

# **PANDUAN**

---

## **Teknik Pengawasan Pelaksanaan Jembatan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA**

Jalan Pattimura No. 20 Kebayoran Baru - Jakarta 12110 Telepon (021) - 7221950

Kepada yang terhormat,

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai di Direktorat Jenderal Bina Marga

SURAT EDARAN

Nomor: **03** /SE/Db/2019

TENTANG

PANDUAN TEKNIK PENGAWASAN PELAKSANAAN JEMBATAN TAHUN 2019

A. Umum

Pengawasan pelaksanaan pekerjaan jembatan sampai saat ini dilakukan dengan mengacu pada Buku Panduan Teknik Pengawasan Pelaksanaan Jembatan BMS-93 yang dibuat berdasarkan code, spesifikasi, serta norma, standar, prosedur, dan kriteria (NSPK) yang berlaku pada tahun 1993. Seiring dengan berjalannya waktu, teknologi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi jembatan semakin berkembang sehingga menuntut adanya dukungan regulasi yang lebih lengkap berupa prosedur, ketentuan, instruksi kerja, dan lain-lain.

Mempertimbangkan hal tersebut dan mengingat telah terbitnya beberapa produk hukum terkait, antara lain Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No.05/SE/Db/2017 tentang Perubahan Atas Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No. Um.01.03-Db/242 tentang Penyampaian Ketentuan Desain dan Revisi Desain Jalan dan Jembatan, diperlukan pemutakhiran panduan teknik pengawasan pelaksanaan jembatan sehingga kaidahnya sesuai dengan perkembangan.

B. Dasar Pembentukan

1. Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4444)
2. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 11, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6018)

3. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4655)
4. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8)
5. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 135 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 249)
6. Keputusan Presiden Nomor 79/TPA Tahun 2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan dari dan dalam Jabatan Pimpinan Tinggi Madya di Lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 06/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan dan Pelaksanaan Pemeriksaan Konstruksi di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 15/PRT/M/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2017 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 15/PRT/M/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 466)
9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 41/PRT/M/2015 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 422)

### C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan teknis bagi pengawas pekerjaan jembatan mulai dari persiapan, konstruksi, sampai dengan pekerjaan akhir agar sesuai dengan peraturan dan perkembangan teknologi yang ada saat ini. Adapun Surat Edaran bertujuan mewujudkan pelaksanaan pekerjaan jembatan yang sesuai dengan persyaratan sehingga tepat waktu, tepat mutu, tepat biaya, dan berkeselamatan.

#### D. Ruang Lingkup

Lingkup Surat Edaran ini meliputi ketentuan teknis pengawasan pelaksanaan jembatan yang terdiri atas persiapan, material, pekerjaan struktur beton, fondasi, bangunan bawah, bangunan atas, jalan pendekat jembatan (oprit), dan bangunan pelengkap.

#### E. Ketentuan Teknis Pengawasan Pelaksanaan Jembatan

##### 1. Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal yang harus dikerjakan oleh penyedia jasa pada masa pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Materi mengenai pengawasan pekerjaan persiapan meliputi administrasi, sistem manajemen konstruksi dan verifikasi terhadap mobilisasi, relokasi utilitas, serta pengawasan pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan yang dituangkan kedalam daftar simak (*check list*).

##### 2. Material

Material yang digunakan dalam konstruksi jembatan merupakan faktor yang sangat menentukan kualitas hasil pelaksanaan pekerjaan. Materi mengenai pengawasan pekerjaan material meliputi verifikasi terhadap material yang digunakan mulai dari kualitas material, ketersediaan material, mobilisasi material, dan penempatan material di lapangan yang dituangkan ke dalam daftar simak (*check list*).

##### 3. Pekerjaan Struktur Beton

Pekerjaan struktur beton pada jembatan merupakan alternatif dan pilihan dalam perencanaan konstruksi jembatan. Materi mengenai pengawasan pekerjaan struktur beton meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan dan perawatan pekerjaan struktur beton, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan struktur beton yang dituangkan dalam daftar simak (*check list*).

##### 4. Fondasi

Pekerjaan fondasi jembatan merupakan bagian penting pada jembatan yang berfungsi untuk menerima beban dari bangunan atas dan bangunan bawah jembatan yang kemudian beban tersebut distribusikan ke lapisan tanah keras. Materi mengenai pengawasan pekerjaan fondasi jembatan meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan dan peralatan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan seperti dimensi dan elevasi pondasi, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan fondasi jembatan yang dituangkan ke dalam daftar simak (*check list*).

## 5. Bangunan Bawah

Pekerjaan bangunan bawah jembatan merupakan pekerjaan antara pekerjaan fondasi jembatan dengan pekerjaan bangunan atas jembatan. Materi mengenai pengawasan pekerjaan bangunan bawah jembatan meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan bangunan bawah jembatan yang dituangkan kedalam daftar simak (*check list*).

## 6. Bangunan Atas

Bangunan atas jembatan merupakan bangunan yang berfungsi menerima beban langsung dari beban lalu lintas kendaraan. Berdasarkan beban lalu lintas rencana, ditetapkan tipe dari bangunan atas jembatan. Materi mengenai pengawasan pekerjaan bangunan atas jembatan meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan dan peralatan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan antara lain dimensi dan elevasi, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan bangunan atas jembatan yang dituangkan ke dalam daftar simak (*check list*).

## 7. Jalan Pendekat Jembatan (*Oprit*)

Jalan pendekat jembatan atau umumnya disebut oprit, merupakan segmen yang menghubungkan konstruksi perkerasan dengan *abutment*. Materi mengenai pengawasan pekerjaan jalan pendekat (*oprit*) jembatan meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan dan peralatan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan jalan pendekat (*oprit*) jembatan yang dituangkan kedalam daftar simak (*check list*).

## 8. Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap jembatan merupakan bangunan yang bertujuan untuk mendukung fungsi dan keamanan dari konstruksi jembatan. Materi mengenai pengawasan pekerjaan bangunan pelengkap jembatan meliputi verifikasi terhadap metode pelaksanaan, bahan yang digunakan, kontrol pelaksanaan pekerjaan, serta pengawasan terhadap pelaksanaan K3 pekerjaan bangunan pelengkap jembatan yang dituangkan kedalam daftar simak (*check list*).

Ketentuan lebih rinci mengenai ketentuan teknis pengawasan pelaksanaan jembatan termuat dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Direktur Jenderal ini.

F. Penutup

Dengan diterbitkannya Surat Edaran ini, Buku Panduan Teknik Pengawasan Pelaksanaan Jembatan BMS-93 Februari 1993 dinyatakan tidak menjadi acuan dalam pengawasan pelaksanaan jembatan.

Surat Edaran ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Demikian disampaikan, atas perhatian Saudara diucapkan terima kasih.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal **25** Januari 2019

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA,



SUGIYARTANTO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:

1. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
2. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
3. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
4. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi

## 1 PERSIAPAN

1.1 Umum .....	1-1
1.1.1 Aspek Umum Pengawasan Pelaksanaan.....	1-1
1.1.2 Tugas dan Kewenangan Pengawas Pekerjaan .....	1-6
1.1.3 Jadwal Pelaksanaan Proyek.....	1-13
1.1.4 Pengelolaan Bahan .....	1-16
1.1.5 Penanganan Peralatan .....	1-17
1.1.6 Administrasi Pengawasan .....	1-23
1.1.7 Formulir Administrasi .....	1-40
1.1.8 Prosedur Laporan Berkala.....	1-43
1.1.9 Laporan Penyelesaian Proyek.....	1-45
1.1.10 Pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	1-53
1.2 Mobilisasi .....	1-57
1.3 Survei dan Pengukuran Awal.....	1-60
1.3.1 Umum .....	1-60
1.3.2 Penggunaan Peta Topografi Dan Foto Udara .....	1-60
1.3.3 Pengukuran Horizontal .....	1-61
1.3.4 Pengukuran Vertikal .....	1-63
1.3.5 Pengukuran Detail .....	1-63
1.3.6 Pematokan Batas Lahan Kawasan Proyek.....	1-64
1.3.7 Titik-titik Kontrol Survei .....	1-64
1.3.8 Penentuan Elemen-elemen Struktur.....	1-64
1.4 Kantor Lapangan dan Fasilitas .....	1-67

	Halaman
1.4.1 Umum .....	1-67
1.4.2 Kantor Penyedia Jasa dan Fasilitasnya.....	1-67
1.5 Fasilitas dan Layanan Pengujian .....	1-68
1.5.1 Umum .....	1-68
1.5.2 Fasilitas Laboratorium dan Pengujian .....	1-68
1.5.3 Prosedur Pelaksanaan .....	1-69
1.6 Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas .....	1-70
1.6.1 Umum .....	1-70
1.6.2 Metode Kerja .....	1-70
1.6.3 Jalan atau Jembatan Sementara .....	1-71
1.6.4 Kelancaran dan Keamanan Lalu Lintas .....	1-72
1.7 Pengamanan Lingkungan Hidup.....	1-74
1.7.1 Umum .....	1-74
1.7.2 Komponen Pekerjaan Konstruksi Yang Menimbulkan Dampak Pada Lingkungan .....	1-76
1.7.3 Dampak Yang Timbul Akibat Pekerjaan Konstruksi Dan Upaya Menanganinya .....	1-77
1.7.4 Pengawasan Pelaksanaan Upaya Pengelolaan Lingkungan.....	1-79
1.8 Relokasi Utilitas .....	1-82
1.8.1 Ketentuan Umum Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas .	1-82
1.8.2 Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas.....	1-82
1.9 Pekerjaan Pembersihan.....	1-83
 <b>2 MATERIAL</b>	
2.1 Umum .....	2-1
2.2 Pengawasan Material Beton .....	2-1
2.2.1 Umum .....	2-1
2.2.2 Material.....	2-1
2.2.3 Rancangan Campuran Beton .....	2-23
2.2.4 Mortar dan Grouting .....	2-43
2.2.5 Beton Siklop .....	2-45
2.2.6 Beton Volume Besar.....	2-45
2.2.7 Beton Memadat Sendiri .....	2-47



	Halaman
2.2.8 Beton Di Cuaca Panas .....	2-47
2.2.9 Pelaksanaan Produksi Beton.....	2-48
2.2.10 Pengendalian Produksi Beton Di Lapangan .....	2-73
2.3 Pengawasan Material Baja .....	2-85
2.3.1 Baja Struktur.....	2-85
2.3.2 Penanganan Material Baja .....	2-87
2.3.3 Pengendalian Mutu Material Baja.....	2-87
2.4 Pengawasan Material Kayu .....	2-88
2.4.1 Penanganan Material Kayu .....	2-89
2.4.2 Pengendalian Mutu Material Kayu.....	2-90
2.5 Pengawasan Material Lainnya.....	2-91
2.5.1 Timbunan Tanah dan Khusus/Ringan .....	2-91
2.5.2 Perkerasan Aspal .....	2-92
2.5.3 Landasan.....	2-93
2.5.4 Siar Muai (Expansion Joint) Tipe Asphaltic Plug .....	2-94
2.5.5 Epoxy resin.....	2-95
2.5.6 Geotekstil.....	2-97
2.5.7 Pasangan Batu .....	2-98
2.5.8 Pasangan Batu Kosong dan Bronjong.....	2-100
 <b>3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON</b>	
3.1 Umum .....	3-1
3.2 Beton Bertulang .....	3-1
3.2.1 Umum .....	3-1
3.2.2 Acuan (Formworks) dan Perancah (Falseworks).....	3-2
3.2.3 Pengawasan Pekerjaan Penulangan.....	3-6
3.3 Beton Pra-tekan.....	3-12
3.3.1 Umum .....	3-12
3.3.2 Pemasangan Unit-Unit Beton Pracetak .....	3-13
3.3.3 Metode Pra-Tarik.....	3-14
3.3.4 Metode Pasca-Tarik .....	3-17
3.3.5 Penanganan, Pengangkutan, dan Penyimpanan Unit-unit Beton Pracetak .....	3-21

## 4 FONDASI

4.1	Umum .....	4-1
4.2	Fondasi Dangkal .....	4-1
4.2.1	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Pasangan Batu .....	4-1
4.2.2	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Beton .....	4-6
4.2.3	Pengendalian Mutu Pekerjaan Fondasi Dangkal .....	4-8
4.3	Fondasi Sumuran .....	4-8
4.3.1	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Sumuran .....	4-9
4.3.2	Pengawasan Mutu Pekerjaan Fondasi Sumuran.....	4-11
4.4	Fondasi Tiang Pancang .....	4-12
4.4.1	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Beton .....	4-12
4.4.2	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Kayu .....	4-16
4.4.3	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Baja Struktur .....	4-18
4.4.4	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pipa Baja .....	4-23
4.5	Fondasi Tiang Bor .....	4-25
4.5.1	Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor .....	4-26
4.6	Pengujian Tiang.....	4-29
4.6.1	Umum .....	4-29
4.6.2	Pengujian Aksial Tiang Dengan Metode Statik.....	4-29
4.6.3	Pengujian Aksial Tiang Metode Dinamik Dengan PDA Test.....	4-31
4.6.4	Pengujian Daya Dukung Lateral Tiang .....	4-32
4.6.5	Pengujian Integritas Tiang Fondasi .....	4-32
4.7	K3 Fondasi.....	4-34
4.7.1	K3 Fondasi Dangkal .....	4-34
4.7.2	K3 Fondasi Sumuran .....	4-40
4.7.3	K3 Fondasi Dalam .....	4-42

## 5 BANGUNAN BAWAH

5.1	Umum .....	5-1
5.2	Pengawasan Pekerjaan Kepala Jembatan .....	5-1
5.3	Pengawasan Pekerjaan Pilar Jembatan .....	5-4
5.3.1	Pilar Jembatan Pada Kondisi Kering .....	5-4

5.3.2	Pilar Jembatan Pada Kondisi Berair .....	5-7
5.4	Pengendalian Mutu Bangunan Bawah Jembatan .....	5-9
5.5	K3 Bangunan Bawah Jembatan .....	5-12

## 6 BANGUNAN ATAS

6.1	Umum .....	6-1
6.2	Jembatan Beton Bertulang .....	6-1
6.3	Jembatan Gelagar .....	6-3
6.3.1	Gelagar Beton Pasca Tarik (Post-Tension) .....	6-3
6.3.2	Gelagar Beton Pra-Tarik (Pre-Tension) .....	6-5
6.3.3	Sistem Pengaku Gelagar Beton .....	6-6
6.3.4	Gelagar Baja Komposit.....	6-7
6.3.5	Pengawasan Persiapan Pemasangan Gelagar .....	6-13
6.3.6	Pemasangan Gelagar Pada Jembatan.....	6-16
6.3.7	Pemberian Pengaman Setelah Gelagar Terpasang .....	6-18
6.4	Jembatan Rangka Baja.....	6-19
6.5	Jembatan Voided Slab.....	6-21
6.6	Lantai Jembatan .....	6-22
6.6.1	Perancah Lantai .....	6-23
6.6.2	Pemasangan Acuan .....	6-23
6.6.3	Instalasi Tulangan Lantai.....	6-23
6.6.4	Drainase lantai Jembatan .....	6-25
6.6.5	Railing Jembatan.....	6-26
6.6.6	Pengecoran dan Perawatan Lantai Kendaraan .....	6-31
6.7	Box Culvert .....	6-31
6.8	Siar Muai.....	6-32
6.8.1	Pengawasan Pekerjaan Sambungan Siar Muai / Expansion Joint.....	6-33
6.9	Corrugated Steel Plate.....	6-34
6.10	Jembatan Kayu.....	6-35
6.11	K3 Bangunan Atas Jembatan .....	6-35
6.11.1	Pengukuran dan pematokan.....	6-35
6.11.2	Penyiapan.....	6-35

6.11.3	Penarikan kabel .....	6-36
6.11.4	Pemasangan Siar Muai / Expansion Joint .....	6-36
6.11.5	Pemasangan Landasan.....	6-39
<b>7 JALAN PENDEKAT JEMBATAN (OPRIT)</b>		
7.1	Umum .....	7-1
7.2	Pengawasan Pekerjaan Timbunan Jalan.....	7-1
7.2.1	Tanah Timbunan .....	7-1
7.2.2	Timbungan Ringan .....	7-4
7.3	Pengawasan Pekerjaan Drainase.....	7-6
7.4	Pengawasan Pekerjaan Lapisan Perkerasan .....	7-7
7.4.1	Perkerasan Kaku .....	7-7
7.4.2	Perkerasan Lentur .....	7-11
7.5	Pengawasan Pekerjaan Pelat Injak .....	7-12
7.5.1	Pelat Injak Cor Ditempat (Cast In Situ).....	7-13
7.5.2	Pelat Injak Pracetak (Precast) .....	7-15
7.6	Pengawasan Pekerjaan MSE (Mechanically Stabilize Earth) .....	7-15
<b>8 BANGUNAN PELENGKAP</b>		
8.1	Umum .....	8-1
8.2	Pengawasan Pekerjaan Bangunan Pengaman .....	8-1
8.2.1	Bangunan Pengaman Tebing Sungai.....	8-1
8.2.2	Bangunan Pengarah Aliran/Pelindung Tebing Tak Langsung (Krib).....	8-15
8.2.3	Bangunan Pengaman Pilar Jembatan (Fender) .....	8-18
8.2.4	Bangunan Pengaman Dasar Sungai .....	8-18
8.3	Pengawasan Pekerjaan Perlengkapan Lainnya .....	8-22
8.3.1	Rambu-rambu Lalu Lintas Jembatan dan Marka.....	8-22
8.3.2	Papan Nama Jembatan .....	8-27
8.3.3	Tiang Penerangan Jembatan .....	8-28

# DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 - Bagan alir serah terima pertama / Provisional Hand Over (PHO) .....	1-48
Gambar 1.2 - Bagan alir serah terima akhir pekerjaan/Final Hand Over (FHO) .....	1-50
Gambar 1.3 - Perlengkapan pakaian .....	1-55
Gambar 1.4 - Jenis alat pelindung diri .....	1-56
Gambar 1.5 - Bagan alir pengawasan pelaksanaan mobilisasi.....	1-57
Gambar 1.6 - Poligon terbuka .....	1-62
Gambar 1.7 - Poligon tertutup.....	1-62
Gambar 1.8 - Bagan alir pengawasan pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan.....	1-79
Gambar 1.9 - Bagan alir pengawasan pelaksanaan relokasi utilitas.....	1-82
Gambar 2.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP) .....	2-17
Gambar 2.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS).....	2-18
Gambar 2.3 - Kemiringan dasar silo (tempat penyimpanan) agregat.....	2-50
Gambar 2.4 - Pengisian bin/silo agregat.....	2-51
Gambar 2.5 - Susunan peralatan penakar/pemasok yang diharapkan dan susunan peralatan penakar/pemasok yang dapat diterima .....	2-51
Gambar 2.6 - Susunan peralatan penakar yang buruk .....	2-52
Gambar 2.7 - Susunan peralatan penakar/silo yang lebih disukai .....	2-53
Gambar 2.8 - Susunan peralatan penakar/silo yang dapat diterima .....	2-53
Gambar 2.9 - Pengendalian pemisahan adukan beton yang dituang dari mixer .....	2-64
Gambar 2.10 - Penuangan beton ke dalam corong atau buke .....	2-65
Gambar 2.11 - Penuangan dari corong pengisian untuk mengisi kereta dorong (buggy) pengangkut adukan beton.....	2-65
Gambar 2.12 - Pengendalian pemisahan (segregasi) beton pada ujung ban berjalan.....	2-66

Gambar 2.13 - Pengendalian segregasi pada ujung saluran adukan beton .....	2-67
Gambar 2.14 - Sketsa gambar tipe/bentuk kehancuran pada benda uji....	2-84
Gambar 3.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP) .....	3-1
Gambar 3.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS).....	3-1
Gambar 3.3 - Bagan alir pekerjaan penulangan .....	3-6
Gambar 3.4 - Penegangan (Stressing) dengan 1 (satu) dongkrak.....	3-20
Gambar 4.1 - Bagan alir pelaksanaan fondasi pasangan batu .....	4-2
Gambar 4.2 - Bagan alir pelaksanaan fondasi beton .....	4-6
Gambar 4.3 - Jenis fondasi sumuran .....	4-8
Gambar 4.4 - Bagan alir pelaksanaan fondasi sumuran .....	4-9
Gambar 4.5 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang beton.....	4-12
Gambar 4.6 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang kayu .....	4-16
Gambar 4.7 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang baja struktur.....	4-18
Gambar 4.8 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pipa baja.....	4-23
Gambar 4.9 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang bor .....	4-26
Gambar 4.10 - Contoh pengecekan tiang menggunakan PDA test .....	4-31
Gambar 5.1 - Bagan Alir Pelaksanaan Kepala Jembatan .....	5-1
Gambar 5.2 - Bagan Alir Pelaksanaan Abutmen Jembatan .....	5-4
Gambar 6.1 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan elastomer (elastomeric bearing) .....	6-13
Gambar 6.2 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan (bearing) jembatan .....	6-15
Gambar 6.3 - Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase lantai jembatan .....	6-25
Gambar 6.4 - Bagan Alir Pengawasan Pekerjaan Sandaran (Railing) Jembatan .....	6-29
Gambar 6.5 - Bagan alir pengawasan pekerjaan sambungan siar muai / expansion joint.....	6-33
Gambar 7.1 - Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan .....	7-2
Gambar 7.2 - Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan ringan .....	7-5
Gambar 7.3 - Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase poros .....	7-6

	Halaman
Gambar 7.4 - Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan kaku .....	7-9
Gambar 7.5 - Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan lentur .....	7-11
Gambar 7.6 - Contoh sketsa pelat injak jembatan .....	7-13
Gambar 7.7 - Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak cor ditempat .....	7-13
Gambar 7.8 - Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak precast .....	7-15
Gambar 7.9 - Contoh sketsa dinding MSE .....	7-16
Gambar 7.10 - Bagan alir pengawasan pekerjaan MSE (mechanically stabilize earth) .....	7-17
Gambar 8.1 - Bagan alir pengawasan pekerjaan beronjong .....	8-2
Gambar 8.2 - Bagan alir pengawasan pekerjaan pemasangan batu .....	8-4
Gambar 8.3 - Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton .....	8-6
Gambar 8.4 - Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton bertulang .....	8-8
Gambar 8.5 - Bagan alir pengawasan pelaksanaan pemancangan turap .....	8-11
Gambar 8.6 - Bagan alir pengawasan pekerjaan rip-rap .....	8-14
Gambar 8.7 - Bagan alir pengawasan pekerjaan krib tiang pancang .....	8-15
Gambar 8.8 - Sketsa contoh krib dari tiang pancang beton .....	8-17
Gambar 8.9 - Sketsa contoh krib dari tiang pancang kayu .....	8-17
Gambar 8.10 - Sketsa contoh krib dari beronjong .....	8-17
Gambar 8.11 - Sketsa contoh krib dari beronjong .....	8-17
Gambar 8.12 - Fender sebagai pengaman pilar jembatan .....	8-18
Gambar 8.13 - Bagan alir pengawasan pekerjaan groundsill .....	8-20
Gambar 8.14 - Bagan alir pengawasan rambu-rambu lalu lintas .....	8-23
Gambar 8.15 - Bagan alir pengawasan pekerjaan marka jalan jembatan ..	8-25
Gambar 8.16 - Bagan alir pengawasan pemasangan papan nama jembatan .....	8-27
Gambar 8.17 - Bagan alir pengawasan pekerjaan lampu penerangan jembatan .....	8-28

# DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 - Obyek pemeriksaan besaran ukuran butiran agregat .....	1-18
Tabel 1.2 - Maksimum kepipihan yang diijinkan.....	1-19
Tabel 1.3 - Jumlah minimum alat penggetar mekanis dari dalam sesuai dengan kecepatan pengecoran .....	1-20
Tabel 2.1 - Syarat kimia utama .....	2-1
Tabel 2.2 - Syarat kimia tambahan .....	2-2
Tabel 2.3 - Syarat fisika utama .....	2-2
Tabel 2.4 - Syarat fisika tambahan .....	2-3
Tabel 2.5 - Selang waktu pengujian setelah pengambilan contoh .....	2-4
Tabel 2.6 - Ketentuan gradasi agregat.....	2-9
Tabel 2.7 - Ukuran contoh uji.....	2-12
Tabel 2.8 - Persyaratan fisis bahan tambahan untuk beton .....	2-13
Tabel 2.9 - Ukuran baja tulangan beton polos .....	2-18
Tabel 2.10 - Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir.....	2-19
Tabel 2.11 - Ukuran dan toleransi diameter BjTP .....	2-19
Tabel 2.12 - Toleransi berat per batang BjTS .....	2-20
Tabel 2.13 - Sifat mekanis .....	2-20
Tabel 2.14 - Tabel untuk tanda kelas baja tulangan beton.....	2-23
Tabel 2.15 - Volume pengambilan contoh uji beton basah .....	2-25
Tabel 2.16 - Jumlah lapisan yang diperlukan untuk benda uji.....	2-35
Tabel 2.17 - Diameter tongkat penumbuk dan jumlah tumbukan yang digunakan pada pencetakan benda uji.....	2-36
Tabel 2.18 - Nilai untuk pernyataan ketepatan sehubungan dengan pembuatan campuran dan pengujian dengan metode yang sesuai.....	2-39
Tabel 2.19 - Kriteria beton SCC .....	2-47
Tabel 2.20 - Toleransi penakaran yang biasa digunakan .....	2-49
Tabel 2.21 - Persyaratan diameter batang pematat.....	2-74



	Halaman
Tabel 2.22 - Metoda persyaratan pemadatan .....	2-77
Tabel 2.23 - Persyaratan pencetakan dengan penusukan.....	2-77
Tabel 2.24 - Persyaratan pencetakan dengan penggetaran .....	2-77
Tabel 2.25 - Toleransi waktu yang diizinkan .....	2-82
Tabel 2.26 - Faktor koreksi rasio panjang (L) dengan diameter (D) benda uji.....	2-84
Tabel 2.27 - Rentang koefisien variasi yang dapat diterima.....	2-85
Tabel 2.28 - Ketentuan kekuatan minimum baja struktur .....	2-85
Tabel 2.29 - Ketentuan beban tarik baut untuk tipe critical slip joint .....	2-86
Tabel 2.30 - Ketentuan bahan elastomer .....	2-93
Tabel 2.31 - Kemunduran elastomer setelah pengujian percepatan penuaan .....	2-94
Tabel 3.1 - Sifat Mekanis .....	3-7
Tabel 3.2 -Tebal selimut beton minimum dari baja tulangan untuk beton yang tidak terekspos tetapi mudah dicapai .....	3-9
Tabel 4.1 - Jenis pengujian tiang berdasarkan jenis fondasinya.....	4-29
Tabel 7.1 - Gradasi timbunan pilihan berbutir .....	7-1

# 1 PERSIAPAN

## 1.1 Umum

Pengawasan dan pengelolaan kegiatan pelaksanaan jembatan yang efektif meliputi pengendalian terhadap biaya pelaksanaan, teknis, penjadwalan dan kontrak.

Pengawas pekerjaan bertanggung jawab pada administrasi konstruksi, pengawasan pelaksanaan, pencatatan dan dokumentasi proyek.

### 1.1.1 Aspek Umum Pengawasan Pelaksanaan

#### a. Perencanaan dan Penjadwalan

Perencanaan proyek mencakup seluruh perencanaan untuk menjamin bahwa suatu proyek diatur dan dilaksanakan dengan cara yang efisien dan efektif.

Agar pelaksanaan pekerjaan dilakukan secara sistematis maka diperlukan suatu jadwal pelaksanaan. Jadwal ini akan menunjukkan jenis pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan jembatan dan hubungan antara masing-masing jenis tersebut.

Jika kebutuhan material (*resource*) untuk tiap jenis dimasukkan, maka dapat dibuat jadwal kebutuhan yang terdiri dari jadwal kebutuhan bahan, alat dan pekerja.

#### b. Pencatatan dan Pelaporan Data

Penting untuk melakukan dokumentasi aktivitas atau percakapan secara tertulis agar bisa dijadikan referensi pelaksanaan proyek selanjutnya dan juga menjadi bahan pendukung apabila terjadi suatu permasalahan.

Pencatatan yang baik didasarkan pada kondisi aktual, jelas, tidak direayasa, dan tidak merugikan pihak lain. Catatan faktual tertulis seluruh kegiatan dapat lebih dipertanggung jawabkan dibandingkan dengan lisan.

Pengumpulan dan pemrosesan data yang merupakan bagian proses pengawasan adalah bagian integral mekanisme pengawasan suatu proyek pelaksanaan.

Laporan pemeriksaan dan hasil pengujian yang diambil oleh pengawas pekerjaan dan staf digunakan untuk membuat gambaran kemajuan proyek. Selain dari itu data tersebut mengungkapkan kejadian-kejadian di proyek selama pekerjaan berlangsung. Hal-hal seperti pengaruh cuaca, perselisihan masalah industri, keterlambatan akibat penyediaan bahan tidak pada waktunya dan sebagainya, semua dicatat dan dapat digunakan jika terdapat perselisihan dengan penyedia jasa untuk menunjukkan apa yang sebenarnya terjadi.

Data ini dapat juga digunakan sebagai dasar untuk pembuatan laporan bulanan dan laporan lain yang dipertanggungjawabkan kepada pengguna jasa pada waktu tertentu.

#### c. Pengawasan Proyek

Pengawasan proyek meliputi pengendalian mutu proyek, pemantauan proyek secara umum, kemajuan menyeluruh dari penyedia jasa, dan metode-metode yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan dalam kontrak.

Pengawas pekerjaan dan staf biasanya memantau kemajuan tiap-tiap kegiatan dengan menggunakan jadwal waktu yang dibuat penyedia jasa seperti yang diminta dalam persyaratan umum kontrak. Jadwal ini digunakan sebagai patokan untuk membandingkan kemajuan yang dicapai.

Ketika pengawas pekerjaan ditugaskan untuk proyek jembatan, salinan kontrak, gambar dan dokumen akan disediakan oleh manajer proyek, bersama dengan yang relevan salinan semua korespondensi. Pengawas pekerjaan sepenuhnya akan menginformasikan tentang sifat dan ruang lingkup pekerjaan dan maksud dan arti sebenarnya dari spesifikasi mengenai semua jenis pekerjaan. Mereka harus sepenuhnya siap untuk mengeluarkan instruksi dan segera membuat keputusan tentang setiap pertanyaan yang diajukan, kecuali untuk kasus-kasus yang harus terlebih dahulu dirujuk ke manajer proyek, insinyur jembatan, insinyur geoteknik atau manajer konstruksi jembatan/bagian konstruksi jembatan untuk keputusan.

Penyedia jasa harus membuat jadwal yang lebih terinci untuk semua kegiatan utama pada format yang sesuai.

Jenis, ketersediaan dan produktivitas alat penyedia jasa harus dicatat dan dilaporkan. Perubahan-perubahan penting dibicarakan dengan penyedia jasa.

Keterangan mengenai klasifikasi serta jumlah pekerja proyek dikumpulkan untuk memastikan bahwa penyedia jasa mampu menyelesaikan tugas pada waktunya dengan mutu yang diminta.

Catatan cuaca harus memasukkan keadaan cuaca sebenarnya seperti suhu maksimum dan minimum harian, curah hujan dan sebagainya, dan juga indikasi pengaruhnya terhadap proyek.

Catatan harus dibuat untuk kebutuhan kegiatan utama proyek. Kegiatan seperti pekerjaan beton pada pelat lantai beton dan pemancangan tiang dan sebagainya, harus dianalisa. Jumlah orang persatuan volume, jumlah jam alat per satuan volume dan keluaran per satuan waktu (misalnya, meter pemancangan per jam) harus dicatat untuk dipakai di masa datang.

Catatan tersebut berguna jika terjadi perselisihan dengan penyedia jasa mengenai tingkat kecepatan kemajuan dan sebagainya, tetapi juga berguna untuk membuat data base atau pustaka informasi dalam menentukan harga perkiraan sendiri (*Owner's Estimates*) untuk paket pekerjaan yang akan dilelang. Rencana Biaya tersebut dipakai dalam tahap evaluasi pelelangan sebagai kriteria untuk menentukan pemenang pelelangan.

#### d. Pengendalian Mutu

Pengawasan mutu adalah jaminan bahwa semua pekerjaan yang memenuhi syarat-syarat gambar spesifikasi dan dokumen lain.

Dengan pemeriksaan dan pengujian pekerjaan penyedia jasa secara terus menerus, pengguna jasa dapat diyakinkan bahwa pekerjaan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan.

Tingkat kualitas yang dicapai sering dapat sebanding dengan jumlah usaha pengawas pekerjaan dan stafnya. Penyedia jasa biasanya mencoba memenuhi persyaratan

spesifikasi dan meyakinkan pengawas pekerjaan beserta stafnya bahwa persyaratan tersebut benar-benar dipenuhi.

Pengawasan mutu dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi harus dilakukan sebagai berikut:

1. Penyusunan program mutu
  - a) Program mutu harus disusun oleh penyedia jasa dan disepakati oleh pengguna jasa dan dapat direvisi sesuai kebutuhan.
  - b) Program mutu minimal berisi :
    - 1) Informasi pengadaan
    - 2) Organisasi proyek pengguna jasa dan penyedia jasa
    - 3) Jadwal pelaksanaan pekerjaan
    - 4) Prosedur pelaksanaan pekerjaan
    - 5) Prosedur instruksi kerja
    - 6) Pelaksana kerja
  - c) Prosedur pelaksanaan setiap pekerjaan meliputi :
    - 1) Informasi pengadaan
    - 2) Prosedur kerja
    - 3) Daftar inspeksi
    - 4) Persyaratan testing
  - d) Prosedur instruksi kerja harus mencakup rincian minimal tentang :
    - 1) Urutan kegiatan pelaksanaan
    - 2) Prosedur kerja untuk mengawasi kegiatan
    - 3) Pemantauan proses kegiatan
    - 4) Pemeliharaan yang diperlukan
    - 5) Penilaian hasil pekerjaan sesuai dengan spesifikasi
2. Pengendalian mutu dan cacat mutu
  - a) Ada empat tahap pengendalian mutu :
    - 1) Pengendalian mutu bahan baku (tanah, pasir, batu, semen, aspal, dan lain-lain)
    - 2) Pengendalian mutu bahan olahan (campuran beton, campuran aspal, dan lain-lain)
    - 3) Pengendalian mutu bahan jadi
    - 4) Pengendalian mutu pekerjaan terpasang (timbunan tanah, fondasi beton, lapisan campuran aspal panas, dan lain-lain)

Fisik konstruksi dibangun berdasarkan rencana teknis yang dituangkan dalam bentuk standar spesifikasi teknis.

Dengan adanya standar spesifikasi mutu inilah maka semua pihak yang terlibat harus mematuhi yang ditetapkan dalam standar spesifikasi teknis.

Hasil dari pembangunan fisik konstruksi:

1. Produknya nyata, dapat diukur besarnya, mutunya, keamanannya maupun kenyamanan pemakaiannya, dan nilai manfaatnya langsung dapat dirasakan.
2. Merupakan asset nyata, bersifat permanent, hal ini mengakibatkan apabila sudah selesai dikerjakan akan sangat sulit diubah, umpamanya diubah tentu memerlukan tambahan sumber daya dan waktu.
3. Pihak penyedia jasa maupun pengawas pekerjaan tidak mudah berspekulasi.
4. Untuk tidak memenuhi besarannya maupun mutunya yang sudah ditentukan dalam standar spesifikasi, apabila menyimpang akan mudah kelihatan dan ada resiko dibongkar untuk diganti yang benar.
5. Hasilnya mudah dilihat dari laporan kemajuan pelaksanaan, karena semua nyata dapat dibuktikan.

Pengawasan terhadap proyek dilakukan dengan cara pemeriksaan pengukuran dan pengujian, dan hal ini meliputi metode utama pengendalian kecakapan kerja serta kualitas dan pelaksanaan spesifikasi untuk konstruksi jalan dan jembatan serta pekerjaan pemeliharaan.

Maksud pengawasan mutu adalah untuk meyakinkan bahwa pekerjaan memenuhi persyaratan disain dan perencanaan yang cukup tinggi untuk penyelenggaraan pekerjaan yang dapat memuaskan (dan ekonomis) untuk memenuhi umur konstruksi yang disyaratkan.

Pemeriksaan serta pengujian yang teratur merupakan alat yang perlu untuk mencegah hasil yang tidak dapat diterima karena faktor-faktor seperti kecakapan kerja yang rendah, penggantian sumber material atau kualitas material yang rendah, ketidakcocokan atau ketidakcukupan peralatan, serta membiarkan pekerjaan lapangan terlalu lama menjadikan keadaan yang merugikan.

Pengawasan yang dilakukan pada lapangan proyek meliputi:

1. Dokumen kontrak
2. Jadwal rencana kerja
3. Ketelitian pengukuran dan pematokan proyek
4. Pekerjaan menentukan lokasi, garis dan elevasi
5. Kelandaian dan kemiringan melintang jalan yang tepat
6. Koreksi dimensi dan elevasi yang tepat dari macam-macam konstruksi
7. Kecocokan unit produksi dan peralatan
8. Sumber material

Pengawasan mutu juga perlu meyakinkan bahwa material-material yang diusulkan untuk dipergunakan sesuai dan memuaskan dan dapat memenuhi persyaratan spesifikasi. Material harus diperiksa dan diuji sebelum dipergunakan.

Pengendalian kecakapan kerja dan pelaksanaan perlu diyakini agar pekerjaan yang sudah selesai dapat memenuhi desain dan standar konstruksi yang ditetapkan. Hal ini dimaksud untuk pemeriksaan serta pengujian pekerjaan yang dilaksanakan, termasuk:

1. Keadaan tanah serta daya dukung tanah untuk jalan dan struktur konstruksi lainnya.
2. Pemilihan dan keseragaman material yang disediakan dan yang dicampur di lapangan.
3. Ketebalan lapis perkerasan dan pasangan fondasi.
4. Pemadatan dan kepadatan serta kekuatan yang diijinkan.
5. Suhu aspal dan perbandingan pemakaian.
6. Konsistensi dan kuat tekan beton.
7. Penerimaan berbagai campuran pekerjaan (*job mix*).

Pengendalian mutu kecakapan kerja menurut pengawasan yang berkelanjutan melalui pelaksanaan pekerjaan.

Pengawasan mutu dilengkapi dengan pengujian terhadap material alam maupun produk pabrik dan juga bahan-bahan olahan, misalnya:

1. Tanah
2. Agregat
3. Air
4. Semen
5. Baja
6. Aspal
7. Beton
8. Kayu
9. Campuran aspal

e. Pengendalian Biaya

Meskipun Harga satuan biaya untuk satuan pekerjaan yang ditawarkan penyedia jasa sudah *fixed*/tetap, ada bidang-bidang pekerjaan tertentu dimana Kepala Satuan Kerja/PPK dapat mengendalikan harga akhir proyek.

Perhitungan kuantitas dilakukan tiap bulan (atau lebih sering bila perlu) untuk mengukur kemajuan pekerjaan dan verifikasi angka-angka dalam pengajuan penyedia jasa untuk pembayaran angsuran.

Pengukuran dapat dibuat terpisah atau sebagai pemeriksaan bersama. Ketepatan perhitungan akan menentukan nilai pembayaran kepada penyedia jasa dalam kontrak harga satuan.

Bila penyedia jasa ditugaskan melaksanakan pekerjaan tambahan atas dasar pekerjaan harian, perlu dicatat dengan teliti alat, pekerja dan bahan yang digunakan, untuk pengendalian biaya. Pada umumnya pekerjaan harian (*day work*) harus dihindari

dan sebuah Perubahan kontrak harus diterbitkan. Penyedia jasa biasanya akan memasukan satuan harga untuk alat dan pekerja pada penawaran aslinya. Suatu harga satuan atau jumlah yang disepakati untuk perubahan biasanya lebih disukai kecuali bila ada lingkup pekerjaan tambahan. Dalam hal ini tidak ada pilihan lain kecuali melakukan pekerjaan atas dasar pekerjaan harian.

Pengawas pekerjaan harus menjamin bahwa semua data produktifitas lapangan dan pekerja dan lain-lain disimpan selama pekerjaan normal untuk membantu perubahan harga.

Pengawas pekerjaan harus menjamin bahwa semua kewajiban pemberi pekerjaan dalam kontrak dipenuhi pada waktunya, sehingga tidak menimbulkan klaim untuk biaya/waktu tambahan dimasa datang.

f. Penyelesaian Proyek

Pada bagian akhir Kontrak terdapat sejumlah tugas administratif yang harus dilakukan oleh pengawas pekerjaan dan staf.

1. Serah Terima Hasil Pekerjaan
2. Gambar Terlaksana (*As Built Drawing*)
3. Laporan Penyelesaian Pembangunan

### 1.1.2 Tugas dan Kewenangan Pengawas Pekerjaan

Pengawas pekerjaan yaitu pengawas yang ditunjuk oleh Dirjen Bina Marga untuk menjalankan pengawasan pekerjaan kontrak. Pengawas pekerjaan mempunyai tanggung jawab pada pelaksanaan pekerjaan sehari-hari, tetapi tidak mempunyai wewenang untuk menyetujui perubahan-perubahan atau melakukan pembayaran akhir.

Tugas pengawas pekerjaan adalah untuk memastikan pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan gambar rencana dan dokumen kontrak lainnya, dan bertindak dalam batas-batas kewenangan yang dilimpahkan.

Kewenangan pengawas pekerjaan didefinisikan didalam dokumen kontrak (biasanya didalam syarat-syarat umum kontrak) atau dilimpahkan sewaktu-sewaktu oleh engineer. Staf pengawas pekerjaan tersebut harus sepenuhnya sadar akan keterbatasan wewenang tersebut dalam menjalankan pengawasan sesuai kontrak.

Segala pelimpahan wewenang dari pengguna jasa kepada pengawas pekerjaan harus diberitahukan secara tertulis kepada penyedia jasa. Pengawas pekerjaan beserta staf harus bertindak dalam batas-batas kewenangannya. Pelimpahan wewenang bisa saja berbeda dari setiap kontrak.

a. Hak dan Kewajiban Pengawas Pekerjaan

1. Menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan dalam waktu yang telah ditetapkan

Setelah penunjukan atau penandatanganan seseorang atau badan usaha untuk menjadi pengawas pekerjaan, pengawas pekerjaan harus sudah memikirkan bagaimana pekerjaan tersebut harus tepat waktu sesuai dengan kesepakatan yang telah ada di kontrak. Pengawas pekerjaan harus mempunyai jadwal dan target pekerjaan yang dilakukan agar pelaksanaan pekerjaan tepat waktu.

2. Membimbing dan mengadakan pengawasan secara periodik  
Membimbing dan mengadakan pengawasan secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan perlu dilakukan. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan pekerjaan yang dilakukan oleh penyedia jasa dan juga untuk memonitor pekerjaan tersebut sesuai dengan jadwal pekerjaan.
3. Melakukan perhitungan prestasi pekerjaan  
Pengawas pekerjaan harus mempunyai perhitungan setiap kemajuan dari pekerjaan. Hal ini dilakukan untuk membantu pelaporan bulanan dalam sebuah proyek. Pengawas pekerjaan harus mempunyai format sendiri dalam penulisan perhitungan prestasi/kemajuan pekerjaan.
4. Mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan konstruksi  
Pengawas pekerjaan harus selalu update tentang pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antar berbagai bidang sangat diperlukan agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.
5. Menghindari kelebihan biaya dan kesalahan konstruksi  
Tugas pengawas pekerjaan tidaklah mudah. Pengawas pekerjaan juga ditugaskan untuk menghindari kesalahan yang mungkin terjadi sedini mungkin serta menghindari pembengkakan biaya. Itulah sebabnya pengawas pekerjaan harus mengadakan pengawasan secara periodik untuk mengetahui kesalahan-kesalahan konstruksi dan melakukan pencegahan sedini mungkin. Juga memikirkan penyelesaian masalah tentang pembengkakan biaya yang terjadi akibat kesalahan konstruksi.
6. Mengatasi dan memecahkan persoalan yang timbul  
Pengawas pekerjaan harus bisa mengatasi dan memecahkan persoalan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir yang sesuai dengan yang diharapkan baik secara kualitas, kuantitas, maupun pelaksanaan yang telah ditetapkan. Masalah yang biasanya sering terjadi dalam sebuah proyek antara lain :
  - a) Keterlambatan pengadaan material dan alat proyek
  - b) Kebocoran pada bekisting
  - c) Kondisi lapangan berbeda dengan perencanaan
7. Menerima atau menolak material atau peralatan yang didatangkan penyedia jasa  
Pengawas pekerjaan juga dapat menolak atau menerima bahan/peralatan yang didatangkan oleh penyedia jasa. Misalnya jika datang material atau peralatan yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah disepakati, maka pengawas pekerjaan bisa menolak material tersebut dengan alasan tidak sesuai spesifikasi teknis.
8. Menghentikan proyek sementara  
Penghentian proyek sementara oleh pengawas pekerjaan bisa terjadi jika pengawas pekerjaan mendapati hal-hal yang menyimpang dari peraturan yang berlaku. Pengawas pekerjaan menilai apakah terjadi penyimpangan pada proyek dan berhak untuk menghentikan sebuah proyek untuk sementara.



9. Menyusun laporan pekerjaan

Penyusunan laporan yang dilakukan oleh pengawas pekerjaan menyangkut laporan berkala, dan laporan-laporan kejadian yang ada di proyek untuk selanjutnya dilaporkan kepada pengguna jasa.

10. Menghitung kemungkinan adanya perubahan pekerjaan

Setiap dilakukannya pekerjaan baru yang dilakukan oleh penyedia jasa, harus sesuai dengan izin dari pengawas pekerjaan. Pada saat pelaksanaan proyek konstruksi, seringkali terjadi perubahan-perubahan seperti perubahan kontrak, yang selanjutnya mempengaruhi terhadap pekerjaan fisik, rencana anggaran biaya dan jadwal rencana kerja yang telah disepakati sehingga diperlukan perubahan ataupun penyempurnaan kontrak. Perubahan tersebut terjadi karena adanya penambahan pekerjaan ataupun pengurangan pekerjaan, yang biasa dikenal dengan pekerjaan tambah kurang (*Variation Order*).

Penyebab terjadinya pekerjaan tambah kurang pada proyek pembangunan adalah adanya perubahan-perubahan yang diminta oleh pengguna jasa kepada pihak konsultan perencana sehingga pihak konsultan perencana merevisi desainnya dan memberitahukan pihak pelaksana bahwa adanya perubahan pekerjaan berupa pekerjaan tambah ataupun kurang. Selain itu, adanya usulan/permintaan dari pihak pelaksana karena tidak sesuai kondisi lapangan terdapatnya jenis pekerjaan yang baru. Perubahan tersebut terjadi karena dalam kontrak/perjanjian kerja yang telah disepakati sebelumnya tidak mencantumkan atau menjelaskan adanya jenis pekerjaan yang seharusnya ada, karena perubahan atau isi kontrak sebelumnya tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, maka diperlukan pekerjaan tambah dan pekerjaan kurang. Akibat adanya pekerjaan tambah kurang, maka akan mempengaruhi kontrak awal sehingga perlu direvisi karena tidak sesuai lagi dengan pekerjaan yang akan dilaksanakan, rencana anggaran biaya revisi dan jadwal kerja revisi.

Pengawas pekerjaan harus mempunyai perhitungan sendiri jika sampai terjadi hal seperti ini dan juga pemecahan masalahnya akan seperti apa.

b. Tugas Pengawas Pekerjaan

1. Memeriksa dan mempelajari dokumen

Pengawas pekerjaan harus selalu memeriksa dan mempelajari dokumen kontrak yang sudah disepakati. Pemeriksaan dokumen dilakukan agar tidak adanya kesalahan pada pekerjaan pelaksanaan. Juga adanya kesalah pahaman antara pengawas pekerjaan dengan penyedia jasa. Pengawas pekerjaan perlu untuk membuat langkah-langkah pekerjaan yang harus dilakukan sebelum memulai proyek.

Proses pengawasan pada pekerjaan konstruksi meliputi:

a) Pengawasan bahan

Untuk penyediaan material pihak penyedia jasa harus bekerja sama dengan distributor/supplier material sehingga material yang dibutuhkan tidak sepenuhnya disediakan oleh pihak penyedia jasa. Pemakaian material dalam suatu proyek harus sesuai dengan kebutuhan di lapangan, karena dapat

mempengaruhi mutu atau kualitas suatu pekerjaan. Oleh sebab itu, dalam penyediaan material perlu dilakukan pengetesan/pengujian di laboratorium untuk meneliti mutu atau kualitasnya agar dapat memenuhi standar yang diinginkan oleh pihak pemilik proyek dan perencana proyek tersebut.

b) Pengawasan peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proyek merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran suatu pekerjaan. Oleh karena itu, peralatan yang akan digunakan harus tepat dan efisien untuk proyek yang bersangkutan. Tentu pengawas pekerjaan harus tahu dan bisa menilai peralatan konstruksi yang didasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

- 1) Jenis pekerjaan di lapangan
- 2) Biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan satu jenis alat
- 3) Jangka waktu pelaksanaan suatu proyek
- 4) Kapasitas dan kemampuan alat

c) Pengawasan metode pelaksanaan

Pada setiap pekerjaan yang sedang dilakukan, pengawas pekerjaan wajib mengetahui metode pelaksanaannya agar mempermudah dalam pelaporan jika ada metode pelaksanaan pekerjaan yang tidak sesuai dengan standar. Maka dari itu, pengawas pekerjaan harus ikut mengawasi semua jenis pekerjaan yang sedang dilakukan.

d) Pengawasan ketepatan waktu dan biaya

Agar proses pelaksanaan pekerjaan berjalan dengan lancar dan efisien, alokasi waktu yang disediakan untuk masing-masing pekerjaan harus direncanakan sesuai dengan jangka waktu yang disediakan. Oleh sebab itu penyedia jasa harus membuat rencana kerja yang berisi urutan waktu pekerjaan yang dirancang sedemikian rupa, sehingga kemungkinan antara bagian pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lainnya dapat dikerjakan terlebih dahulu, bersamaan, atau hanya bisa dilakukan secara berurutan.

Selain kualitas perlu adanya jaminan ketepatan waktu penyelesaian proyek dengan melakukan pengendalian waktu.

Saran penting yang digunakan dalam pengendalian waktu adalah:

- 1) Jadwal pekerjaan
- 2) Rapat monitoring

Setiap keterlambatan pelaksanaan dari jadwal rencana, perlu dibuatkan rencana ulang, dan juga diadakan rapat mingguan ataupun jika perlu diadakan rapat harian. Dalam pengawasan dan pengendalian waktu pada proyek ini mengacu pada jadwal rencana pekerjaan yang telah direncanakan sebelumnya. Walaupun terjadi sedikit perubahan dalam pelaksanaannya, ini hanya dikarenakan berbagai macam faktor di lapangan.

2. Mengawasi kualitas, kuantitas, dan laju pencapaian realisasi fisik pekerjaan

Pengawas pekerjaan mempunyai tanggung jawab untuk mengawasi kualitas, kuantitas, dan laju pencapaian pada suatu proyek. Oleh karena itu, pengawas pekerjaan harus mempunyai jadwal kerja sendiri atau target dari setiap pencapaian pekerjaan. Tidak hanya pencapaian realisasi fisik pekerjaannya saja, tapi harus diperhatikan juga mutu setiap pekerjaan apakah sesuai dengan spesifikasi atau tidak.

3. Mengumpulkan data dan informasi lapangan

Setiap pengawas pekerjaan wajib mempunyai data lapangan, baik itu data dari pengujian laboratorium atau apapun itu, yang masih bersangkutan dengan proyek yang sedang berlangsung. Pengumpulan data bisa diperoleh dari laporan harian atau laporan dari penyedia jasa itu sendiri.

Informasi lapangan juga sangat penting bagi seorang pengawas pekerjaan, karena dengan informasi tersebut pengawas pekerjaan bisa mengetahui pekerjaan apa saja yang sedang berjalan dalam proyek tersebut. Oleh sebab itu, pengawas pekerjaan wajib melakukan pengawasan rutin atau berkala pada pekerjaan konstruksi setiap hari.

4. Mengadakan Rapat Berkala

Pada sebuah pengawasan proyek, komunikasi adalah hal yang harus dikerjakan. Bentuk komunikasi di sebuah proyek adalah dengan adanya rapat berkala. Rapat berkala meliputi:

a) Pertemuan rutin

Pertemuan yang diadakan tiap minggu oleh penyedia jasa dan dihadiri oleh Satuan Kerja/PPK serta pengawas pekerjaan yang gunanya untuk mengevaluasi hasil pekerjaan setiap minggunya.

b) Site meeting

Pertemuan yang dihadiri oleh pihak-pihak yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek dan diadakan setiap minggu. Site meeting membahas masalah-masalah yang bersifat teknis.

c) Rapat Koordinasi

Pertemuan yang dihadiri oleh pengguna jasa, penyedia jasa, dan pengawas pekerjaan. Rapat koordinasi membahas masalah-masalah yang bersifat teknis dan non teknis yang tidak dapat dipecahkan di lapangan. Pertemuan ini bersifat insidental, yang berarti rapat ini diadakan apabila diperlukan.

5. Meneliti *shopdrawings* dari penyedia jasa

*Shopdrawing* adalah gambar rencana pekerjaan yang akan dilakukan. Sudah seharusnya sebagai pengawas pekerjaan bertugas meneliti seperti apa gambar rencana yang diberikan penyedia jasa, apakah sama dan sesuai dengan spesifikasi teknis atau ada hal-hal yang menyimpang. Ketelitian untuk melihat dan meneliti *shopdrawing* bagi seorang pengawas pekerjaan dibutuhkan agar tidak adanya kesalahan pada jenis pekerjaan yang sedang dilangsungkan.

6. Meneliti *as-built drawing*

Setelah meneliti shopdrawings dan tidak ada masalah pada gambar tersebut, kemudian dilakukan proses pekerjaan. Setelah itu pengawas pekerjaan juga wajib untuk meneliti *as-built drawing* atau gambar terlaksana, apakah sama dengan pekerjaan yang ada atau kah ada kesalahan dalam pekerjaan yang tidak sesuai dengan *as-built drawing*.

7. Menyusun daftar cacat/kerusakan

Menyusun daftar cacat/kerusakan sebelum serah terima, hal ini sangat berguna bagi pengawas pekerjaan karena apabila kita sudah mempunyai catatan kerusakan maka sudah punya cara juga untuk perbaikan yang dilakukan. Serta mengawasi perbaikannya dalam masa pemeliharaan, serta menyusun laporan akhir pekerjaan pengawasan.

8. Menyusun berita acara

Penyusunan berita acara penting bagi seorang pengawas pekerjaan. Pengawas pekerjaan harus dapat membuat berita acara persetujuan kemajuan pekerjaan, berita acara pemeliharaan pekerjaan, dan serah terima pertama dan kedua pelaksanaan konstruksi sebagai kelengkapan pembayaran angsuran pekerjaan konstruksi.

Dalam setiap ada rapat mengenai pekerjaan pelaksanaan konstruksi, pengawas pekerjaan dan juga penyedia jasa harus selalu membuat berita acara yang disadur dari notulensi rapat.

9. Menyusun petunjuk pemeliharaan

Pengawas pekerjaan dengan penyedia jasa perencana menyusun petunjuk pemeliharaan dan penggunaan jembatan.

10. Pelaporan

Untuk memudahkan pengendalian komunikasi proyek, pihak-pihak yang terlibat diharuskan membuat laporan. Adapun laporan pada proyek ini adalah:

a) Laporan harian

Dibuat oleh penyedia jasa dan pengawas pekerjaan dalam hal ini pelaksana harian, untuk memudahkan mengontrol hal-hal yang bersifat teknis. Laporan ini meliputi pekerjaan yang dikerjakan dalam satu hari, mencakup biaya yang dikeluarkan, dan material yang digunakan.

b) Laporan mingguan

Laporan yang dibuat oleh penyedia jasa dan pengawas pekerjaan yang bertujuan untuk mengevaluasi pekerjaan dan biaya yang telah dikeluarkan, sehingga akan mempermudah perkiraan untuk minggu berikutnya. Laporan ini merupakan gabungan dari laporan harian dalam satu minggu.

c) Laporan bulanan

Penyedia jasa dan pengawas pekerjaan harus membuat laporan keuangan yang telah dikeluarkan pada bulan sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna jasa mengetahui perkembangan proyeknya.

c. Kewenangan Pengawas Pekerjaan

Kewenangan yang biasanya didelegasikan kepada pengawas pekerjaan:

1. Menyetujui *shop drawing* yang dibuat oleh penyedia jasa.
2. Mempersiapkan *change orders* (perintah perubahan) untuk pekerjaan tambah atau penghapusan.
3. Mempersiapkan laporan (termasuk rekomendasi) mengenai klaim penyedia jasa kepada pengawas pekerjaan.
4. Mempersiapkan laporan dan rekomendasi pada perubahan desain pekerjaan.
5. Mempersiapkan sertifikat pembayaran angsuran bulanan.
6. Menerima atau menolak pekerjaan yang dilaksanakan penyedia jasa atas dasar kesesuaian atau ketidaksesuaian terhadap syarat-syarat Teknik.
7. Menolak penggunaan bahan, peralatan atau pengerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasinya.
8. Pada aspek minor yang tidak tercakup oleh dokumen kontrak, pengawas pekerjaan harus menggunakan *engineering judgement* dalam membuat keputusan menyelesaikan sebanyak mungkin masalah di lapangan.
9. Pengawas pekerjaan dapat menangguhkan pekerjaan.
10. Meneliti apakah usulan rencana mobilisasi telah sesuai dengan kontrak.
11. Meneliti kebenaran tenaga ahli/personil dan peralatan yang dimobilisasi apakah sesuai dengan kontrak dan berita acara.
12. Meneliti kebenaran perubahan/penggantian personil sesuai dengan kondisi dan situasi yang ada, dan membuat berita acara, serta melaporkan ke pengguna jasa.
13. Memantau dan mengevaluasi kegiatan penyedia jasa pada setiap tahap kegiatan, memberikan instruksi tindak lanjut, bila perlu dan membuat berita acara.
14. Memantau dan meneliti penugasan tenaga ahli melalui daftar hadir dan surat penugasan oleh pejabat yang ditunjuk.
15. Meneliti produk konsultan perencana baik secara normatif maupun substantif apakah sesuai dengan tujuan dan sasaran kegiatan.

Kewenangan yang biasanya tidak diberikan kepada pengawas pekerjaan:

1. Menyetujui perubahan desain.
2. Menyetujui perubahan terhadap pekerjaan.
3. Memberikan perpanjangan waktu kepada penyedia jasa.
4. Menyetujui sertifikat pembayaran pekerjaan.
5. Menyetujui klaim yang diajukan oleh penyedia jasa untuk pembayaran tambahan.
6. Mengadakan negosiasi langsung dengan penyedia jasa untuk harga satuan pembayaran yang baru, apabila harus melaksanakan pekerjaan tambahan yang tidak terdapat harga satuan di dalam daftar harga.

### 1.1.3 Jadwal Pelaksanaan Proyek

Syarat-syarat umum kontrak mewajibkan penyedia jasa untuk membuat beberapa jadwal program pelaksanaan proyek. Rincian format jadwal tersebut harus dimasukkan dalam syarat-syarat teknik. Biasanya jadwal atau program harus disajikan sedemikian rupa sehingga tampak urutan pelaksanaan jenis pekerjaan, dan keterkaitan masing-masing kegiatan. Seringkali harus dilengkapi dengan sub program yang merinci berbagai segi khusus pelaksanaan pembangunan, misalnya pemancangan tiang, pemasangan bangunan atas dan sebagainya.

Jadwal pelaksanaan dimaksudkan sebagai dasar bagi (atau para pejabat terkait di atasnya), penyedia jasa dan pengawas pekerjaan untuk:

- a. Memantau kemajuan pekerjaan penyedia jasa di lapangan
- b. Menjadi rujukan bagi pembayaran eskalasi/de-eskalasi harga
- c. Mendukung pengalokasian anggaran biaya
- d. Mempertimbangkan permintaan tambahan biaya sebagai akibat dari perubahan pekerjaan
- e. Mendukung permintaan perpanjangan waktu pelaksanaan konstruksi

Garis besar jadwal pelaksanaan dipersiapkan oleh penyedia jasa sebagai bagian dari pengajuan penawaran pada waktu pelelangan dengan mempertimbangkan 3 aspek yaitu aspek perencanaan, aspek analisa dan aspek pemilihan jenis/cara penjadwalan.

Untuk dapat menyiapkan *construction schedule*, maka ditinjau dari aspek perencanaan perlu dilakukan penyiapan tata cara kerja yang meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan penelaahan awal dokumen kontrak
- b. Melakukan penelitian lapangan secara rinci untuk menguji lokasi, sumber daya yang tersedia dan menentukan tingkat kesulitan yang terkait pada pekerjaan yang akan dilaksanakan
- c. Melakukan pengkajian daftar kuantitas secara rinci
- d. Melakukan pengkajian gambar rencana secara rinci
- e. Menguji spesifikasi
- f. Menguji syarat-syarat kontrak
- g. Menganalisa pekerjaan yang diperlukan untuk setiap kegiatan
- h. Menentukan urutan pekerjaan
- i. Menentukan biaya proyek

Langkah-langkah di atas kemudian ditindaklanjuti dengan membuat analisa terhadap hal-hal berikut:

- a. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan
- b. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan
- c. Urutan setiap kegiatan
- d. Metoda kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan
- e. Sumber daya yang diperlukan
- f. Resiko yang terkait

- g. Biaya sebenarnya untuk menyelesaikan setiap kegiatan
- h. Nilai pekerjaan yang diselesaikan.

Setelah menyelesaikan analisa di atas, penyedia jasa perlu membuat beberapa jadwal dasar sebagai jadwal perencanaan kerja, yang nantinya di dalam pelaksanaan konstruksi biasanya memerlukan perubahan-perubahan disesuaikan dengan kondisi lapangan:

- a. Jadwal kegiatan, yang menentukan secara jelas kerangka waktu untuk setiap jenis pekerjaan.
- b. Jadwal sumber daya, yang menentukan secara jelas rencana ketersediaan tenaga kerja, peralatan dan bahan.
- c. Jadwal kemajuan keuangan-kurva S, yang menentukan secara jelas rencana kemajuan pekerjaan dan keuangan proyek.
- d. Jadwal cash flow keuangan, yang menentukan keadaan pemasukan dan pengeluaran uang.

Ada beberapa jenis jadwal yang dapat dipergunakan, tergantung kepada kebutuhan proyek antara lain sebagai berikut:

- a. *Critical Path Method* (Metoda Lintasan Kritis)
- b. *Bar Charts – basic and linked* (Diagram Balok - asli dan terkait)
- c. *Financial Progress Schedule – S Curve* (Jadwal Kemajuan Keuangan – Kurva S)

#### 1. *Critical Path Method* (CPM)

*Critical Path Method* adalah suatu jenis jadwal atau *network planning* yang dapat digunakan untuk menyajikan *construction schedule* dalam urutan-urutan kegiatan maupun ketergantungan satu kegiatan dengan kegiatan lain, yang dilengkapi dengan rencana “durasi” kapan suatu kegiatan paling awal dapat dikerjakan dan kapan waktu paling akhir dari kegiatan tersebut harus dikerjakan, agar seluruh kegiatan yang merupakan komponen dari suatu pekerjaan dapat dikendalikan dari awal sampai akhir.

Di dalam *network planning* yang merupakan jaringan lintasan kegiatan yang saling tergantung satu sama lain tersebut bisa terdapat satu atau lebih lintasan kritis yang menggambarkan bahwa kegiatan pada lintasan kritis tersebut harus diawali dan diakhiri tepat waktu, sebab apabila meleset pelaksanaannya akan menunda penyelesaian proyek.

Hal yang perlu dipertimbangkan pada jadwal penyelesaian proyek, sebagai berikut:

- a) Dalam merencanakan *construction schedule* suatu proyek, penyedia jasa perlu secara tajam mencari, dari sejumlah kegiatan yang akan dilakukan dalam rangka menyelesaikan proyek, kegiatan-kegiatan mana yang potensial menjadi kritis. Jika telah ditemukan jenis kegiatan di maksud, maka penyedia jasa perlu merinci kegiatan-kegiatan tersebut ke dalam sub-sub kegiatan dan dari sub-sub kegiatan ini kemudian dapat dibuat *network planning* berupa *Critical Path Method*.
- b) Untuk proyek-proyek yang dikategorikan sebagai proyek *crash program*, barangkali pilihan paling baik adalah dengan menambahkan *Critical Path Method* yang menggambarkan *network planning* dari sejak mulai sampai berakhirnya proyek, selain *Bar Chart* dan Jadwal Progres Keuangan – *S Curve*.

Bisa jadi jika dibuat *Critical Path Method* untuk proyek *crash program*, setiap lintasan yang tergambar akan berupa lintasan kritis. Jika terjadi demikian maka kegiatan yang berupa lintasan kritis tersebut perlu diurai lagi menjadi sub-sub kegiatan sehingga akan diketahui sub-sub kegiatan mana yang memberikan kontribusi kritis bagi suatu kegiatan.

## 2. *Bar Charts – Basic and Linked*

*Bar Charts* atau diagram balok merupakan diagram yang paling sederhana, menggambarkan hubungan antara kegiatan dengan waktu. Ada 2 tipe yang dikenal yaitu *basic chart* dan *linked chart*. *Basic chart* menggambarkan bar chart untuk masing-masing kegiatan yang berdiri sendiri, sedangkan *linked chart* menggambarkan bar chart untuk masing-masing kegiatan yang dimulainya tergantung pada selesainya kegiatan lain. Jadi pada *link chart* secara sederhana dinampakkan adanya ketergantungan suatu kegiatan dengan kegiatan lain meskipun tidak sejelas *Critical Path Method*. Jika hanya mengandalkan *bar chart*, kita tidak akan pernah mengetahui kegiatan atau sub kegiatan mana yang posisinya berada pada lintasan kritis, yang mengharuskan kita untuk memberikan prioritas utama dalam ketepatan waktu pelaksanaannya karena keterlambatan pelaksanaan akan menunda penyelesaian proyek.

*Bar chart* yang dibuat untuk proyek-proyek jalan biasanya dilengkapi dengan *no. pay* item sesuai dengan yang ada di dalam kontrak, nama kegiatan atau deskripsi kegiatan menurut *no. pay* item, kuantitas pekerjaan menurut *no. pay* item dan waktu pelaksanaan untuk masing-masing *pay* item. Di dalam contoh tidak digambarkan *bar chart* lengkap berdasarkan *pay* item akan tetapi hanya digambarkan *resume* berdasarkan kelompok-kelompok *pay* item.

## 3. *Financial Progress Schedule – S Curve*

*Financial Progress Schedule – S Curve* merupakan suatu *monthly construction schedule* yang menggambarkan rencana dan realisasi pelaksanaan pekerjaan bulanan kumulatif dinyatakan dalam % terhadap total biaya proyek, selama *construction period* yaitu sejak *Commencement of Works* (COW) sampai dengan *Provisional Hand Over* (PHO). *S-Curve* ini merupakan alat pengendali baik bagi penyedia jasa, pengawas pekerjaan maupun pemilik pekerjaan. Oleh karena *S-Curve* itu menyangkut informasi pekerjaan yang berkaitan dengan pembayaran prestasi pekerjaan maka di dalam *S-Curve* tercatat:

- a) *No. pay* item,
- b) Deskripsi *pay* item,
- c) Nama *section* yang berisi sejumlah *pay* item,
- d) Kuantitas masing-masing *pay* item,
- e) Harga satuan masing-masing *pay* item,
- f) Total harga dari masing-masing *pay* item,
- g) Rincian kebutuhan biaya bulanan masing-masing *pay* item dinyatakan dalam proses terhadap total biaya konstruksi

Dari total % rencana pelaksanaan pekerjaan setiap bulan, dapat dihitung jumlah % kumulatif rencana pelaksanaan pekerjaan tiap bulan mulai dari COW sampai dengan PHO. Kurva yang menghubungkan % kumulatif rencana pelaksanaan



pekerjaan tiap bulan inilah yang disebut Kurva S karena pada umumnya untuk suatu rencana pelaksanaan yang normatif, kurva tersebut biasanya berbentuk huruf S. Dengan cara yang sama, sesuai dengan realisasi pelaksanaan di lapangan dibuat kurva yang menghubungkan realisasi bulanan di maksud sebagai alat pengendali.

#### 1.1.4 Pengelolaan Bahan

##### a. Pengadaan Bahan

Penyediaan bahan bangunan pada suatu proyek memerlukan manajemen yang baik untuk menunjang kelancaran pekerjaan.

Untuk pengadaan bahan di lapangan, penyedia jasa harus menyerahkan perincian bahan untuk disetujui oleh Satuan Kerja/PPK, rincian bahan, pemasok dan contoh-contoh dari bahan yang akan dipakai dalam pelaksanaan kontrak. Penyedia jasa juga diminta untuk membuat mengenai pengadaan bahan utama yang akan dipergunakan.

##### b. Pengendalian Bahan

Sistem pengendalian bahan di proyek sangat diperlukan untuk mencegah pemborosan, kerusakan, kehilangan atau pencurian. Tanggung jawab pengamanan bahan sampai dipergunakan dalam pekerjaan permanen ditanggung oleh penyedia jasa. Penyedia jasa harus memiliki sistem penerimaan dan pendistribusian untuk bahan-bahan yang keluar masuk daerah penyimpanannya.

Jika bahan-bahan di lokasi yang belum dipakai untuk pekerjaan permanen akan dibayar, maka suatu sistem pembukuan harus diadakan untuk menjamin bahwa yang akan dibayar adalah bahan-bahan yang betul-betul akan dipakai. Pengawas pekerjaan dan staf harus memiliki sistem identifikasi dan inventarisasi untuk bahan-bahan tersebut.

Pengawas pekerjaan dan staf harus melakukan pemeriksaan berkala untuk menentukan kuantitas dan kondisi bahan yang telah dibayar dalam pembayaran angsuran bulanan terdahulu dan yang masih disimpan menunggu pemakaiannya dimasa mendatang.

##### c. Penyimpanan Bahan

Penyedia jasa diwajibkan menyimpan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pekerjaan, sesuai dengan persyaratan teknik. Detail dari cara penyimpanan dan tempat yang dipakai harus diserahkan pada Kasatker/PPK untuk disetujui.

Penyimpanan bahan-bahan material perlu mendapat perhatian khusus, mengingat bahan yang sangat peka terhadap kondisi lingkungan, seperti semen dan tulangan yang sangat dipengaruhi oleh air dan udara. Penempatan bahan yang tepat dan seefisien mungkin juga perlu diperhatikan untuk dapat mempercepat dan mempermudah pekerjaan. Disamping itu, penyimpanan bahan yang baik dan tertata rapi akan mendukung efektifitas kerja dan keselamatan kerja. Pengaturan penyimpanan bahan-bahan bangunan dan peralatan pada suatu proyek menjadi tanggung jawab penyedia jasa bagian logistik (*material management*) dan gudang (*warehouse*). Adalah penting bahwa bahan yang memerlukan perlindungan dari panas hujan harus dilindungi dengan baik.

##### d. Penanganan Bahan

Metode penanganan beberapa bahan telah tercakup secara detail didalam syarat-syarat teknik. Untuk menghindari kerusakan yang disebabkan oleh ketidaktahuan dan kelalaian, pengawas pekerjaan dan staf harus memantau kegiatan penyedia jasa pada saat dilakukan penanganan bahan guna menjamin bahwa telah memenuhi Syarat-syarat teknik yang ditentukan atau sesuai dengan prosedur.

e. Pengujian Bahan

Bahan yang disediakan oleh penyedia jasa untuk dipakai di lapangan harus mengikuti ketentuan dalam persyaratan teknik.

Pengujian bahan diadakan sebagai suatu bagian dari proses pengawasan. Ada beberapa bahan yang sistem pengujiannya hanya dilihat berupa visual saja, apakah bahan tersebut masih dalam keadaan baik atau tidak. Ada juga bahan yang harus diuji dalam laboratorium yang rinci. Bahan yang sudah diuji di laboratorium akan mendapatkan sertifikat kelayakan bahan, dan apabila bahan tersebut sudah berada di lokasi pekerjaan maka harus dicocokkan antara sertifikat pengujiannya sesuai dengan persyaratan teknik.

Dalam kontrak terdapat persyaratan bahwa penyedia jasa harus menyediakan laboratorium sederhana di lokasi pekerjaan bagi Satuan Kerja/PPK, untuk melakukan pengujian yang lazim dilakukan untuk tanah dan agregat bersamaan dengan *slump test* dan pengujian kekuatan tekan beton. Pengujian lebih rinci/detail untuk baja dan sebagainya dilakukan di laboratorium di luar lokasi, baik pada laboratorium Ditjen Bina Marga di ibu kota provinsi atau pada salah satu laboratorium spesialisasi dimanapun.

Pengawas pekerjaan bertanggungjawab untuk mengambil contoh bahan dengan cara yang tepat dan sesuai dengan persyaratan teknik bahwa contoh bahan yang mewakili diambil untuk pengujian.

Metode pengambilan contoh harus mengikuti syarat-syarat teknik atau sebagaimana terdapat dalam SNI/AASHTO/ASTM.

Metode pengambilan contoh dan pengujian yang tertera harus diikuti dengan tepat. Jika hal ini tidak dilakukan, hasil-hasil pengujian tidak akan baik atau konsisten. Jika penyedia jasa atau rekanan mengetahui adanya kekurangan dalam pengambilan contoh dan/atau pengujian, hasil pengujian tidak akan dapat dipakai sebagai dasar pengendalian mutu.

### 1.1.5 Penanganan Peralatan

Sesuai ketentuan spesifikasi di bidang jembatan, untuk kebutuhan pengendalian mutu oleh pengawas pekerjaan, penyedia jasa harus menyediakan pelayanan pengujian dan/atau fasilitas laboratorium sebagaimana disyaratkan untuk memenuhi seluruh ketentuan pengendalian mutu dari spesifikasi.

Disamping itu, peralatan konstruksi yang akan digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi persyaratan teknis agar dapat menghasilkan produk yang dapat memenuhi ketentuan spesifikasi. Peralatan konstruksi yang disediakan penyedia jasa yang memerlukan pemeriksaan oleh direksi pekerjaan tersebut meliputi peralatan pemecah batu, dan peralatan pencampur beton, peralatan penarikan kabel prategang, dan peralatan pancang

a. Peralatan Pengujian

Peralatan dan perlengkapan laboratorium yang terdaftar dalam spesifikasi harus sudah disediakan dalam waktu 45 hari terhitung sejak tanggal mulai kerja, sehingga pengujian sumber bahan dapat dimulai sesegera mungkin.

Alat-alat ukur seperti timbangan, *proving ring*, dan lainnya harus dikalibrasi oleh instansi yang berwenang dengan menunjukkan sertifikat kalibrasi.

Jika setiap pengujian yang tidak diperuntukkan atau tidak disyaratkan, atau karena belum perlu dilaksanakan, atau karena belum disyaratkan di dalam dokumen kontrak ternyata diperintahkan untuk dilaksanakan oleh pengawas pekerjaan, atau bilamana pengawas pekerjaan memerintahkan kepada pihak ketiga untuk melaksanakan pengujian yang tidak termasuk ketentuan dalam spesifikasi atau pelaksanaan pengujian di luar lingkup pekerjaan atau pengujian di tempat suatu pabrik pembuat atau fabrikasi bahan, maka biaya untuk pelaksanaan pengujian tersebut menjadi beban pengguna jasa, kecuali jika hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan atau bahan tersebut tidak sesuai dengan yang disyaratkan dalam dokumen kontrak, dengan demikian maka biaya pengujian menjadi beban penyedia jasa.

b. Peralatan Konstruksi Jembatan

1. Peralatan pemecah batu

Peralatan pemecah batu berfungsi memproduksi agregat mulai dari yang halus sampai yang kasar tergantung kepada saringan yang dipakai serta besaran bukaan pengeluaran atau setting atau discharge opening yang disetel. Sedangkan bentuk daripada butiran agregat banyak dipengaruhi oleh kondisi komponen atau bagian pemecahnya, antara lain jaw platnya untuk pemecah batu tipe jaw.

Pengaruh peralatan pemecah batu terhadap karakteristik dari agregat hanya terhadap:

a) Ukuran butiran agregat

Seperti telah dijelaskan di atas bahwa ukuran butiran agregat yang dihasilkan tergantung pada penyetelan bukaan pengeluaran atau *discharge opening* dan ukuran saringan yang dipasang. Tapi pada pemecah batu jenis *impact*, ukuran butiran agregat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya putaran rotor dan jumlah dengan pemukulnya (*hammer*). Obyek pemeriksaan besaran ukuran butiran agregat adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.1 - Obyek pemeriksaan besaran ukuran butiran agregat**

NO	TIPE / JENIS PERALATAN PEMECAH BATU	OBYEK YANG DIPERIKSA
1	<i>Jaw Crusher</i>	Besaran bukaan pengeluaran ( <i>discharge opening</i> ) dan ukuran saringan yang dipasang.
2	<i>Cone Crusher</i>	- idem, sda.
3	<i>Roll Crusher</i>	Besaran ukuran celah antara <i>roll</i> pemecah dan ukuran saringan yang dipasang.
4	<i>Impact Crusher</i>	Tinggi rendah putaran rotor dan jumlah lengan pemukul ( <i>hammer</i> ) yang terpasang pada rotor.

b) Bentuk butiran agregat

Pemeriksaan bentuk butiran agregat yang dipersyaratkan untuk material konstruksi dinyatakan dalam persen (%) kepipihan.

Bentuk butiran agregat banyak diakibat oleh kondisi komponen pemecah pada peralatan pemecah batunya, misalnya permukaan dari pelat pemecah batunya, *jaw plate* pada *jaw crusher*. Tingkat kerusakan (keausan) dari komponen pemecah menentukan tingkat besaran persentase (%) kepipihan agregat yang dihasilkan.

**Tabel 1.2 - Maksimum kepipihan yang diijinkan**

NO	PENGUNAAN AGREGAT	MAKSIMUM % KEPIPIHAN
1	Campuran aspal panas	< 10 %
2	Penetrasi Mac Adam	< 25 %

Apabila sebuah unit *jaw crusher* menghasilkan produk agregat kasarnya dengan tingkat persentase kepipihan sebesar 20%, maka *jaw crusher* tersebut tidak laik operasi untuk memproduksi agregat untuk campuran aspal panas tapi masih laik untuk penetrasi Mac Adam. Dari hasil pemeriksaan komponen pemecahnya ditemukan bahwa permukaan pelat rahangnya sudah aus. Direkomendasikan agar pelat rahangnya direkondisi dulu atau diganti baru.

2. Peralatan pekerjaan peton

a) Alat pencampur beton

Beton harus dicampur dalam mesin yang dijalankan secara mekanis dari jenis dan ukuran yang disetujui sehingga dapat menjamin distribusi yang merata dari seluruh bahan.

Pencampur harus dilengkapi dengan tangki air yang memadai dan alat ukur yang akurat untuk mengukur dan mengendalikan jumlah air yang digunakan dalam setiap penakaran.

Bila tidak memungkinkan penggunaan mesin pencampur, direksi pekerjaan dapat menyetujui pencampuran beton dengan cara manual, sedekat mungkin dengan tempat pengecoran. Penggunaan pencampuran beton dengan cara manual harus dibatasi pada beton non-struktural.

b) Alat tremi

Bilamana beton dicor di dalam air atau pengeboran lumpur dan pemompaan tidak dapat dilakukan dalam waktu 48 jam setelah pengecoran, maka beton harus dicor dengan metode Tremi atau metode *drop-bottom-bucket*, dimana bentuk dan jenis yang khusus digunakan untuk tujuan ini harus disetujui terlebih dahulu oleh pengawas pekerjaan.

Tremi harus kedap air dan mempunyai ukuran yang cukup sehingga memungkinkan pengaliran beton. Tremi harus selalu diisi penuh selama pengecoran.

Bilamana aliran beton terhambat maka Tremi harus ditarik sedikit dan diisi penuh terlebih dahulu sebelum pengecoran dilanjutkan.

Baik Tremi atau *Drop-Bottom-Bucket* harus mengalirkan campuran beton di bawah permukaan beton yang telah dicor sebelumnya

Cara tremi harus mencakup sebuah pipa yang diisi dari sebuah corong di atasnya.

Pipa harus diperpanjang sedikit di bawah permukaan beton baru dalam tiang bor sampai di atas elevasi air/lumpur.

Bilamana beton mengalir keluar dari dasar pipa, maka corong harus diisi lagi dengan beton sehingga pipa selalu penuh dengan beton baru. Pipa tremie harus kedap air, dan harus berdiameter paling sedikit 15 cm. Sebuah sumbat harus ditempatkan di depan beton yang dimasukkan pertama kali dalam pipa untuk mencegah pencampuran beton dan air.

c) Alat penggetar

Beton harus dipadatkan dengan penggetar mekanis dari dalam atau dari luar yang telah disetujui. Bilamana diperlukan, dan bilamana disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, penggetaran harus disertai penusukan secara manual dengan alat yang cocok untuk menjamin pemadatan yang tepat dan memadai. Penggetar tidak boleh digunakan untuk memindahkan campuran beton dari satu titik ke titik lain di dalam cetakan.

Alat penggetar mekanis dari luar harus mampu menghasilkan sekurang-kurangnya 5000 putaran per menit dengan berat efektif 0,25 kg, dan boleh diletakkan di atas acuan supaya dapat menghasilkan getaran yang merata.

Alat penggetar mekanis yang digerakkan dari dalam harus dari jenis pulsating (berdenyut) dan harus mampu menghasilkan sekurang-kurangnya 5000 putaran per menit apabila digunakan pada beton yang mempunyai slump 2,5 cm atau kurang, dengan radius daerah penggetaran tidak kurang dari 45 cm adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.3 - Jumlah minimum alat penggetar mekanis dari dalam sesuai dengan kecepatan pengecoran**

Kecepatan Pengecoran Beton (m <sup>3</sup> / jam)	Jumlah Alat
4	2
8	3
12	4
16	5
20	6

d) Alat perawatan dengan uap

Beton dirawat dengan uap untuk maksud mendapatkan kekuatan yang tinggi pada permulaannya. Bahan tambah (*aditif*) tidak diperkenankan untuk dipakai dalam hal ini kecuali atas persetujuan pengawas pekerjaan.

Perawatan dengan uap harus dikerjakan secara menerus sampai waktu dimana beton telah mencapai 70 % dari kekuatan rancangan beton berumur 28 hari.

Perawatan dengan uap untuk beton harus mengikuti ketentuan di bawah ini:

- 1) Tekanan uap pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi tekanan di luar.
- 2) Temperatur pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi 38°C selama sampai 2 jam sesudah pengecoran selesai, dan kemudian temperatur dinaikkan berangsur-angsur sehingga mencapai 65°C dengan kenaikan temperatur maksimum 14°C/jam secara ber-sama-sama.
- 3) Beda temperatur yang diukur di antara dua tempat di dalam ruang uap tidak boleh melampaui 5,5°C.
- 4) Penurunan temperatur selama pendinginan tidak boleh lebih dari 11°C per jam.
- 5) Temperatur beton pada saat dikeluarkan dari penguapan tidak boleh 11°C lebih tinggi dari temperatur udara di luar.
- 6) Setiap saat selama perawatan dengan uap, di dalam ruangan harus selalu jenuh dengan uap air.
- 7) Semua bagian struktural yang mendapat perawatan dengan uap harus dibasahi selama 4 hari sesudah selesai perawatan uap tersebut.

Penyedia jasa harus membuktikan bahwa peralatannya bekerja dengan baik dan temperatur di dalam ruangan perawatan dapat diatur sesuai dengan ketentuan dan tidak tergantung dari cuaca luar.

Pipa uap harus ditempatkan sedemikian atau balok harus dilindungi secukupnya agar beton tidak terkena langsung semburan uap, yang akan menyebabkan perbedaan temperatur pada bagian-bagian beton.

e) Perlengkapan penarik kabel prategang

Perlengkapan penarik kabel harus disetujui oleh direksi pekerjaan sebelum digunakan dan harus dikalibrasi sebagai unit yang lengkap oleh suatu laboratorium yang disetujui setiap enam bulan (atau lebih sering jika diperintahkan oleh pengawas pekerjaan) agar memberikan korelasi antara gaya yang diberikan pada kabel dan bacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur tekanan. Perlengkapan penarikan kabel harus disediakan paling sedikit 2 alat pengukur tekanan dengan permukaan diameter tidak kurang dari 150 mm, satu untuk membaca lendutan akibat penegangan dan yang satunya untuk membaca pembebanan selama operasi penegangan akhir. Alat pengukur tekanan harus akurat sampai ketelitian 1% kapasitas penuh. Sertifikat kalibrasi harus disimpan di kantor kerja pada tempat pengecoran dan disediakan untuk pengawas pekerjaan atas permintannya.

Sebelum pekerjaan penegangan, peralatan harus diperiksa, dikalibrasi atau diuji, sebagaimana dipandang perlu oleh direksi pekerjaan. Dinamometer dan alat ukur lainnya harus mempunyai toleransi sampai 2%. Alat pengukur tekanan harus disesuaikan dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Alat pengukur

tekanan ini juga harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak akan rusak bila terjadi penurunan tegangan secara mendadak.

Untuk maksud pencatatan, jika dipandang perlu, dapat dipasang lebih dari satu alat pengukur tekanan

f) Peralatan penyuntikan

Peralatan pencampur harus dapat menghasilkan adukan semen dengan kekentalan yang homogen dan harus mampu memasok secara menerus pada peralatan penyuntikan. Peralatan penyuntikan tersebut harus mampu beroperasi secara menerus dengan sedikit variasi tekanan dan harus mempunyai sistim untuk mengalirkan kembali adukan bila-mana penyuntikan sedang tidak dijalankan. Udara bertekanan tidak boleh digunakan. Peralatan tersebut harus mempunyai tekanan tetap yang tidak melebihi 8 kg/cm<sup>2</sup>. Semua pipa yang disambungkan ke pompa penyuntikan harus mempunyai suatu lengkung minimum, katup dan sambungan penyesuai antar diameter. Semua pengatur arus ke pompa harus disetel dengan saringan 1,0 mm.

Semua peralatan, terutama pipa, harus dicuci sampai bersih dengan air bersih setelah setiap rangkaian operasi dan pada akhir operasi setiap hari. Interval waktu antar pencucian tidak boleh melebihi dari 3 jam.

Peralatan tersebut harus mampu mempertahankan tekanan pada selongsong yang telah disuntik sampai penuh dan harus dilengkapi dengan katup yang dapat terkunci tanpa kehilangan tekanan dalam selongsong. Pencampuran tidak boleh dilakukan secara manual.

g) Percobaan pembebanan (*loading test*)

Percobaan pembebanan harus dilakukan dengan cara yang disetujui oleh pengawas pekerjaan. Penyedia jasa harus menyerahkan detail gambar peralatan pembebanan yang akan digunakannya kepada pengawas pekerjaan untuk mendapat persetujuan.

Peralatan tersebut harus dibuat sedemikian hingga memungkinkan penambahan beban tanpa menyebabkan getaran terhadap tiang uji.

Bilamana cara yang disetujui ini membutuhkan tiang (jangkar) tarik, tiang Tarik semacam ini harus dari jenis dan diameter yang sama dengan pipa yang permanen dan harus dilaksanakan di lokasi pipa permanen tersebut. Tiang dan selongsong pipa yang dinding-dindingnya tidak mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan beban percobaan bila dalam keadaan kosong, harus diberi penulangan yang diperlukan dan beton yang dicor sebelum dilakukan pembebanan. Beban-beban untuk pengujian pembebanan tidak boleh diberikan sampai beton mencapai kuat tekan minimum 95 % dari kuat tekan beton berumur 28 hari.

Peralatan yang disetujui dan cocok untuk mengukur beban tiang dan penurunan tiang pancang dengan akurat dalam setiap peningkatan beban harus disediakan oleh penyedia jasa.

Peralatan tersebut harus mempunyai kapasitas kerja tiga kali beban rancangan untuk tiang yang akan diuji yang ditunjukkan dalam gambar. Titik referensi

untuk mengukur penurunan (*settlement*) tiang pancang harus dipindahkan dari tiang uji untuk menghindari semua kemungkinan gangguan yang akan terjadi. Semua penurunan tiang pancang yang dibebani harus diukur dengan peralatan yang memadai, seperti alat pengukur (*gauges*) tekanan, dan harus diperiksa dengan alat pengukur elevasi.

Peningkatan lendutan akan dibaca segera setelah setiap penambahan beban diberikan dan setiap interval 15 menit setelah penambahan beban tersebut. Beban yang aman dan diijinkan adalah 50 % beban yang telah diberikan selama 48 jam secara terus menerus menyebabkan penurunan tetap (*permanent settlement*) tidak lebih dari 6,5 mm yang diukur pada puncak tiang. Beban pengujian harus dua kali beban rancangan yang ditunjukkan dalam gambar.

Alat pancang yang digunakan dapat dari jenis gravitasi, uap atau diesel. Untuk tiang pancang beton, umumnya digunakan jenis uap atau diesel. Berat palu pada jenis gravitasi sebaiknya tidak kurang dari jumlah berat tiang beserta topi pancangnya, tetapi sama sekali tidak boleh kurang dari setengah jumlah berat tiang beserta topi pancangnya, dan minimum 2 ton untuk tiang pancang beton. Untuk tiang pancang baja, berat palu harus dua kali berat tiang beserta topi pancangnya.

Tinggi jatuh palu tidak boleh melampaui 2,5 meter atau sebagaimana yang diperintahkan oleh direksi pekerjaan. Alat pancang dengan jenis gravitasi, uap atau diesel yang disetujui, harus mampu memasukkan tiang pancang tidak kurang dari 3mm untuk setiap pukulan pada 15 cm dari akhir pemancangan dengan daya dukung yang diinginkan sebagaimana yang ditentukan dari rumus pemancangan yang disetujui, yang digunakan oleh penyedia jasa. Energi total alat pancang tidak boleh kurang dari 970 kgm per pukulan, kecuali untuk tiang pancang beton sebagaimana disyaratkan di bawah ini.

Alat pancang uap, angin atau diesel yang dipakai memancang tiang pancang beton harus mempunyai energi per pukulan, untuk setiap gerakan penuh dari pistonnya tidak kurang dari 635 kgm untuk setiap meter kubik beton tiang pancang tersebut.

### **1.1.6 Administrasi Pengawasan**

#### **a. Program dan Koordinasi**

Penyedia jasa bertanggung jawab kepada pengawas pekerjaan untuk membuat program penyelesaian pekerjaan sesuai jangka waktu dalam kontrak dan untuk dapat mengikuti program tersebut. Pengawas pekerjaan harus menjamin bahwa hal-hal yang dapat mengakibatkan klaim perpanjangan waktu, seperti perubahan desain atau kondisi fondasi yang tak terduga, menjadi pemutakhiran program penyedia jasa. Penyedia jasa harus menyediakan data yang cukup agar dapat dilakukan pemantauan yang efektif terhadap kegiatannya. Format yang benar dan persyaratan minimum dari program terdapat dalam spesifikasi Teknis.

Bilamana suatu pekerjaan kontrak termasuk banyak jenis bahan (misalnya komponen bangunan atas dari baja) yang harus disediakan oleh pengguna jasa, adalah penting



untuk memperkirakan dengan baik pengaturan waktu. Ini akan menjamin bahwa kegiatan penyedia jasa tidak akan tertunda disebabkan kekurangan salah satu bahan.

Koordinasi adalah usaha menyatukan kegiatan-kegiatan dari satuan-satuan kerja (unit-unit) organisasi, sehingga organisasi bergerak sebagai kesatuan guna melaksanakan seluruh tugas organisasi sehingga dapat mencapai tujuannya. Untuk membantu tercapainya koordinasi diperlukan adanya komunikasi administrasi yang disebut sebagai hubungan kerja.

Dengan demikian koordinasi dan hubungan kerja merupakan dua pengertian yang saling terkait, karena koordinasi hanya dapat dicapai dengan sebaik-baiknya bila dilakukan dengan hubungan kerja yang efektif.

b. Kegiatan Pendahuluan

Pengawas pekerjaan harus melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Mendapatkan copy surat penerimaan (*Letter of Acceptance*) dan memperhatikan ketentuan khusus yang terdapat didalamnya.
2. Membicarakan pekerjaan dengan perencana teknis untuk lebih mengenal berbagai segi desain.
3. Memastikan bahwa jalan masuk dapat dilakukan ke lokasi jembatan dan setiap kondisi yang dilarang pada jalan masuk (seperti misalnya curah hujan yang tinggi).
4. Memeriksa apakah kontrak sudah ditanda-tangani dan jaminan pelaksanaan (*Performance Bond*) telah diserahkan oleh penyedia jasa.
5. Meminta penyedia jasa memberikan bukti bahwa polis asuransi telah sesuai dengan persyaratan umum kontrak. Penyedia jasa harus memiliki minimal satu salinan dokumen tersebut.
6. Menyelidiki adanya utilitas umum yang kemungkinan akan dipengaruhi karena adanya pekerjaan ini. Penyedia jasa harus memiliki minimal satu salinan dokumen terkait dengan instansi yang berwenang. Sehingga apabila pengguna jasa, bertanggung jawab atas pemindahan utilitas, maka dapat segera dilaksanakan sesuai waktunya untuk menghindari keterlambatan pekerjaan sesuai kontrak.
7. Memeriksa kebenaran posisi patok pengukuran dan jika perlu mengatur kembali pemasangannya.
8. Memeriksa bahan-bahan yang akan disediakan oleh penyedia jasa agar menjamin bahwa penyediaan bahan tepat waktu.
9. Membuat surat pelimpahan wewenang kepada penyedia jasa.
10. Mencari informasi dari pengawas pekerjaan yang pernah mempunyai hubungan kerja dengan penyedia jasa. Dengan cara ini mungkin akan terungkap hal-hal khusus yang perlu mendapat perhatian.
11. Meminta penyedia jasa untuk menyediakan contoh-contoh agregat beton dan rencana campuran beton yang diusulkannya sedini mungkin. Menghindari keterlambatan karena menunggu rencana campuran (*mix design*) yang disetujui.
12. Mengadakan rapat persiapan pelaksana pekerjaan (*pre-construction meeting*) dengan penyedia jasa.

c. Rapat Persiapan Pelaksanaan (*Pre-Construction Meeting/PCM*)

1. Umum

Rapat persiapan pelaksanaan adalah pertemuan antara pihak proyek/satuan kerja (direksi pekerjaan dan unsur perencanaan), pengawas pekerjaan dan penyedia jasa yang dilakukan selambat-lambatnya 7 hari setelah diterbitkannya SPMK (Surat Perintah Mulai Kerja) oleh Kasatker, guna membahas dan kemudian menyepakati bersama berbagai hal yang dapat menimbulkan masalah dalam pelaksanaan.

Materi yang perlu dibahas dan disepakati dalam rapat adalah :

a) Pasal-pasal penting dalam dokumen kontrak tentang :

- 1) Asuransi pekerjaan;
- 2) Pekerjaan tambah kurang;
- 3) Penyelesaian perselisihan;
- 4) Pemeliharaan pekerjaan;
- 5) Kompensasi;
- 6) Denda;
- 7) Pemutusan kontrak;
- 8) Dan lain-lain yang dinilai perlu.

b) Tata cara penyelenggaraan pekerjaan, perihal:

- 1) Organisasi kerja;
- 2) Tata cara pengaturan pekerjaan;
- 3) Jadwal pelaksanaan pekerjaan;
- 4) Jadwal pengadaan bahan, mobilisasi peralatan dan personil;
- 5) Penyusunan rencana pemeriksaan lapangan;
- 6) Sosialisasi kepada masyarakat dan pemerintah daerah setempat mengenai rencana kerja;
- 7) Penyusunan program mutu.
- 8) Dan lain-lain yang dianggap perlu

Jadi dengan demikian tujuan penyelenggaraan PCM adalah menyatukan pengertian terhadap seluruh isi dokumen kontrak dan membuat kesepakatan-kesepakatan terhadap hal-hal penting yang belum terdapat di dalam dokumen kontrak serta membahas jalan keluar terhadap kendala-kendala yang mungkin terjadi selama pelaksanaan konstruksi.

a) Prosedur administrasi penyelenggaraan pekerjaan

Pembahasan prosedur administrasi penyelenggaraan proyek yang harus dibahas dalam rapat pra pelaksanaan meliputi:

- 1) Permintaan dan penerimaan dalam rangka menyelesaikan pekerjaan (*Request and approval for examination of works*)

- 2) Tambahan waktu untuk melengkapi pekerjaan (*Extension time for completion of works*)
- 3) Gambar kerja dan kelengkapannya
- 4) Pengajuan MC (*monthly certificate*)
- 5) PHO (*Provisional Hand Over*) dan FHO (*Final Hand Over*)
- 6) Pembuatan amandemen kontrak
- 7) Jadwal pengadaan bahan, penggunaan peralatan dan personil
- 8) Review dan penyempurnaan terhadap jadwal kerja yang harus sesuai dengan target volume, mutu dan waktu
- 9) Menyusun rencana dan pelaksanaan pemeriksaan lapangan (*mutual check*) sehubungan dengan *review design* terhadap *simplified design* yang ada dalam dokumen kontrak

b) Tata cara dan prosedur teknis pelaksanaan pekerjaan

Tata cara dan prosedur teknis pelaksanaan pekerjaan yang perlu dibahas dalam rapat pra pelaksanaan antara lain:

- 1) Pelaksanaan konstruksi fondasi jembatan dan bangunan atasnya.
- 2) Pelaksanaan rigid pavement pada segmen jalan dengan LHR (lalulintas harian rata-rata) tinggi berikut rekayasa lalu lintasnya.
- 3) Pelaksanaan *soil stabilization*.
- 4) Pelaksanaan produksi agregat untuk fondasi jalan dan perkerasan aspalnya.
- 5) Menentukan lokasi sumber bahan material (*quarry*), estimasi kuantitas bahan beserta rencana pemeriksaan mutu bahan yang akan digunakan.
- 6) Pendekatan terhadap masyarakat dan pemerintah daerah setempat mengenai rencana kerja yang ada kaitannya dengan musim tanam atau masalah jalan akses ke *quarry*/angkutan bahan.

2. Penyiapan materi rapat

Dalam rapat pra pelaksanaan, unsur penyelenggara proyek yang terlibat dalam pembahasan dan masing-masing perlu menyiapkan materi bahasan adalah :

- a) Atasan langsung pemimpin proyek/kepala satuan kerja
- b) Kepala satuan kerja perencanaan dan pengawasan
- c) Kepala satuan kerja fisik/direksi pekerjaan
- d) Penyedia jasa
- e) Pengawas pekerjaan

Masing-masing unsur berperan dalam penyiapan materi atau dalam pembahasan sebagai berikut :

- a) Atasan langsung Pemimpin Proyek/Kepala Satuan Kerja
  - 1) Sebagai moderator dan nara sumber.

- 2) Memberikan pengarahan secara umum pelaksanaan proyek.
  - 3) Menjelaskan bahwa Kasatker ikut bertanggung jawab terhadap *review design* beserta prosedur survei sampai dengan penyelesaiannya sebagai pedoman awal pelaksanaan pekerjaan.
  - 4) Lain-lain yang dianggap perlu.
- b) Kepala Satuan Kerja perencanaan dan pengawasan
- 1) Menjelaskan kebijaksanaan teknis tentang perlunya *review design*.
  - 2) Menjelaskan prosedur *review design* termasuk :
    - Metodologi survei
    - Cara pembuatan gambar kerja
    - Mekanisme proses administrasi *review design* dan proses amandemen kontrak.
    - Menjelaskan kapan *review design* harus diselesaikan.
  - 3) Menjelaskan prosedur dan jadwal kerja seluruh tenaga pengawas pekerjaan mulai dari mobilisasi sampai demobilisasi.
  - 4) Menjelaskan TOR/tugas-tugas dan tanggung jawab pengawas pekerjaan serta kualifikasi personelnnya.
  - 5) Menjelaskan laporan-laporan kemajuan pelaksanaan fisik yang akan dibuat oleh pengawas pekerjaan dan distribusi laporan-laporan yang terdiri dari :
    - *Monthly executive summary report*
    - *Monthly progress report*
    - *Quarterly report*
    - *Quality control report*
    - *Technical report*
    - *Review design / technical justification report*
    - *Technical paper*
    - *Draft final report*
    - *Final report*
    - Serta kapan waktunya laporan tersebut harus selesai dikirim.
  - 6) Menjelaskan bahwa pengawas pekerjaan bertanggung jawab dalam pengarsipan dokumen-dokumen lapangan.
  - 7) Menjelaskan adanya penilaian kinerja pengawas pekerjaan atau penyedia jasa yang sedang melaksanakan pekerjaan.
  - 8) Menjelaskan akomodasi dan fasilitas yang disediakan oleh kontrak konsultan.
  - 9) Secara periodik satuan kerja pengawasan akan melaksanakan uji petik.
  - 10) *As built drawing* harus dibuat sesuai dengan standar yang berlaku.
  - 11) Menjelaskan adanya keharusan untuk mencari data-data yang berasal dari original design mencakup antara lain :
    - Tipe perkerasan setiap segmen

- Besar lendutan setiap segmen
- Besar CBR setiap segmen
- Lebar perkerasan setiap segmen
- IRI, RCI
- Dan lain-lain.

12) Lain-lain yang dianggap perlu.

c) Kepala satuan kerja fisik/direksi pekerjaan

- 1) Sebagai ketua rapat
- 2) Menjelaskan susunan organisasi proyek
- 3) Membahas struktur organisasi pelaksanaan konstruksi yang diusulkan oleh penyedia jasa maupun yang disarankan oleh pengawas pekerjaan.
- 4) Membahas tugas penyedia jasa mengenai :
  - Survei dan membuat gambar kerja.
  - Rencana pengadaan personel, peralatan dan bahan.
  - Penyiapan *construction schedule – financial progress schedule – S Curve*.
  - Rencana penyelesaian vector diagram setelah review design.
- 5) Menjelaskan bahwa keterlambatan mobilisasi dapat dikenakan denda.
- 6) Menjelaskan kapan dan bagaimana proses PHO dan FHO.
- 7) Menjelaskan diperlukannya *Show Cause Meeting* bilamana terjadi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan realisasi pelaksanaan pekerjaan tidak sesuai dengan rencana pelaksanaan pekerjaan.
- 8) Menjelaskan bahwa 1 (satu) bulan sebelum PHO maka Kasatker/PPK akan mengeluarkan pengumuman kepada masyarakat sekitar proyek tentang akan selesainya proyek untuk menghindari adanya tagihan utang yang belum dibayar oleh penyedia jasa kepada masyarakat sekitar proyek.
- 9) Menjelaskan mekanisme kerja antara ketiga unsur proyek (pemimpin proyek, penyedia jasa dan pengawas pekerjaan) dalam hal perlunya *contractor's request* sebelum dimulainya pekerjaan dan sebelum mulainya penerimaan pekerjaan (waktunya ditentukan oleh pemimpin proyek).
- 10) Menjelaskan kapan serah terima lapangan dapat dilakukan.
- 11) Menjelaskan kewajiban pembayaran untuk pungutan retribusi maupun asuransi.
- 12) Menjelaskan prosedur pembongkaran dan penyerahan barang bekas, misalnya bangunan atas jembatan.
- 13) Menjelaskan kapan tanggal mobilisasi terakhir dan kapan akhir masa konstruksi dan apa sanksi-sanksinya jika tanggal tersebut dilewati.
- 14) Menjelaskan standar laporan harian dan mingguan yang sudah merupakan standar baku yang harus dicontoh.

- 15) Menjelaskan proses pengusulan dan pembayaran bulanan (*monthly certificate*).
- 16) Menjelaskan proses pengujian bahan jalan dan bahan jembatan.
- 17) Menjelaskan perlu tidaknya sondir pada awal sebelum dimulainya pekerjaan fondasi jembatan.
- 18) Membahas metode pelaksanaan yang diajukan oleh penyedia jasa pada saat pelelangan.
- 19) Menjelaskan bahwa *quality control* untuk pekerjaan jalan menggunakan fasilitas laboratorium yang disediakan oleh penyedia jasa dari item mobilisasi.
- 20) Menekankan tidak adanya biaya tambahan terhadap biaya test bahan untuk *quality control* dan menegaskan bahwa biaya test sudah termasuk dalam harga satuan penawaran masing-masing pekerjaan.
- 21) Menjelaskan perlunya pendekatan terhadap masyarakat dan pemerintah daerah setempat sehubungan dengan rencana kerja yang nantinya akan berkaitan dengan masalah jalan akses ke lokasi *quarry*, pembebasan lahan terhadap pagar, listrik, telpon, PDAM dan sebagainya.
- 22) Menjelaskan bahwa pihak pemerintah dibebaskan dari adanya tuntutan pihak ketiga jika terjadi kelalaian penyedia jasa dalam pelaksanaan pekerjaan.
- 23) Menekankan barang-barang yang menjadi milik pemerintah.
- 24) Membahas mata pembayaran yang spesifik :
  - Beton
  - Pemeliharaan rutin
  - Agregat untuk bahu jalan
  - Pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan rutin.
  - Pelaksanaan pekerjaan pada masa pemeliharaan (*warranty period*)
  - Penyiapan badan jalan dibayar setelah pekerjaan fondasi diterima.
- 25) Menjelaskan adanya tim mutual *check* selama periode kontrak.

d) Penyedia Jasa

- 1) Menjelaskan program mutu
- 2) Menjelaskan rencana kerja pada saat mobilisasi yang meliputi :
  - Mobilisasi peralatan dan personel
  - Survei lapangan meliputi :
    - Drainase
    - Perkerasan Jalan
    - Struktur
  - Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor (dilakukan setelah survei lapangan selesai), meliputi :
    - Perkerasan jalan
    - Bahu jalan

- Pemeliharaan rutin (dilaksanakan setelah diterbitkannya SPMK atau dimulainya pekerjaan).
- 3) Rencana kerja dan *review design* :
    - Melaksanakan survei untuk pembuatan gambar kerja.
    - Membuat gambar kerja (standar survei dan gambar kerja mengacu pada standar yang berlaku)
  - 4) Menjelaskan metode/cara pelaksanaan konstruksi.
  - 5) Menjelaskan struktur organisasi serta tugas dan tanggungjawabnya.
  - 6) Menjelaskan kualifikasi personel penyedia jasa yang akan dimobilisasi.
  - 7) Menjelaskan rencana mobilisasi personil.
  - 8) Menjelaskan bagian pekerjaan yang akan di-sub-kontrakkan serta calon sub penyedia jasanya.
  - 9) Menjelaskan rencana penggunaan peralatan, termasuk :
    - Jumlah dan jenis peralatan
    - Rencana kedatangan peralatan
  - 10) Menjelaskan rencana pengadaan bahan serta surat ijinnya, misal :
    - Jalan
      - Aspal
      - Agregat
      - Tanah timbunan
    - Jembatan
      - Bangunan atas
    - Lokasi *quarry*
    - Kualitas bahan jalan/struktur, termasuk cara pengujiannya.
    - Jumlah *deposit quarry*
  - 11) Menjelaskan rencana kerja berdasarkan *S – Curve*.
- e) Pengawas Pekerjaan
- 1) Mencatat seluruh kesepakatan dalam *pre-construction meeting* dan dituangkan dalam berita acara tersendiri sebagai dokumen proyek.
  - 2) Mempersiapkan formulir-formulir isian antara lain :
    - Laporan harian.
    - Laporan mingguan
    - Laporan bulanan (*monthly progress report*)
    - *Executive summary report*
    - Survei lapangan untuk *review design*.
    - Kerangka gambar kerja.
    - Perhitungan volume / back up data serta *monthly certificate* (MC)
    - *Quality control*
    - *Contractor's request* untuk :
      - Memulai pekerjaan
      - Test material

- Penerimaan pekerjaan
- 3) Menjelaskan struktur organisasi pengawas pekerjaan dan tugas dari pada masing-masing personil pengawas pekerjaan.
  - 4) Menjelaskan personil pengawas pekerjaan yang sudah dimobilisasi dan rencana personel lainnya yang akan dimobilisasi.
  - 5) Menjelaskan rencana kerja review design :
    - Waktu yang diperlukan untuk survei lapangan.
    - Personil yang dilibatkan di dalam survei lapangan.
    - Kelengkapan yang diperlukan untuk survei lapangan.
    - Ruang lingkup pekerjaan yang akan disurvei.
    - Alternatif penanganan dari hasil survei lapangan.
    - Rencana dan gambar kerja yang harus dibuat.
  - 6) Menegaskan pengambilan lokasi foto dokumentasi : dimana, kapan, berapa kali yang harus dilaksanakan oleh penyedia jasa.
3. Pemeriksaan materi rapat dari penyedia jasa

Rapat pra pelaksanaan dibahas dan dilakukan pemeriksaan atas materi usulan penyedia jasa seperti :

a) Program mutu

Program mutu yang disusun penyedia jasa dibahas pada saat *pre construction meeting* untuk mendapatkan persetujuan direksi pekerjaan, minimal berisi :

- 1) Informasi proyek
- 2) Organisasi proyek, mencakup organisasi direksi pekerjaan, pengawas pekerjaan maupun organisasi penyedia jasa;
- 3) Jadwal pelaksanaan pekerjaan;
- 4) Prosedur pelaksanaan pekerjaan dari tiap-tiap jenis pekerjaan yang meliputi;
  - Standar pekerjaan,
  - Prosedur kerja,
  - Daftar inspeksi dan
  - Persyaratan testing.
  - Pelaksanaan kerja;
- 5) Prosedur instruksi kerja, minimal mencakup :
  - Urutan kegiatan pelaksanaan
  - Prosedur kerja untuk mengawasi kegiatan
  - Pemantauan proses kegiatan
  - Perawatan/pemeliharaan produk-produk pekerjaan
  - Jaminan bahwa output suatu proses akan sesuai dengan spesifikasi

Program mutu akan merupakan salah satu alat kontrol bagi direksi pekerjaan, pengawas pekerjaan maupun penyedia jasa dalam melakukan pengendalian proses pelaksanaan proyek. Dalam hal ini para penyelenggara proyek perlu



memastikan bahwa peralatan yang dipakai sudah mendapatkan persetujuan (dikalibrasi) dari institusi yang berwenang.

b) Mobilisasi

Permasalahan mobilisasi yang harus dibahas dalam rapat pra-pelaksanaan adalah meliputi :

1) Kegiatan mobilisasi

Mobilisasi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

- Mempersiapkan fasilitas lapangan/base camp (misalnya kantor proyek, kantor pengawas pekerjaan, kantor penyedia jasa, tempat tinggal petugas proyek, bengkel, gudang dan sebagainya) sesuai dengan spesifikasi umum di dalam dokumen kontrak.
- Mendatangkan peralatan-peralatan berat (dan kendaraan-kendaraan proyek) yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek
- Mendatangkan peralatan laboratorium untuk pemeriksaan mutu bahan baku, mutu bahan olahan dan mutu pekerjaan jadi.
- Mendirikan construction plant sesuai dengan kebutuhan proyek.
- Mendatangkan personel-personel penyedia jasa dan pengawas pekerjaan.

2) Jangka waktu mobilisasi

Jangka waktu mobilisasi ditentukan di dalam Spesifikasi Umum. Pada umumnya waktu yang disediakan untuk mobilisasi dibatasi 60 hari terhitung sejak COW.

Dalam batasan kurun waktu yang disediakan tersebut, peralatan laboratorium biasanya harus sudah terpasang seluruhnya dalam jangka waktu 45 hari terhitung sejak COW.

3) Ijin pemasukan alat berat/peralatan laboratorium

Hal-hal yang perlu diperhatikan atau dilakukan dalam melaksanakan mobilisasi peralatan adalah:

- Penyedia jasa harus mengajukan daftar alat berat/peralatan laboratorium yang akan didatangkan ke lokasi proyek untuk mendapatkan persetujuan Kasatker/PPK.
- Pengiriman alat berat/peralatan laboratorium baru bisa dilakukan oleh penyedia jasa apabila Kasatker/PPK telah memberikan persetujuan atas permohonan ijin yang diajukan oleh penyedia jasa.
- Apabila penyedia jasa harus mengimpor alat berat/peralatan laboratorium yang belum diproduksi/tidak terdapat di dalam negeri maka penyedia jasa harus mendapatkan rekomendasi dari Kasatker/PPK sebelum memprosesnya sesuai dengan prosedur dan ketentuan baku yang berlaku di dalam urusan impor.

4) Mendatangkan alat-alat berat

Sebelum mendatangkan alat-alat berat ke lokasi pekerjaan, penyedia jasa harus meneliti kondisi jalan, jembatan, gorong-gorong, dermaga dan lain sebagainya yang akan dilalui oleh alat-alat berat di maksud untuk

memperhitungkan mampu atau tidaknya jalan, jembatan, gorong-gorong, dermaga dan lain sebagainya tersebut dilewati oleh alat-alat berat yang akan dikirim ke proyek. Jika ternyata tidak mampu, maka penyedia jasa perlu melakukan perbaikan atau perkuatan konstruksi agar dapat dilewati oleh alat-alat berat (atas biaya penyedia jasa, harus sudah diperhitungkan oleh penyedia jasa pada waktu mengajukan penawaran) setelah dikoordinasikan dengan pihak-pihak yang berwenang.

5) Ijin menggunakan jalan/jembatan

Perlunya mendapat ijin ini antara lain untuk menghindarkan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan, misalnya rusaknya jalan karena dilewati angkutan alat berat, ambruknya jembatan karena angkutan alat berat yang lewat melebihi batas muatan dan lain sebagainya. Permohonan ijin tentang hal ini ditujukan kepada Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Raya dengan mengikuti prosedur dan ketentuan yang berlaku.

6) Ijin mengoperasikan peralatan/kendaraan

Ijin ini dapat diperoleh dari pihak kepolisian dengan mengikuti prosedur dan ketentuan yang berlaku.

c) Pemeriksaan *quarry*

Proyek yang direncanakan dengan baik, pada umumnya telah mempertimbangkan penggunaan material untuk pekerjaan tanah maupun perkerasan jalan dan struktur yang berasal dari sekitar lokasi proyek. Jika di sekitar proyek tidak terdapat material yang memenuhi syarat, pilihannya tentu mengambil material dari deposit *quarry* yang berasal dari tempat lain. Sebelum diambil keputusan apakah deposit *quarry* di suatu lokasi memenuhi persyaratan mutu bahan baku, maka pengawas pekerjaan harus melakukan pengujian mutu bahan baku di laboratorium terhadap *quarry* di maksud serta memperkirakan volume deposit *quarry* yang tersedia. Selanjutnya urusan yang berkaitan dengan kewajiban membayar retribusi akibat penggunaan *quarry* tersebut menjadi tanggung jawab penyedia jasa.

Permohonan ijin untuk menggunakan *quarry/borrow* area diajukan kepada pemerintah setempat oleh penyedia jasa, dengan mengikuti prosedur dan ketentuan yang berlaku setempat.

d) Jadwal kedatangan bahan, peralatan dan personil

Bahan-bahan yang akan didatangkan dari luar proyek misalnya aspal, semen, besi beton dan sebagainya harus terlebih dahulu dimintakan persetujuan oleh penyedia jasa kepada Kasatker/PPK. Pengujian di laboratorium terhadap bahan-bahan tersebut dilakukan oleh Konsultan atas perintah Kasatker/PPK, dan apabila memang telah memenuhi syarat maka penyedia jasa boleh mendatangkan bahan-bahan di maksud untuk keperluan pelaksanaan proyek.

Kasatker/PPK harus memeriksa kecukupan dan komposisi armada (*fleet*) alat-alat berat yang dimobilisasi oleh penyedia jasa ke lapangan; kapasitas alat berat tersebut masing-masing harus sesuai dengan keperluan dan kondisi setempat kemudian jenis dan jumlahnya harus mencukupi untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi.

Mobilisasi personel dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan. Untuk tenaga-tenaga inti penyedia jasa, maka Kasatker/PPK perlu mengacu pada daftar personel inti yang diajukan oleh penyedia jasa pada saat memasukkan penawaran.

e) Rencana pemeriksaan lapangan (*mutual check*) dan *review design*

*Review design* merupakan suatu upaya penyedia jasa untuk menyesuaikan produk original design (jalan dan ataupun jembatan) yang pelaksanaan konstruksinya tidak dimulai tepat waktu seperti yang dikehendaki di dalam perencanaan teknis. Prinsip dasar perencanaan teknis jalan (termasuk jembatan didalamnya) adalah menyediakan prasarana jalan yang dapat dilalui oleh lalu lintas pada umur rencana yang telah ditetapkan (awal dan akhir umur rencana telah ditetapkan), pada suatu tingkat pelayanan tertentu dan juga MST (Muatan Sumbu Terberat) tertentu.

Prinsip dasar tersebut dijabarkan lebih lanjut ke dalam batasan-batasan teknis yang digunakan dalam penyiapan original design sebagai berikut:

- 1) Umur rencana jalan yang ditentukan awal dan akhirnya.
- 2) Kapasitas jalan (lebar jalur lalu lintas, jumlah lajur, lebar bahu jalan, lebar median jika ada) yang menunjukkan kemampuan jalan dalam menampung volume lalu lintas selama umur rencana berdasarkan *Level of Service* minimal yang ditentukan.
- 3) Kelas jembatan yang dipilih, apakah kelas A, kelas B atau kelas C.
- 4) Struktur perkerasan jalan yang diperhitungkan dengan mempertimbangkan kondisi tanah dasar, kondisi perkerasan lama, MST yang dipilih (8 ton atau 10 ton).
- 5) Dokumen tender/kontrak yang mencantumkan volume pekerjaan berdasarkan *pay item* masing-masing pekerjaan.

Permasalahan yang dihadapi adalah bahwa sebagai akibat dari tertundanya pelaksanaan konstruksi, produk original design memerlukan koreksi-koreksi karena :

- 1) Kondisi perkerasan yang ada (mungkin sudah mulai timbul kerusakan-kerusakan) tidak sama dengan kondisi perkerasan yang dijadikan dasar pertimbangan untuk menetapkan struktur perkerasan dalam original design.
- 2) Hal diatas tentu akan mempengaruhi volume pekerjaan *patching*, pekerjaan *levelling*, atau barangkali bahkan jenis maupun tebal lapis-lapis perkerasan dalam original design perlu dikaji ulang.
- 3) Kondisi bangunan pelengkap jalan termasuk saluran-saluran drainase barangkali juga sudah mulai rusak sehingga berakibat menambah kerusakan badan jalan maupun lapis-lapis *existing pavement*.

Perubahan-perubahan kondisi di atas perlu ditanggapi dengan *review design* sebab apabila hal ini tidak dilakukan maka berarti pekerjaan konstruksi yang dilakukan didasarkan atas design yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Jadi *review design* akan menghasilkan *bill of quantity* yang berbeda dibandingkan dengan *bill of quantity* yang ada di dalam *original design*.

Proses untuk mencapai *review design* dilakukan melalui prosedur administratif dan prosedur teknis. Prosedur administratif harus dilaksanakan sesuai dengan prosedur dan ketentuan yang ditetapkan oleh instansi terkait, jadi tidak diuraikan di sini. Sedangkan prosedur teknis, secara garis besar dapat digambarkan di sini sebagai berikut:

- 1) Pengumpulan data dari *original design*
- 2) Survei lapangan yang dilakukan dalam koridor waktu mobilisasi.
- 3) Melakukan *review design* berdasarkan hasil pengumpulan data dari 2 sumber diatas.
- 4) Pengumpulan data dari *original design*

Pada prinsipnya pengumpulan data dimaksud dapat diambil dari dokumen kontrak yang ada serta perlu melakukan koordinasi dengan unsur perencana. Adapun data-data yang perlu dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- Data LHR, CBR dan benkelman beam test yang digunakan pada saat menyiapkan *original design*.
  - Data *existing pavement* dan rencana struktur *pavement* (jenis, tebal dan lokasi dari lapis *sub base, base, surface*)
  - Daftar kuantitas dan harga satuan menurut *pay item*.
  - Biaya kontrak
  - *Typical cross section* yang menggambarkan lebar perkerasan, jenis perkerasan, tebal perkerasan, CBR tanah dasar, dan lain sebagainya.
  - Data sondir tanah untuk fondasi.
  - Data banjir tertinggi sungai.
  - Data kondisi tampang sungai.
- 5) Survei lapangan yang dilakukan dalam koridor waktu mobilisasi

Data yang diambil dalam survei lapangan adalah sebagai berikut:

- Pengumpulan data dengan menggunakan *standard Inventory RDS (Road Design Standard) Guide Lines* yang disederhanakan dan survei *plan & profile* jalan, *cross section*, jembatan, drainase dan lain-lain.
- *Survei/inventory* geometrik jalan
  - Gorong-gorong (lengkapi data perhitungan volume)
  - Drainase (lengkapi data perhitungan volume)
  - Bahu jalan (lengkapi data perhitungan volume)
  - Kerusakan perkerasan aspal (lengkapi data perhitungan volume)
  - Struktur jembatan dengan bentang < 20 m (lengkapi data perhitungan volume)
  - Pekerjaan tanah (lengkapi data perhitungan volume)
  - Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor.
- Survei struktur perkerasan jalan
  - Kekasaran permukaan jalan dengan metode NAASRA,RCI,IRI.
  - LHR (jika diperlukan)

- Lendutan, Data CBR, *Proof Rolling* :
  - ✓ Hasil Survei Benkelman Beam Test.
  - ✓ Hasil test DCP (Dynamic Cone Penetrometer)
  - ✓ Hasil Test Proof Rolling.
- Evaluasi perubahan volume pekerjaan
  - Pekerjaan Major yang berubah menjadi Minor
  - Pekerjaan Minor yang berubah menjadi Major
- 6) Hasil perhitungan *review design*
  - *Output* dari program RDS
    - *Traffic analysis* – RDS ESA (*Road Design Standard – Equivalent Single Axle Load*)
    - Sorting data – RDS SORT
    - *Graffic unique section*
    - *Pavement dimension*
  - Grafik tebal perkerasan
    - Menurut *original design*
    - Menurut *review design*
    - Alternatif pelaksanaan
  - *Typical cross section*
    - Ditampilkan untuk setiap segmen yang berbeda struktur maupun tebal perkerasannya
  - Rekapitulasi Volume dan Biaya
    - Disajikan dalam tabel yang menunjukkan volume dan biaya per item pekerjaan.

#### 4. Penyusunan Daftar Masalah

Sebagai bagian dari hasil pembahasan dalam rapat pra pelaksanaan, oleh pengawas pekerjaan dibuat daftar masalah yang mungkin timbul selama pelaksanaan pekerjaan meliputi antara lain:

- a) Mobilisasi;
- b) Asuransi;
- c) Retribusi-retribusi;
- d) Pembukaan dan pengelolaan sumber bahan;
- e) Pemeliharaan rutin;
- f) Perubahan kegiatan pekerjaan;
- g) Amandemen kontrak;
- h) Sertifikat bulanan;
- i) Pembayaran sertifikat bulanan;
- j) Pembayaran material on site/MOS (bila ada);
- k) Bekerja di luar jam/hari kerja normal;
- l) Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan;
- m) Kontrak kritis;
- n) Perpanjangan waktu pelaksanaan;

- o) Penundaan pekerjaan atas perintah pengguna jasa;
- p) Peringatan dini;
- q) Pengajuan klaim penyedia jasa;
- r) Penghentian dan pemutusan kontrak;
- s) Penyelesaian perselisihan;
- t) Penyesuaian harga;
- u) Denda dan ganti rugi;;
- v) Serah terima pekerjaan;
- w) Masa pemeliharaan;
- x) Kegagalan bangunan

Daftar tersebut dibuat secara rinci dan lengkap termasuk cara penyelesaian yang disepakati yang akan digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian masalah yang mungkin timbul selama pelaksanaan.

#### AGENDA RAPAT PRA-PELAKSANAAN

NO	JENIS KERJA	DOKUMEN	TINDAK LANJUT
1.	Menjelaskan sebagai Proyek Manager		
2.	Menjelaskan Organisasi Proyek	Struktur Organisasi	
3.	Menjelaskan Dokumen Proyek	- Syarat umum Kontrak - Spesifikasi - Gambar rencana - Dokumen Administrasi	
4.	Membahas Susunan Organisasi Pengawas Pekerjaan dan Penyedia Jasa	Struktur Organisasi Pengawas Pekerjaan dan Penyedia Jasa	
5.	Membahas tentang : - Survei dan <i>Setting Out</i> - Prosedur persetujuan gambar kerja - Jadual mobilisasi peralatan - Jadual mobilisasi bahan - Jadual mobilisasi tenaga kerja - Penyiapan <i>S Curve &amp; Bar Chart</i> - <i>Review Design</i> - Vector Diagram	- BA Penentuan ttk 0 + 000 - Model <i>Shop Drawing</i> - Jadwal maksimum dan minimum - Model data CBR	
6.	Menjelaskan sanksi-sanksi keterlambatan		
7.	Menjelaskan prosedur PHO dan FHO		
8.	Menjelaskan kegunaan <i>Show Cause Meeting</i>		
9.	Menjelaskan hubungan kerja Owner - Penyedia Jasa dan Pengawas Pekerjaan		
10.	Menjelaskan kegunaan <i>request</i>	Model request	

NO	JENIS KERJA	DOKUMEN	TINDAK LANJUT
11.	Menjelaskan kapan Surat Penyerahan Lapangan dan Mulai Kerja dapat dilakukan	Model SPL & SPMK	
12	Menjelaskan retribusi-retribusi.		
13	Menjelaskan barang-barang kekayaan milik negara dan prosedur pembongkarannya		
14	Batas akhir mobilisasi yang diizinkan		
15	Menjelaskan prosedur pembayaran	Model MC, BAKP, BAP dan BackUp data	
16	Menjelaskan Jadwal Pelaporan		
17	Menjelaskan proses pengujian bahan, uji terima hasil kerja, pemilihan laboratorium dan prosedurnya	Form-form pengujian standar	
18	Membahas metode pelaksanaan kontraktor	Teknik pelaksanaan	
19	Menjelaskan pembebasan <i>Owner</i> dari <i>Claim</i> akibat kelalaian penyedia jasa.		
20	Menjelaskan masa Garansi dan tugas-tugasnya		
21	Menjelaskan adanya <i>Team Mutual Check</i> diluar tiga unsur proyek		

### AGENDA PENYEDIA JASA

NO	JENIS KERJA	DOKUMEN	TINDAK LANJUT
1.	Menjelaskan rencana kerja - <i>Time Schedule &amp; Curve S</i> - Jadwal Mobilisasi Alat - Jadwal Mobilisasi Tenaga - Jadwal Mobilisasi Bahan	- <i>Time Schedule</i> - Jumlah dan Jenis - Organisasi Proyek - <i>Deposit Quarry</i>	
2.	Survei lapangan - Alat - Bahan - Tenaga Kerja	Theodolite, Waterpass, Mitban, Patok, Cat Merah, Buku Ukur, Juru Ukur, Pembantu Juru Ukur	
3.	<i>Review Design</i>	- <i>Shop Drawing</i> - Daftar Perubahan Volume - Standar Gambar	
4.	Menjelaskan Teknik Pelaksanaan	Segmentasi jalan	
5.	Sub Penyedia Jasa		

### AGENDA PENGAWAS PEKERJAAN

NO	JENIS KERJA	DOKUMEN	TINDAK LANJUT
1.	Membuat Notulen Rapat Pra-Pelaksanaan		
2.	Menyiapkan Formulir-Formulir - Laporan Harian - Laporan Mingguan - Laporan Bulanan - <i>Executive Summary Report</i> - Survei Lapangan untuk Kaji Ulang Perencanaan - <i>Monthly Certificate</i> dan <i>Back Up Data</i>  - <i>Quality Control</i> - <i>Request</i>	Buku Hairan Standar Laporan Mingguan Standar Laporan Bulanan Standar - Form DCP - Form Pendaftaran Lalu Lintas - Form Buku Ukur - MC - BAP 1, BAP 2 & BAKP - Calculation Book - Pengujian Laboratorium - Pengujian Lapangan - Model Potret Back Up MC  Form-form Pengujian Standar - <i>Request Test Material</i> - <i>Request Trial Test</i> - <i>Request Mulai Kerja</i> - <i>Request Test Lapangan</i>	
3.	Menjelaskan Organisasi Pengawas Pekerjaan	Struktur Organisasi	
4.	Menjelaskan Organisasi Personil	Daftar Mobilisasi	
5.	Menjelaskan Rencana Kerja <i>Review Design</i>	- <i>Time Schedule</i> - Kebutuhan Alat - Kebutuhan Tenaga Kerja	
6.	Dokumentasi Proyek	- Frekwensi pemotretan - Lokasi Pemotretan	

#### d. Pertemuan Lapangan

Pertemuan lapangan harus diadakan tiap bulan untuk meninjau kembali kemajuan dan membicarakan masalah-masalah yang timbul. Pertemuan khusus dapat diadakan jika perlu untuk menangani masalah-masalah khusus.

Notulen pertemuan-pertemuan lapangan merupakan catatan yang tepat/akurat mengenai jalannya suatu pertemuan, dan harus ditulis segera setelah pertemuan tersebut selesai. Satu copy harus selalu dikirim pada penyedia jasa dengan surat pengantar yang minta sanggahan (komentar) mengenai kebenarannya. Jika tidak ada sanggahan (komentar), penyedia jasa dianggap menyetujui kebenaran catatan itu.

#### e. Pematokan

Penyedia jasa bertanggung jawab penuh atas pematokan pekerjaan sehubungan dengan posisi, garis, level, dimensi dan sebagainya, akan tetapi pengawas pekerjaan harus menentukan jumlah minimum titik-titik kontrol dasar untuk keperluan pematokan tersebut.

Untuk memindahkan suatu gambar rencana dari atas kertas ke suatu bangunan di lapangan, maka dibutuhkan:

1. Sejumlah titik kontrol pengukuran yang harus dikaitkan pada suatu sistem koordinat yang tetap.



2. Perencanaan konstruksi harus dikaitkan pada sistem koordinat yang sama.

Titik-titik kontrol harus dari bahan permanen (misalnya patok beton) dalam posisi sedemikian rupa yang tidak akan terganggu oleh jalannya pelaksanaan. Hal ini termasuk penandaan garis tengah (*centerline*) pada setiap sisi dari kegiatan pembangunan jembatan.

Apabila terdapat ketidakjelasan informasi pada gambar rencana yang menimbulkan keraguan interpretasi, maka pengawas pekerjaan harus menghubungi konsultan perencana untuk mendapatkan kejelasan. Penyedia jasa bertanggung jawab dalam penentuan dan pematokan secara keseluruhan, sedang pengawas lapangan harus memastikan bahwa penyedia jasa mendapatkan informasi yang tepat serta menyiapkan titik-titik kontrol yang dipasang.

Pematokan oleh penyedia jasa akan diperiksa secara berkala oleh pengawas pekerjaan dan staf. Persetujuan untuk memulai pekerjaan baru akan diberikan setelah pemeriksaan selesai. Pemeriksaan oleh pengawas pekerjaan tidak akan membebaskan penyedia jasa dari tanggung jawabnya.

Pemeriksaan pematokan dapat dilakukan dengan hanya menggunakan pita, sipat datar (*waterpas*), unting-unting dan tali atau memerlukan pengukuran yang lebih detail. Pengawas pekerjaan dapat mencari bantuan ahli, jika perlu.

### 1.1.7 Formulir Administrasi

#### a. Catatan Harian/Buku Harian Proyek

Administrasi proyek merupakan hal yang penting dalam pelaksanaan proyek. Salah satu diantaranya adalah pembuatan laporan berkala. Laporan berkala merupakan alat komunikasi resmi untuk menyatakan dan menyampaikan segala sesuatu yang berhubungan dengan penyelenggaraan proyek. Tujuan dari pembuatan catatan harian adalah untuk membantu semua pihak dalam upaya memantau dan mengendalikan proyek secara terus menerus dan berkesinambungan atas berbagai aspek penyelenggaraan proyek sampai dengan saat pelaporan. Laporan berkala dibuat oleh penyedia jasa, dan disetujui oleh pengawas pekerjaan. Laporan berkala dipakai pihak penyedia jasa sebagai bahan utama dalam rapat intern penyedia jasa maupun rapat koordinasi dengan semua pihak yang terlibat dalam proyek.

Penyedia jasa wajib membuat buku harian sebagai bahan laporan harian pekerjaan berupa rencana dan realisasi pekerjaan. Buku harian/catatan harian harus disetujui oleh pengguna jasa dan pengawas pekerjaan. Catatan harian biasanya berisi:

1. Kuantitas dan jenis bahan yang ada
2. Penempatan tenaga kerja, jumlah, jenis, dan koordinasi peralatan
3. Keadaan cuaca
4. Catatan lain yang berkaitan dengan pelaksanaan.

Isi buku harian proyek harus mencakup:

1. Catatan telepon masuk dan keluar, garis besar pembicaraan, setiap pernyataan atau janji yang dibuat, tuliskan siapa pihak yang dihubungi.

2. Catatan tentang setiap pekerjaan atau material di tempat yang tidak sesuai dengan gambar atau spesifikasi, beserta tindakan yang diambil.
3. Catatan tentang waktu dan nama orang yang menerima perintah lapangan, dan jenis dari isi perintah lapangan tersebut.
4. Catatan mengenai kondisi tidak terduga yang diamati pengawas yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek.
5. Mencatat isi dari seluruh percakapan riil yang berhubungan dengan pekerjaan yang terjadi di lapangan.
6. Catatan mengenai seluruh kesalahan pekerjaan yang dibuat setiap pihak di lapangan. Membuat perincian dan menunjukkan akibat yang berhubungan.
7. Menunjukkan nama pekerjaan pada setiap kepala halaman.
8. Menandatangani setiap data catatan harian yang dibuat dan menunjukkan judul pekerjaan segera di bawah baris terakhir dari data masuk, sehingga akan menghalangi tuntutan dimana ada kata tambahan yang kemudian dituliskan.

Laporan kemajuan menyajikan informasi tentang bagaimana sumber daya dipakai untuk mencapai sasaran proyek, pelaporan status (menggambarkan dimana proyek itu sekarang berdiri) dan pelaporan kinerja (menguraikan apa yang diselesaikan proyek).

Laporan harian proyek merupakan sebuah pertanggung jawaban dalam bentuk tertulis mengenai kegiatan yang sudah dijalankan selama satu hari untuk kemudian dituangkan dalam bentuk tertulis. Laporan harian ini dibuat oleh penyedia jasa atau pengawas pekerjaan untuk diberikan kepada pengguna jasa. Dengan adanya laporan harian, maka proses pelaksanaan pekerjaan dapat diarsipkan. Dari 7 laporan harian proyek tersebut maka dapat dibuat rekap selama satu minggu kerja dalam bentuk laporan mingguan.

Laporan harian proyek penyedia jasa berisi berbagai data pekerjaan antara lain :

1. Nomor laporan harian
2. Nama penyedia jasa dan pengawas pekerjaan
3. Judul laporan
4. Nama proyek yang dibuat laporan
5. Periode tanggal dan waktu laporan
6. Jumlah tenaga kerja dan keahlian tenaga kerja selama satu hari bekerja di proyek
7. Pekerjaan yang dilaksanakan dibuat sejelas mungkin mengenai lokasi pekerjaan, nama pekerjaan dan besarnya volume progress yang sudah diselesaikan selama satu hari penuh.
8. Bahan atau material yang telah digunakan
9. Alat kerja yang dipakai untuk melaksanakan pekerjaan.
10. Laporan curah hujan atau cuaca selama proses pelaksanaan pekerjaan berlangsung satu hari, laporan cuaca ini dapat digunakan penyedia jasa sebagai alasan keterlambatan kerja untuk menghindari denda keterlambatan pekerjaan di kemudian hari.

11. Lampiran-lampiran foto pelaksanaan pekerjaan maupun hasil akhir kegiatan.
12. Data data lain menyesuaikan kebutuhan dan permintaan pengguna jasa.

Masing-masing perusahaan penyedia jasa atau pengawas pekerjaan biasanya mempunyai standar formulir laporan harian tersendiri untuk digunakan di setiap pekerjaan proyek.

b. Surat menyurat

Suatu catatan lengkap tentang surat menyurat yang dikirim dan diterima dari penyedia jasa harus disimpan dan diarsipkan. Ini termasuk surat pengantar Gambar Rencana, pemberian dan penegasan petunjuk di lokasi, perincian pembayaran angsuran, dan penegasan perpanjangan waktu. Pengawas pekerjaan harus menyimpan salinan surat dalam buku surat menyurat. Surat yang diterima harus disimpan, dan tembusan harus dikirim kepada Engineer.

c. Pembayaran

Merupakan sebuah hal penting bagi penyedia jasa untuk mendapatkan pembayaran sesuai dengan prestasi pekerjaan yang telah dilaksanakan. Sebaliknya pengguna jasa juga perlu mendapatkan kepastian bahwa pekerjaan akan selesai dengan baik sesuai dengan pembayaran yang telah diberikan. Untuk itu perlu dibuatkan pasal khusus dalam dokumen perjanjian pengadaan pekerjaan konstruksi yang isinya harus menguntungkan kedua belah pihak. Biasanya isi pasal pembayaran pada surat perjanjian kontrak konstruksi kurang lebih sebagai berikut:

1. Pembayaran uang muka

- a) Besaran uang muka bagi penyedia jasa untuk memulai pelaksanaan pekerjaan, misalnya pengguna jasa wajib membayar uang muka 10-15% dari nilai kontrak.
- b) Syarat bagi penyedia jasa agar bisa mendapat uang muka, apabila pengguna jasa menyetujui rencana penggunaan uang muka yang diajukan penyedia jasa.
- c) Peruntukan uang muka, penjelasan mengenai untuk apa uang muka akan digunakan, misalnya untuk mobilisasi peralatan personal, pembayaran uang tanda jadi kepada pemasok bahan/material, dan persiapan teknik lainnya.
- d) Besaran jaminan uang dari penyedia jasa kepada pengguna jasa, berapa besarnya jaminan uang muka yang harus disediakan penyedia jasa untuk pengguna jasa, misalnya sebesar uang muka yang diterima.
- e) Cara pengembalian uang muka, contohnya pengembalian uang muka diperhitungkan berangsur-angsur pada setiap pembayaran prestasi pekerjaan dan paling lambat harus lunas setelah progress pekerjaan mencapai 100%.

2. Pembayaran Prestasi Pekerjaan

- a) Sistem perhitungan prestasi pekerjaan, misalnya pembayaran kepada pihak penyedia jasa hanya bisa dilakukan maksimal senilai pekerjaan yang telah terpasang, tidak termasuk peralatan atau bahan yang ada dilokasi pekerjaan.
- b) Syarat penyedia jasa agar memperoleh pembayaran, contohnya pengguna jasa melakukan pembayaran apabila penyedia jasa telah mengajukan tagihan disertai laporan kemajuan pekerjaan yang telah disetujui dan disepakati pengawas pekerjaan, penyedia jasa, dan pengguna jasa.

- c) Apabila ada ketidaksesuaian perhitungan prestasi pekerjaan, misalnya pembayaran hanya bisa dilakukan maksimal sesuai dengan besarnya prestasi pekerjaan menurut perhitungan pengguna jasa.
  - d) Pembayaran terakhir, contohnya pembayaran terakhir kepada penyedia jasa hanya bisa dilakukan setelah pekerjaan mencapai 100% dan penyedia jasa telah menyerahkan jaminan pemeliharaan.
3. Pembayaran Lainnya
- a) Kewajiban penyedia jasa untuk mengganti biaya pembuatan dokumen kontrak termasuk biaya materai, dan yang lainnya sesuai dengan undang-undang.
  - b) Kewajiban penyedia jasa untuk membayar semua biaya yang timbul sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan dan pajak-pajak sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
  - c) Kewajiban penyedia jasa untuk menyelesaikan segala perizinan yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan, dan wajib menanggung biaya atas perizinan tersebut.

### **1.1.8 Prosedur Laporan Berkala**

a. Pelaporan Oleh Pengawas Pekerjaan

Pengawas pekerjaan harus membuat laporan berkala untuk mengetahui kemajuan apa saja yg telah dilakukan pada pelaksanaan pekerjaan jembatan. Format umum dari laporan tersebut adalah:

1. Uraian mengenai proyek yang sedang dikerjakan
2. Kemajuan pekerjaan pada bulan ini
3. Status kemajuan tiap jembatan pada proyek
4. Sertifikat bulanan dan pembayaran angsuran
5. Program kerja bulan berikutnya.

Adapun lampiran-lampiran yang harus disertakan adalah:

1. Peta lokasi
2. Kemajuan mobilisasi yang diproyeksikan dan yang sebenarnya
3. Peralatan penyedia jasa
4. Pekerjaan penyedia jasa
5. Kemajuan pelaksanaan yang diproyeksikan dan yang sebenarnya
6. Program penyedia jasa
7. Catatan data cuaca
8. Ringkasan perintah perubahan
9. Rekapitulasi klaim penyedia jasa
10. Rekapitulasi pembayaran eskalasi (bila ada)
11. Rekapitulasi pekerjaan harian
12. Rekapitulasi nilai kontrak

### 13. Foto dokumentasi lokasi proyek

Laporan adalah informasi mengenai proyek, maka laporan harus lengkap dan ringkas sehingga memberi informasi detail mengenai status pekerjaan. Isi dalam laporan harus memuat permasalahan-permasalahan yang terjadi di lapangan, dan juga pemecahan masalah pekerjaan tersebut.

#### b. Pencatatan dan Pelaporan Data Kemajuan Proyek

Pengumpulan dan pengolahan data yang merupakan bagian proses pengawasan adalah bagian integral dari mekanisme pengawasan suatu proyek pelaksanaan. Pengendalian mutu menyeluruh suatu proyek pelaksanaan memerlukan:

1. Pemantauan perkembangan kemajuan pekerjaan dibandingkan dengan jadwal waktu dari penyedia jasa
2. Pemantauan untuk menjamin dipenuhinya persyaratan teknis sesuai spesifikasi (pengendalian mutu), dan
3. Pemantauan biaya proyek keseluruhan.

Laporan pemeriksaan dan hasil pengujian yang diambil oleh pengawas pekerjaan dan staf digunakan untuk membuat gambaran kemajuan proyek. Selain dari itu data tersebut mengungkapkan kejadian-kejadian di proyek selama pekerjaan berlangsung.

Hal-hal seperti pengaruh cuaca, perselisihan masalah industri, keterlambatan akibat penyediaan bahan tidak pada waktunya dan sebagainya, semua dicatat dan dapat digunakan jika terdapat perselisihan dengan penyedia jasa untuk menunjukkan apa yang sebenarnya terjadi.

Data ini dapat juga digunakan sebagai dasar untuk pembuatan laporan perkembangan bulanan dan laporan lain yang diperlukan oleh pengguna jasa pada waktu tertentu.

#### c. Gambar Terlaksana (*As Build Drawing*)

Pengawas pekerjaan harus mencatat secara bertahap pada gambar rencana, atau pada tabel kemajuan, detail pekerjaan yang sudah selesai. Juga harus ditandai pada gambar rencana, setiap ada perubahan kontrak.

Perubahan dari gambar rencana tersebut harus ditandai atau dan diberi ukuran sehingga memungkinkan perhitungan tepat, semua tambahan atau pengurangan kuantitas bahan, galian dan sebagainya. Dengan selesainya tiap bagian bangunan yang terdapat tambahan atau pengurangan, perhitungan terpisah harus dicatat dalam buku pengukuran dan diberi paraf oleh penyedia jasa atau wakilnya pada pekerjaan tersebut. Tiap pekerjaan tambahan yang dilaksanakan oleh penyedia jasa sendiri dan bukan atas instruksi Kepala Satuan Kerja/PPK harus ditunjukkan dalam buku pengukuran dan diberi tanda pada gambar rencana. Pada akhir pekerjaan gambar rencana harus diberikan pada Satuan Kerja/PPK yang akan mengatur, disiapkan gambar terlaksana (*As-Build Drawing*).

## 1.1.9 Laporan Penyelesaian Proyek

### a. Serah Terima Hasil Pekerjaan

1. Umum

Serah terima pekerjaan merupakan proses yang sangat penting dalam pengadaan barang/jasa pemerintah, sehingga ketentuan dan proses serah terima diatur secara khusus dalam peraturan perundang-undangan, pelaku pelaksanaan dalam pengadaan/barang jasa siapa dan apapun namanya mungkin tidak terlalu menjadi persoalan dalam implementasinya.

Serah terima pekerjaan yang diamanatkan oleh Peraturan Presiden No.16 Tahun 2018 tentang pengadaan barang/jasa pemerintah perlu kita bahas bersama, supaya dalam pelaksanaannya tidak berbeda persepsi, sebab serah terima pekerjaan menyangkut dengan proses pembayaran oleh penanda tangan kontrak. Amanat Peraturan Presiden No. 16 Tahun 2018 terkait serah terima pekerjaan tertuang dalam pasal 57 dan 58.

Dari pasal diatas dapat kita simpulkan para unsur yang terlibat dalam serah terima pekerjaan antara lain:

- a) Pejabat Pembuat Komitmen (PPK)
- b) Pejabat Pemeriksa Hasil Pekerjaan (PjPHP)/Pejabat Pemeriksa Hasil Pekerjaan (PPHP)
- c) Kuasa Pengguna Anggaran (KPA) atau
- d) Pengguna Anggaran (PA)

Waktu kontrak terdiri dari masa pelaksanaan ditambah dengan masa pemeliharaan, dimana masa pelaksanaan diakhiri dengan serah terima pertama (*PHO*) pekerjaan dan masa pemeliharaan diakhir dengan serah terima akhir (*FHO*) pekerjaan. Apabila *FHO* telah selesai dilakukan berarti masa kontrak telah berakhir.

## 2. Serah terima pertama/Provisional Hand Over (PHO)

PPK menerima penyerahan pertama pekerjaan setelah seluruh hasil pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan kontrak sejak tanggal berita acara penyerahan dan telah diterima oleh Panitia Penerima Hasil Pekerjaan.

Pelaksanaan Serah Terima Pertama (PHO) Antara Penyedia dengan PPK antara lain:

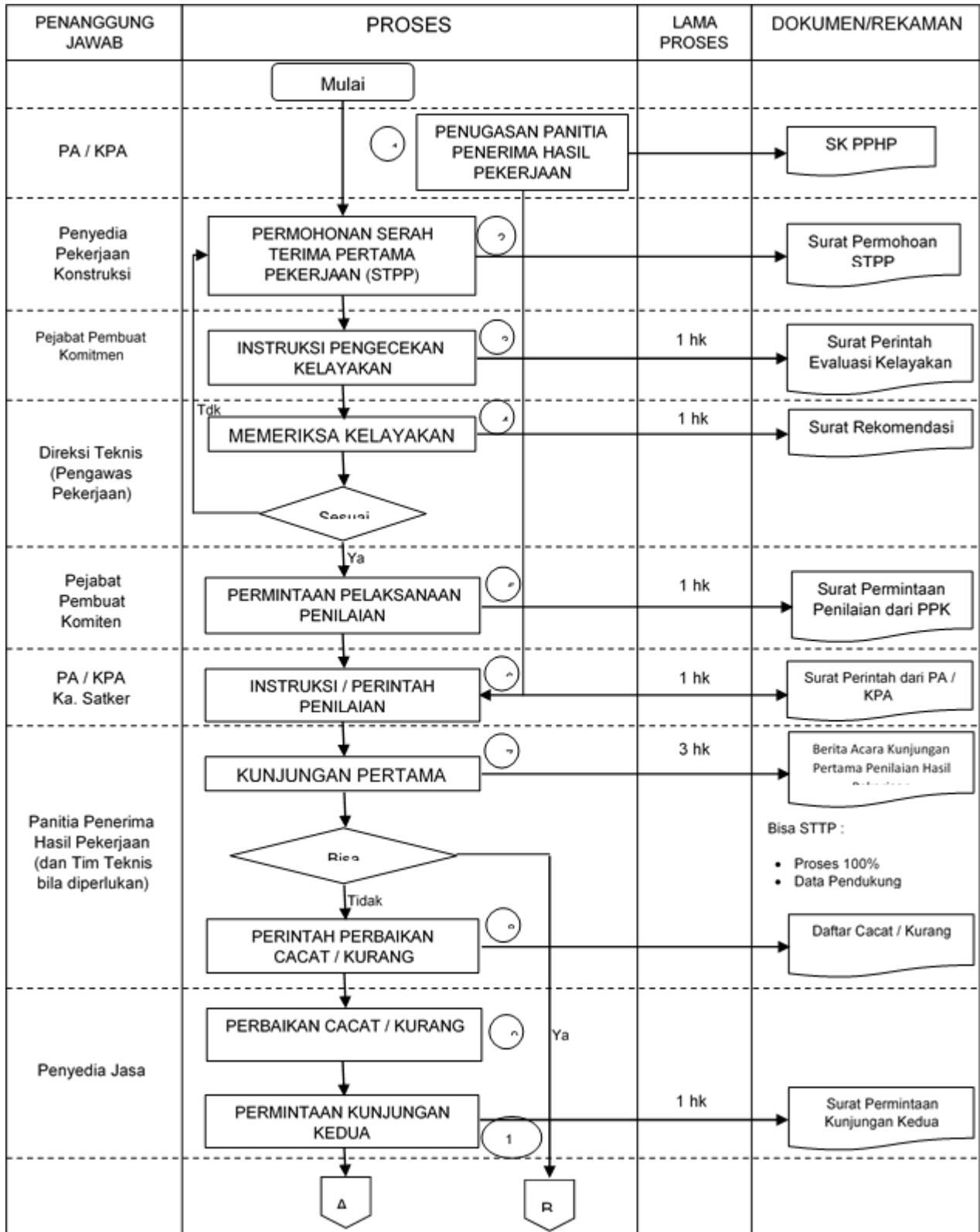
- a) Setelah pekerjaan selesai 100% (seratus persen) sesuai dengan ketentuan yang termuat dalam Kontrak, Penyedia Jasa mengajukan permintaan secara tertulis kepada PPK untuk serah terima barang/jasa.
- b) PPK melakukan pemeriksaan terhadap barang/jasa yang diserahkan.
- c) PPK dan penyedia menandatangani berita acara serah terima.
- d) Laporan kepada PA/KPA.

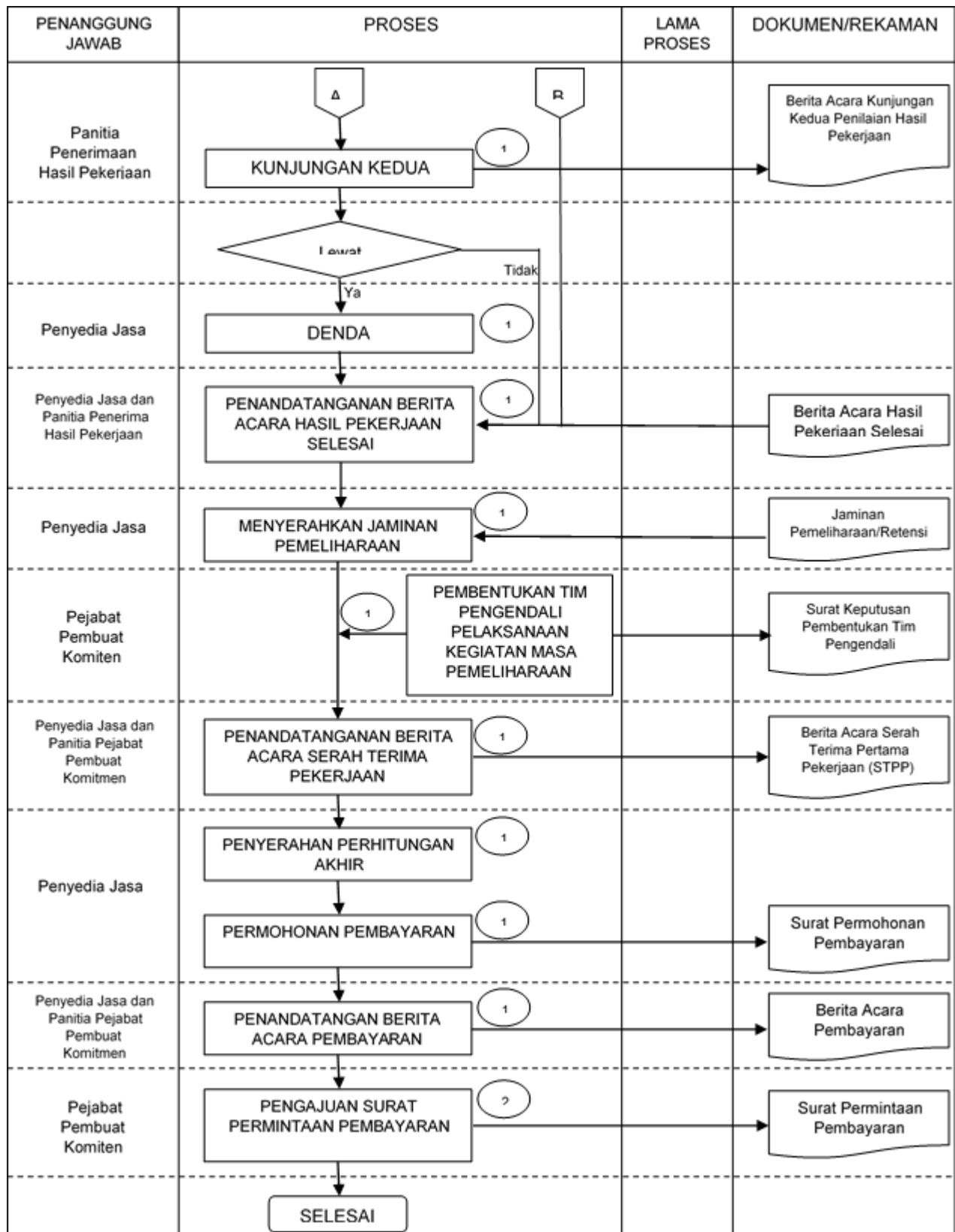
Pengawas pekerjaan mengirim bentuk standar surat kepada penyedia jasa dan membentuk panitia secara resmi. Panitia mengirimkan berita acara (dalam satu bagian atau lebih) yang menunjukkan hasil pemeriksaan visual, dan pengujian pengendalian mutu dan memberitahu penyedia jasa mengenai kekurangan serta cacat yang memerlukan tindak lanjut penanganan.

Suatu masa tenggang dapat diberikan pada penyedia jasa untuk memenuhi permintaan tersebut. Berita acara selanjutnya menyatakan bahwa pekerjaan

selesai dan menentukan tanggal penyerahan pertama. Tanggal ini menandai mulanya masa pemeliharaan/jaminan.

Pada akhir masa kontrak, pengawas pekerjaan harus memastikan bahwa gambar terlaksana (*As Built Drawing*) dan laporan penyelesaian pembangunan jembatan telah selesai.





Gambar 1.1 - Bagan alir serah terima pertama / Provisional Hand Over (PHO)



3. Serah terima akhir pekerjaan/*Final Hand Over* (FHO)

Setelah masa pemeliharaan berakhir, penyedia jasa mengajukan permintaan secara tertulis kepada PPK untuk Serah Terima Akhir Pekerjaan (STAP).

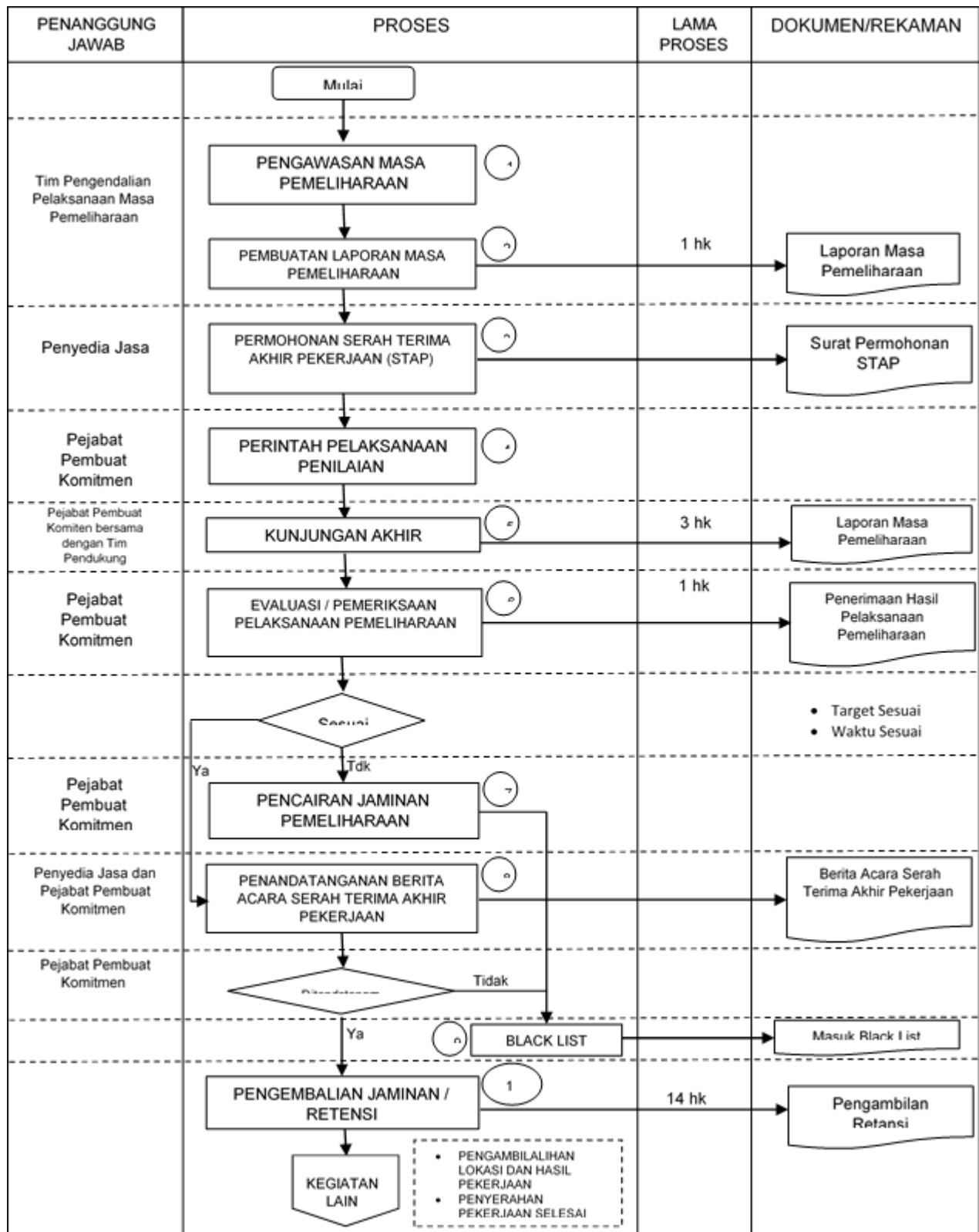
PPK menerima penyerahan akhir pekerjaan setelah penyedia jasa melaksanakan semua kewajibannya selama masa pemeliharaan dengan baik. PPK wajib melakukan pembayaran sisa nilai kontrak yang belum dibayar atau mengembalikan jaminan pemeliharaan.

Serah terima akhir pekerjaan (*Final Hand Over*) adalah peristiwa penyerahan hasil akhir pekerjaan penyedia jasa secara menyeluruh sesuai kontrak dan amandemennya kepada pengawas pekerjaan pada saat berakhirnya periode masa pemeliharaan pekerjaan yang ditandai dengan penandatanganan berita acara serah terima akhir pekerjaan.

Waktu tenggang (*Grace Period*) adalah waktu yang diberikan kepada penyedia jasa untuk memperbaiki kerusakan dan cacat pada hasil pekerjaannya sampai batas waktu yang ditentukan.

Pelaksanaan serah terima akhir pekerjaan (FHO) antara penyedia jasa dengan PPK harus memenuhi syarat antara lain:

- a) Progress fisik 100 % dan bukti perbaikan masa pemeliharaan.
- b) Surat permintaan tertulis oleh penyedia jasa ke PPK dengan melampirkan fisik laporan 100 % dan bukti perbaikan masa pemeliharaan.
- c) PPK melakukan monitor lapangan dan memeriksa kelengkapan administrasi kegiatan dengan membuat *check list* administrasi yang dibubuhi tanda tangan.
- d) Berita acara serah terima akhir pekerjaan (FHO) yang ditandatangani kedua belah pihak.
- e) Serah terima akhir pekerjaan (FHO) dan dokumen lainnya sebagai dasar proses pencairan 5% sisa pembayaran atau pengembalian jaminan pemeliharaan.
- f) Proses pencairan 5% sisa pembayaran atau pengembalian jaminan pemeliharaan.



Gambar 1.2 - Bagan alir serah terima akhir pekerjaan/*Final Hand Over* (FHO)

b. Gambar Terlaksana (*As Built Drawing*)

Gambar terlaksana merupakan gambar yang menunjukkan hasil pelaksanaan atas gambar kerja yang harus disiapkan oleh penyedia jasa dan wajib diserahkan kepada pengguna jasa pada serah terima akhir pekerjaan (paling lambat 14 hari sebelum serah terima akhir pekerjaan).

Keterlambatan atau kegagalan penyerahan gambar terlaksana ini kepada pengguna jasa dapat berakibat ditahannya atau diperhitungkannya pembayaran kepada penyedia jasa.

c. Laporan Penyelesaian Pembangunan

Laporan penyelesaian jembatan harus dibuat untuk setiap jembatan, tanpa melihat kelancaran pembangunannya atau pelaksanaan yang baik dari penyedia jasa.

Isi laporan tergantung dari sifat jembatan serta kesulitan yang dihadapi pada waktu dibangun. Jembatan sederhana cukup dilaporkan detail-detail yang pentingnya saja, sedangkan yang lebih besar memerlukan uraian serta penjelasan yang lebih rinci/lengkap.

Laporan pada umumnya dibagi dalam empat bagian utama seperti diuraikan dibawah ini. Foto berwarna bangunan yang selesai harus dilampirkan seperti foto-foto pada tahap-tahap penting pembangunan. Satu kopi lembar pengaturan umum gambar terlaksana (*As Built Drawing*) juga harus dilampirkan.

Laporan penyelesaian pembangunan jembatan akan merupakan data mengenai bangunan yang sudah selesai bagi pengguna Jasa. Sedangkan keterangan mengenai biaya, waktu pembangunan dan sebagainya pada formulir laporan standar untuk tiap jembatan.

1. Rincian Kontrak

Bagian laporan ini berisi ringkasan mengenai rincian kontrak dalam bentuk yang sesuai untuk rujukan dikemudian hari atau untuk dimasukkan kedalam data base.

Rincian yang diperlukan adalah:

- a) Nama-nama penyedia jasa dan sub penyedia jasa yang telah disetujui. Untuk kombinasi kontrak pekerjaan jalan dan jembatan, penyedia jasa yang terdaftar haruslah perusahaan yang pernah melaksanakan pekerjaan pembangunan jembatan.
- b) Kriteria desain awal, jenis kontrak dan rujukan terhadap standar, peraturan dan spesifikasi dan sebagainya.
- c) Biaya kontrak termasuk detail tambahan biaya dan hal-hal yang berhubungan dengannya.
- d) Perubahan lingkup kerja selama pekerjaan dan sebab-sebab perubahan.
- e) Jadwal pelaksanaan dan penyimpangan dari jadwal, serta penyebab penyimpangan.
- f) Masa kontrak termasuk perpanjangan waktu yang disetujui.
- g) Masa kontrak sebenarnya.

Data tersebut diperlukan untuk setiap jembatan dan diisi kedalam formulir laporan standar.

## 2. Detail-detail struktur

Bagian ini memberikan informasi dasar sebagai bahan rujukan mendatang. Rincian yang diperlukan adalah:

- a) Kedalaman (level) sebenarnya tiang pancang dan dasar bangunan bawah (copy berukuran A3 dari lembar "*As-Build Drawing*" yang dimaksud dapat digunakan).
- b) Perbedaan yang berarti dari gambar rencana, misalnya ketinggian lantai, kekuatan beton, pengaturan prategangan dan lain-lain yang mungkin akan mempengaruhi pemeliharaan atau peningkatan kelas jembatan di masa datang.
- c) Detail dan bagian yang sebenarnya dipasang, alternatif yang disetujui/diperbolehkan menurut dokumen kontrak, misalnya pagar aluminium/baja, landasan, sambungan pemuaian dan barang-barang paten (yang dibuat dipabrik) lainnya.
- d) Peralatan (*instrument*) atau alat-alat pengukuran permanen yang dipasang pada jembatan.
- e) Data tanah dan bahan.
- f) Masalah-masalah teknis dan langkah penanggulangannya.

## 3. Catatan mengenai desain dan pelaksanaan

Dalam bagian ini termasuk:

- a) Perubahan yang penting terhadap desain atau prosedur pelaksanaan yang ditentukan, serta manfaatnya.
- b) Diadakannya perubahan terhadap desain atau prosedur pelaksanaan yang ditentukan untuk menghemat waktu biaya atau perbaikan yang tidak perlu.
- c) Kesulitan yang dihadapi dalam pembangunan, yang tidak terdapat suatu pemecahan praktis selain mendesain kembali jembatan.
- d) Prosedur pelaksanaan yang inovatif dilakukan oleh penyedia jasa. Dokumentasi foto harus diserahkan bila diperlukan, dan
- e) Kesulitan yang disebabkan oleh kekurangan-kekurangan pada Dokumen Pelelangan.

## 4. Catatan mengenai kinerja penyedia jasa

Jika bagian laporan ini kurang menguntungkan bagi penyedia jasa sedemikian rupa sehingga mempengaruhi prospek kerja penyedia jasa di masa mendatang (dengan mengurangi prakualifikasi, misalnya) maka harus ditulis sebagai lampiran terpisah dan rahasia, yang ditandatangani oleh pengawas pekerjaan. Harus diperhatikan bahwa tindakan resmi yang diusulkan akibat kinerja penyedia jasa yang kurang baik sebaiknya menjadi laporan yang terpisah sama sekali.

Kinerja penyedia jasa harus dinilai dalam hal-hal berikut:

- a) Organisasi dan perencanaan.
- b) Kapasitas fisik.
- c) Kapasitas teknis.
- d) Sikap.

Bagian ini diakhiri dengan rekomendasi mengenai kesesuaian penyedia jasa untuk pekerjaan mendatang. Rekomendasi ini dapat pula menyinggung meliputi kinerja penyedia jasa dan kesesuaian batas prakualifikasi penyedia jasa saat ini.

### 1.1.10 Pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

#### a. Umum

Pada dasarnya keselamatan dan kesehatan kerja merupakan perwujudan perlindungan tenaga kerja di satu pihak dan kelancaran pekerjaan di lain pihak. Perlindungan tenaga kerja merupakan usaha-usaha penghindaran dari kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja.

Kecelakaan kerja di dalam pekerjaan konstruksi, antara lain dapat berupa kemungkinan orang jatuh dari tempat tinggi karena terpeleset, kejatuhan benda atau barang, terkena peralatan kerja dan lain-lainnya. Sedangkan penyakit akibat kerja terjadi, karena terkena cairan semen, gangguan pemapasan pekerja pemecah batu dan lain-lainnya.

Dengan melihat kenyataan, bahwa tenaga kerja yang ada di Indonesia, khususnya yang bekerja di sektor konstruksi bangunan, adalah tenaga kerja yang tidak terlatih (*'unskilled'*), sehingga diperlukan usaha pembinaan dalam pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, dengan ini diharapkan agar sikap kerja para tenaga kerja berubah dan dapat mengikuti peraturan serta ketentuan-ketentuan yang berlaku. Di lain pihak, pemerintah melihat bahwa tenaga kerja sebagai golongan yang lemah di dalam hubungan kerja, diusahakan perlindungannya yang diwujudkan di dalam peraturan-peraturan/perundang-undangan guna meningkatkan kesejahteraan sosial bagi tenaga kerja.

Kewajiban umum mengenai K3 bagi penyedia jasa konstruksi, yaitu:

1. Penyedia jasa berkewajiban untuk mengusahakan agar tempat kerja, peralatan, lingkungan kerja dan tata cara kerja diatur sedemikian rupa sehingga tenaga kerja terlindungi dari resiko kecelakaan.
2. Penyedia jasa menjamin bahwa mesin-mesin peralatan, kendaraan atau alat-alat lain yang akan digunakan atau dibutuhkan sesuai dengan peraturan keselamatan kerja, selanjutnya barang-barang tersebut harus dapat dipergunakan secara aman.
3. Penyedia jasa turut mengadakan pengawasan terhadap tenaga kerja, agar tenaga kerja tersebut dapat melakukan pekerjaan dalam keadaan selamat dan sehat.
4. Penyedia jasa menunjuk petugas keselamatan kerja yang karena jabatannya di dalam organisasi penyedia jasa, bertanggung jawab mengawasi koordinasi pekerjaan yang dilakukan untuk menghindarkan resiko bahaya kecelakaan.
5. Penyedia jasa memberikan pekerjaan yang cocok untuk tenaga kerja sesuai dengan keahlian, umur, jenis kelamin dan kondisi fisik/kesehatannya.
6. Sebelum pekerjaan dimulai penyedia jasa menjamin bahwa semua tenaga kerja telah diberi petunjuk terhadap bahaya dari pekerjaannya masing-masing dan usaha pencegahannya, untuk itu penyedia jasa dapat memasang papan-papan pengumuman, papan-papan peringatan serta sarana-sarana pencegahan yang dipandang perlu.

7. Orang tersebut bertanggung jawab pula atas pemeriksaan berkala terhadap semua tempat kerja, peralatan, sarana-sarana pencegahan kecelakaan, lingkungan kerja dan cara-cara pelaksanaan kerja yang aman. Hal-hal yang menyangkut biaya yang timbul dalam rangka penyelenggaraan keselamatan dan kesehatan kerja menjadi tanggung jawab penyedia jasa.

b. Organisasi keselamatan dan kesehatan kerja

Penyedia jasa konstruksi harus menugaskan secara khusus Ahli K3 dan tenaga K3 untuk setiap proyek yang dilaksanakan. Tenaga K3 tersebut harus masuk dalam struktur organisasi pelaksanaan konstruksi setiap proyek, dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Petugas keselamatan dan kesehatan kerja harus bekerja secara penuh (*full-time*) untuk mengurus dan menyelenggarakan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Pengurus dan penyedia jasa yang mengelola pekerjaan dengan mempekerjakan pekerja dengan jumlah minimal 100 orang atau kondisi dari sifat proyek memang memerlukan, diwajibkan membentuk unit pembina K3.
3. Panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja tersebut ini merupakan unit struktural dari organisasi penyedia jasa yang dikelola oleh pengurus atau penyedia jasa.
4. Petugas keselamatan dan kesehatan kerja tersebut bersama-sama dengan panitia pembina keselamatan kerja ini bekerja sebaik-baiknya, dibawah koordinasi pengurus atau penyedia Jasa, serta bertanggungjawab kepada pemimpin proyek.
5. Penyedia jasa harus melakukan hal-hal sebagai berikut :
  - a) Memberikan panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja fasilitas-fasilitas dalam melaksanakan tugas mereka.
  - b) Berkonsultasi dengan panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja dalam segala hal yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja dalam proyek.
  - c) Mengambil langkah-langkah praktis untuk memberi efek pada rekomendasi dari panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja.
  - d) Jika 2 (dua) atau lebih penyedia jasa bergabung dalam suatu proyek mereka harus bekerja sama membentuk kegiatan kegiatan keselamatan dan kesehatan kerja.

c. Laporan kecelakaan

Kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang menimbulkan kerugian baik korban manusia, proses dan atau harta benda.

Suatu kecelakaan kerja dapat saja terjadi menimpa operator atau orang sekitarnya pada saat pengoperasian peralatan jalan/jembatan.

Faktor penyebab kecelakaan antara lain:

1. Faktor manusia

Bahaya kecelakaan yang disebabkan manusia pada umumnya dipengaruhi oleh kurangnya pengertian tentang kesehatan dan keselamatan kerja, kurang disiplin dan oleh sebab kondisi mental, seperti sifat-sifat emosional dan kejenuhan.

## 2. Faktor peralatan dan lingkungan

Kecelakaan yang disebabkan oleh faktor peralatan dan lingkungan pada umumnya adalah :

- a) Tidak adanya konsep K-3 yang jelas.
- b) Tidak adanya pengaman lingkungan seperti pagar pengaman dan sebagainya.
- c) Konstruksi yang salah sehingga menimbulkan runtuhnya bangunan.
- d) Lingkungan yang tidak baik seperti licin, gelap, pengap dan sebagainya.

Salah satu tugas pelaksana K3 adalah melakukan pencatatan atas kejadian yang terkait dengan K3, dimana:

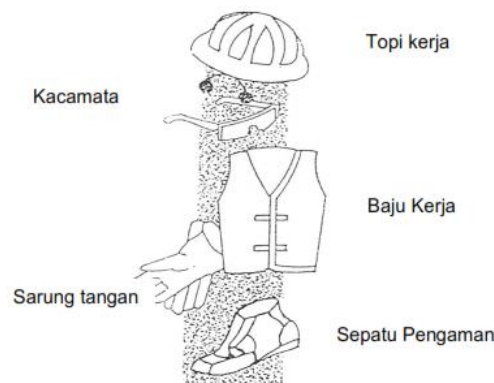
- a) Setiap kejadian kecelakaan kerja atau kejadian yang berbahaya harus dilaporkan kepada instansi yang terkait.
- b) Laporan tersebut harus meliputi statistik yang akan menunjukkan hal-hal sebagai berikut :
  - 1) Menunjukkan catatan kecelakaan dari setiap kegiatan kerja, pekerja masing-masing.
  - 2) Menunjukkan gambaran kecelakaan-kecelakaan dan sebab-sebabnya.

### d. Alat Pelindung Diri

Dalam usaha menghindarkan serta memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan atau penyakit akibat kerja, maka para pekerja perlu dilengkapi dengan pakaian kerja serta perlengkapan yang sesuai dengan persyaratan dan peralatan yang berlaku. Peralatan kerja berfungsi melindungi agar tidak cedera akibat kerja.

Tergantung pada jenis pekerjaan apa yang dilakukan oleh pekerja, maka pekerja harus dilindungi dengan menggunakan peralatan kerja yang sesuai dan memenuhi persyaratan. Misalnya untuk melaksanakan pekerjaan di tempat yang tinggi perlu sabuk pengaman, helm dan lain-lain yang diperlukan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

#### 1. Perlengkapan pakaian

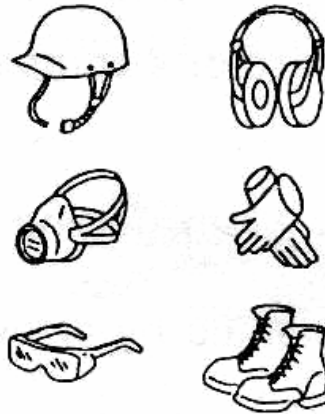


**Gambar 1.3 - Perlengkapan pakaian**

Perlu diperhatikan pula saat pekerja menjalankan tugasnya, apakah sudah dilaksanakan penerapan aturan mengenai pakaian kerja dan perlengkapannya.

## 2. Jenis alat pelindung diri (APD)

- a) *Safety hat*, yang berguna untuk melindungi kepala dari benturan benda keras selama mengoperasikan atau memelihara AMP.
- b) *Safety shoes*, yang akan berguna untuk menghindarkan terpeleset karena licin atau melindungi kaki dari kejatuhan benda keras dan sebagainya.
- c) Kaca mata keselamatan, terutama dibutuhkan untuk melindungi mata pada lokasi pekerjaan yang banyak serbuk metal atau serbuk material keras lainnya.
- d) Masker, diperlukan pada medan yang berdebu meskipun ruang operator telah tertutup rapat, masker ini dianjurkan tetap dipakai.
- e) Sarung tangan, dibutuhkan pada waktu mengerjakan pekerjaan yang berhubungan dengan bahan yang keras, misalnya membuka atau mengencangkan baut dan sebagainya.
- f) Alat pelindung telinga, digunakan untuk melindungi telinga dari kebisingan yang ditimbulkan dari pengoperasian peralatan kerja.



**Gambar 1.4 – Jenis alat pelindung diri**

## 3. Pedoman untuk manajer dan pengawas

Untuk para manajer dan pengawas, hal-hal berikut ini dapat diterapkan untuk mengurangi kecelakaan dan gangguan kesehatan dalam pelaksanaan pekerjaan bidang konstruksi:

- a) Manajer berkewajiban untuk melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja konstruksi sehingga harus menerapkan berbagai aturan, standar untuk meningkatkan K3, juga harus mendorong personil untuk memperbaiki sikap dan kesadaran terhadap K3 melalui komunikasi yang baik, organisasi yang baik, persuasi dan pendidikan, menghargai pekerja untuk tindakan-tindakan aman, serta menetapkan target yang realistis untuk K3.
- b) Secara aktif mendukung kebijakan untuk keselamatan pada pekerjaan seperti dengan memasukkan masalah keselamatan kerja sebagai bagian dari perencanaan pekerjaan dan memberikan dukungan yang positif.
- c) Manajer perlu memberikan perhatian secara khusus dan mengadakan hubungan yang erat dengan para mandor dan pekerja sebagai upaya untuk menghindari terjadi kecelakaan dan permasalahan dalam proyek konstruksi. Manajer dapat melakukannya dengan cara :
  - 1) Mengarahkan pekerja yang baru pada pekerjaannya dan mengusahakan agar mereka berkenalan akrab dengan personil dari pekerjaan lainnya dan



hendaknya memberikan perhatian yang khusus terhadap pekerja yang baru, terutama pada hari-harinya yang pertama.

- 2) Melibatkan diri dalam perselisihan antara pekerja dengan mandor, karena dengan mengerjakan hal itu, kita akan dapat memahami mengenai titik sudut pandang dari pekerja. Cara ini bukanlah mempunyai maksud untuk merusak kewibawaan pihak mandor, tetapi lebih mengarah untuk memastikan bahwa pihak pekerja itu telah diperlakukan secara adil (wajar).
- 3) Memperlihatkan sikap menghargai terhadap kemampuan para mandor tetapi juga harus mengakui suatu fakta bahwa pihak mandor itu pun (sebagai manusia) dapat membuat kesalahan. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara mengizinkan para mandor untuk memilih para pekerjanya sendiri (tetapi tidak menyerahkan kekuasaan yang tunggal untuk memberhentikan pekerja).

## 1.2 Mobilisasi

Dalam mengawasi pekerjaan kepala jembatan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan mobilisasi sebagai berikut



**Gambar 1.5 –Bagan alir pelaksanaan mobilisasi**

- a. Persiapan
  1. Penyedia jasa konstruksi telah mengajukan surat mobilisasi.
  2. Ada penanggung jawab kegiatan.
  3. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  4. Penyedia pekerjaan konstruksi membuat daftar peralatan, fasilitas dan perlengkapan yang akan dimobilisasi.
  5. Ada penyediaan lahan untuk mengakomodasi basecamp dan kegiatan pelaksanaan penyedia pekerjaan konstruksi.
  6. Lokasi untuk penyimpanan peralatan sudah siap.
  7. Waktu mulainya mobilisasi sesuai. (paling lambat 30 hari sejak diterbitkannya SPMK).
- b. Mobilisasi Personil
  1. Keberadaan Kepala Pelaksana/*General Super Intendent* (GS)
    - a) Kepala Pelaksana dimobilisasi paling lambat saat SPMK.
    - b) Kesesuaian kualifikasi General Super Intendent dengan Dokumen Kontrak.
    - c) Kesetaraan kompetensi GS pengganti minimal memiliki SKA setara dan sesuai lama pengalaman kerjanya, jika ada pergantian.
  2. Personil Inti
    - a) Personil inti dimobilisasi secara bertahap, sesuai kebutuhan.
    - b) Jumlah Personil inti sesuai dokumen kontrak.
    - c) Keterampilan/keahlian/kemampuan tenaga inti penyedia jasa yang ditempatkan di proyek, sesuai dengan yang dibutuhkan.
    - d) Kesetaraan kompetensi GS pengganti minimal memiliki SKA setara dan sesuai lama pengalaman kerjanya, jika ada pergantian.
  3. Manager Pengendali Mutu (QCM)
    - a) Manger Pengendali Mutu dimobilisasi paling lambat saat SPMK.
    - b) Kesesuaian kualifikasi Manger Pengendali Mutu dengan Dokumen Kontrak.
    - c) Kesetaraan kompetensi GS pengganti minimal memiliki SKA setara dan sesuai lama pengalaman kerjanya, jika ada pergantian.
- c. Mendirikan Base Camp
  1. Denah lokasi umum, denah detail base camp di lapangan dan fasilitasnya tertuang dalam gambar kerja dan sesuai kontrak.
- d. Mendatangkan Alat Berat
  1. Pemasangan peralatan sesuai dengan daftar yang tercantum dalam penawaran.
  2. Sudah mendapatkan ijin untuk menggunakan jalan/jembatan yang ada.
  3. Perkuatan jembatan lama untuk pengangkutan alat-alat berat dilakukan.
  4. Perbaikan pemeliharaan jalan dilakukan

5. Memobilisasi alat berat harus sesuai dengan kebutuhan yang diatur dalam kontrak.
- e. Mendatangkan Alat-Alat Laboratorium
1. Alat-alat Laboratorium yang didatangkan sesuai dengan fungsinya (untuk pemeriksaan bahan dan pemeriksaan mutu).
  2. Alat-alat ukur yang dikirim sesuai dengan kebutuhan.
  3. Alat-alat laboratorium harus bersertifikat kalibrasi yang masih berlaku.

Mobilisasi adalah proses mengadakan sampai siap pakai peralatan-peralatan, personal dan perlengkapan-perengkapan lainnya seperti peralatan laboratorium, alat berat dan fasilitas pendukung yang diperlukan sesuai rencana penggunaannya seperti diatur dalam kontrak.

Mobilisasi dan pemasangan instalasi konstruksi dan semua peralatan sesuai dengan daftar peralatan yang tercantum dalam penawaran yang diperlukan selama pelaksanaan pekerjaan, dari suatu lokasi asal ke tempat pekerjaan dimana peralatan tersebut akan digunakan menurut kontrak.

Pekerjaan mobilisasi meliputi:

- a. Penyediaan tanah untuk keperluan *base camp* penyedia jasa dan kegiatan pelaksanaan pekerjaan;
- b. Pendetangan staf pelaksana dan pekerja untuk pelaksanaan pekerjaan;
- c. Pendetangan dan pemasangan peralatan konstruksi di lapangan pekerjaan;
- d. Penyediaan dan pemeliharaan *base camp* penyedia jasa;
- e. Penyediaan fasilitas pengendalian mutu termasuk, fasilitas laboratorium (bila perlu); dan alat ukur;
- f. Demobilisasi semua staf, pekerja, peralatan konstruksi dan *base camp* dari daerah kerja.

Mobilisasi harus dilaksanakan selambat-lambatnya 30 hari sejak diterbitkannya SPMK dan harus diselesaikan dalam waktu 90 hari terhitung sejak tanggal mulainya pekerjaan, kecuali fasilitas pengendalian mutu yang harus terpasang dan siap digunakan dalam waktu 45 hari.

Penyedia jasa harus menyerahkan kepada pengawas pekerjaan suatu program mobilisasi menurut detail dan waktu untuk mendapatkan persetujuannya.

Program mobilisasi memuat tambahan informasi sebagai berikut:

- a. Lokasi *base camp* penyedia jasa (denah lokasi umum dan terinci dari: lokasi kantor, bengkel, gudang dan peralatan konstruksi utama, dan laboratorium);
- b. Rencana pengiriman peralatan dengan menunjukkan lokasi asal peralatan yang terdaftar dalam jadwal dalam penawaran, cara pengangkutan yang diusulkan, dan jadwal kedatangannya.
- c. Penyedia jasa harus meminta persetujuan direksi pekerjaan atas setiap perubahan jadwal pendetangan peralatan dan staf yang disampaikan dalam penawaran;
- d. Penyedia jasa harus membuat format bagan balok yang dapat memperlihatkan kemajuan pekerjaan secara menyeluruh, dan diperlihatkan pula setiap kegiatan pekerjaan mobilisasi utama serta kurva kemajuan pekerjaan (kurva-S).

Mobilisasi peralatan dan personil pelaksana dapat dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan mobilisasi oleh penyedia jasa, maka penyedia jasa akan dikenakan denda sebesar 1% nilai angsuran untuk setiap hari keterlambatan sampai batas maksimum keterlambatan sebesar 50 hari.

### **1.3 Survei dan Pengukuran Awal**

#### **1.3.1 Umum**

Untuk mengelola sesuatu pekerjaan pengukuran membutuhkan ketelitian dan keakurasian dengan baik, maka dibutuhkan suatu gambaran dari obyek yang akan dikerjakan; baik gambaran yang sederhana, seperti denah maupun gambaran yang teliti dan baik seperti peta topografi. Begitu pula dalam survei pembukaan lahan untuk daerah pemukiman baru, pembuatan jalan dibutuhkan peta topografi saja, juga foto udara pun telah lebih banyak digunakan sebagai pengganti peta topografi; terutama untuk daerah yang belum dipetakan atau tidak ada peta topografinya menurut skalanya yang diminta.

Jadi, foto udara dan peta fotografi merupakan salah satu di antara beberapa alat di dalam survei. Sehingga hasil pekerjaannya akan memberikan data lapangan yang lengkap dan benar serta tepat pada waktunya, yang penting tidak perlu diadakan ulangan survei.

Survei pada umumnya dapat dibagi menjadi beberapa tahap, seperti: survei penelitian lapangan, survei pendahuluan, survei lokasi dan survei konstruksi. Pekerjaan survei pembukaan tanah dapat dibagi menjadi beberapa tahap, sebagai berikut:

- a. Menentukan dan meletakkan titik-titik kontrol horisontal dan vertikal.
- b. Mengadakan pengukuran sifat datar dan pengukuran topografi.
- c. Pematokan batas lahan pemilikan dan pematokan untuk perencanaan jalan.
- d. Pematokan untuk pekerjaan konstruksi dan kuantitas pekerjaan.
- e. *As-built survei*

Guna mendapatkan hasil yang baik dari pekerjaan tersebut di atas, kita harus mempunyai ketentuan-ketentuan dan spesifikasi setiap pekerjaan sehingga setiap kesalahan yang dibuat akan dengan mudah dapat dikontrolnya. Sebetulnya dengan ketentuan dan spesifikasi itu bukan merupakan jaminan untuk mendapatkan hasil yang baik, jika pekerjaan itu dikerjakan oleh tenaga yang belum terdidik dan berpengalaman.

Hal ini pun masih belum sempurna bila tidak diimbangi dengan peralatan yang baik dan mutakhir. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan keberhasilan di dalam pekerjaan survei, paling sedikit harus dapat terpenuhi sembilan puluh persen dari ketentuan-ketentuan yang diminta.

#### **1.3.2 Penggunaan Peta Topografi Dan Foto Udara**

Peta topografi yang digunakan di dalam survei, biasanya berskala besar dengan interval garis ketinggian tidak boleh lebih dari 2 m. Di dalam peta topografi biasanya terdapat tanda-tanda (simbul) titik pasti nasional (triangulasi).

Bila proyeksi peta topografi itu adalah proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM) dan jika di dalam peta itu tidak terdapat simbul triangulasi, karena proyeksi Universal Transverse Mercator untuk Indonesia telah diselaraskan dan dikaitkan dengan jaringan titik-pasti nasional (titik triangulasi). Dengan kata lain, tiap sudut peta topografi yang berproyeksi UTM mempunyai koordinatnya. Dengan demikian di dalam survei penelitian lapangan yang menggunakan peta topografi dengan proyeksi UTM, kita sudah dapat menentukan di mana

letak titik-titik kontrol kedua, yang akan dibuatnya dan memperhitungkan pekerjaan selanjutnya. Sedangkan ketinggian dari sesuatu tempat sudah dapat dibaca dari garis ketinggian (*contour*) pada peta itu.

Foto udara dipakai dalam survei adalah sebagai pengganti peta topografi, apabila daerah yang akan dibuka untuk daerah pemukiman itu tidak ada peta yang teliti dan baik. Kalau foto udara itu dibuat sebelum adanya rencana pembukaan daerah baru, maka titik-titik kontrolnya berdasarkan bangunan permanen yang ada dan diketahui tingginya. Kalau foto udara itu dibuat berdasar perencanaan, maka sebelum mengadakan pemotretan pada daerah yang akan dibuka; terlebih dahulu harus dibuatkan titik-titik kontrol yang diketahui koordinat dan ketinggiannya sepanjang jalur penerbangan dengan jarak interval setiap 5 km. Titik-titik kontrol itu diberi tanda supaya dapat terlihat jelas nantinya difoto, biasanya berwujud garis silang besar dengan warna putih, besarnya tergantung kepada ketinggian terbangnya pesawat.

Di atas mozaik foto udara tadi digambarkan batas-batas kawasan proyek yang akan dibangun berdasarkan titik kontrol tadi. Dengan bantuan alat foto grammetris; maka sudah dapat dibuat peta detail yang dapat digunakan dalam memperhitungkan pekerjaan konstruksi selanjutnya. Jika ingin mendapatkan ketelitian yang sempurna, sebaiknya menggunakan peta topografi dan foto udara.

### 1.3.3 Pengukuran Horizontal

Pengukuran horizontal didasarkan baik pada sistem kontrol garis ataupun sistem koordinat, namun bila dibutuhkan dapat merupakan kombinasi dari kedua sistem diatas.

Untuk menentukan letak titik-titik kontrol di atas muka bumi yang diketahui koordinat dan elevasinya pada survei bidang datar digunakan metode triangulasi, intersection, resection dan *travers*. Sedangkan pengukuran yang lebih teliti dan mendetail dapat digunakan metode *extrapolation* dan *interpolation*.

Pengukuran horizontal berdasarkan garis *travers*, apabila foto udara yang dipakai untuk menentukan lokasi dan sebagai pendahuluan design, maka titik kontrol hendaklah diletakkan di tempat yang tinggi untuk daerah perbukitan dan untuk daerah datar dibuatkan tugu.

Surveior kemudian akan membuat lokasi dari titik-titik ini dengan pertolongan titik triangulasi dengan menggunakan pesawat theodolite yang teliti. Dari foto udara dan garis *travers*, batas kawasan tanah proyek yang sebenarnya sudah dapat ditentukan; kemudian akan diukur jaraknya sambil membuat *reference point* (titik petunjuk).

Titik petunjuk ini gunanya untuk menentukan kembali letak/patok, mengingat bahwa kemungkinan besar patok batas kawasan proyek rusak dan hilang besar sekali.

Ketelitian dalam mengukur garis kaki *travers* sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi persyaratan yang diminta untuk pembuatan peta detail. Garis *travers* digunakan apabila suatu proyek melalui suatu daerah yang masih perawan, di mana daerah ini sedikitnya penghubung, daerah berawa dan perbukitan.

Apabila pengukuran vertikal digunakan dengan garis *travers*, maka vertikal kontrol itu adalah sementara. Adalah tidak pada tempatnya untuk memasang vertikal tetap, apabila garis sumbu ukur belum diketahui letaknya.

Meskipun begitu momen bench mark hendaklah diletakkan cukup dekat dengan garis *travers*, mudah didekati dan letaknya tidak lebih dari satu kilometer jaraknya dari garis *travers*. *Bench*

mark ini harus memenuhi persyaratan yang diminta untuk survei pembukaan lahan untuk daerah pemukiman.

Untuk menentukan letak titik-titik kontrol di atas muka bumi yang diketahui koordinat dan elevasinya pada survei bidang datar digunakan metode triangulasi, *intersection*, *resection* dan *travers*. Sedangkan pengukuran yang lebih teliti dan mendetail dapat digunakan metode *extrapolation* dan *interpolation*. Yang penting dalam pekerjaan ini ialah dalam soal perhitungannya dapat mengontrol pembacaan sudut, jarak dan koordinat serta dapat dikoreksi.

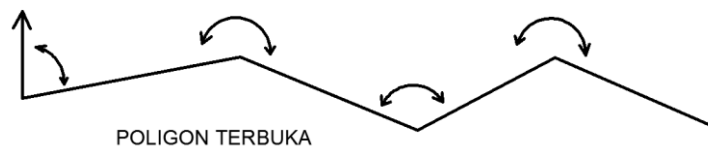
a. Poligon

Ketentuan yang dimaksudkan di atas untuk pengukuran pekerjaan yang luas daerah operasinya, sedangkan untuk daerah yang hanya merupakan suatu koridor cukup dengan menggunakan metode *traversing* atau metode poligon.

Secara umum terdapat dua macam poligon, yaitu :

1. Poligon terbuka

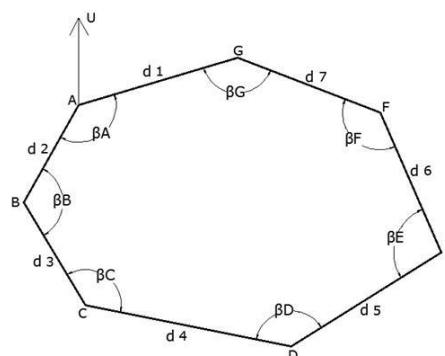
Poligon terbuka adalah poligon yang titik awal dan titik akhirnya merupakan titik yang berlainan (tidak bertemu pada satu titik).



**Gambar 1.6 - Poligon terbuka**

2. Poligon Tertutup

Poligon tertutup atau kring adalah poligon yang titik awal dan titik akhirnya bertemu pada satu titik yang sama. Pada poligon tertutup, koreksi sudut dan koreksi koordinat tetap dapat dilakukan walaupun tanpa titik ikat.



**Gambar 1.7 - Poligon tertutup**

b. Sistem Kontrol Garis

Penentuan pengukuran didasarkan pada sistem referensi garis, biasanya digunakan garis tengah Jembatan dan garis kontrol *offset* dapat pula digunakan. Titik-titik utama

(*key points*) ditentukan dari pengikatan, titik-titik kontrol *offset* serta pengukuran jarak langsung dan pengukuran sudut sepanjang garis referensi.

Garis-garis kontrol tidak perlu harus lurus, dapat berbentuk lingkaran atau lengkungan spiral. Dalam hal ini, suatu perhitungan data-data koordinat kritis, pengikatan, landasan serta lengkungan harus tercakup dan tertera pada gambar alinemen.

c. Sistem Koordinat

Titik-titik utama harus ditentukan koordinatnya untuk menentukan posisi koordinat-koordinat tersebut di lapangan, dilakukan pengukuran jarak dari titik kontrol hasil survei yang dihitung berdasarkan pada koordinat arah utara–timur.

### 1.3.4 Pengukuran Vertikal

Ketinggian permukaan tanah dapat diukur dari titik *Bench Mark* pengendali bangunan dapat di tempatkan pada lokal atau pada gabungan datum.

Geometri vertikal garis kontrol biasanya telah ditentukan yang memerinci rangkaian titik-titik vertikal, ketinggian dan kemiringan permukaan akhir. Pengukuran lengkung vertikal sering diabaikan jika lengkungan vertikal normal dan dikurangi dengan ketinggian yang diukur pada interval-interval pendek sepanjang garis-garis rencana.

a. Metode Barometris

Pengukuran beda tinggi dengan cara Barometris yaitu pengukuran beda tinggi dengan perantaraan tekanan udara atau atmosfer. Alat yang digunakan adalah Barometris baik Barometer air raksa maupun *Anaeroid Barometer*.

b. Metode Trigonometris

Pengukuran beda tinggi dengan cara Trigonometris merupakan pengukuran beda tinggi secara tidak langsung dengan mengukur sudut vertikal dan jarak miring sehingga jarak horizontalnya dapat dicari. Alat yang digunakan menggunakan alat Theodolit dan BTM.

### 1.3.5 Pengukuran Detail

Pada saat pengukuran di lapangan, data yang diambil untuk pengukuran detail adalah:

- a. Beda tinggi antara titik ikat kerangka dan titik detail yang bersangkutan.
- b. Jarak optis atau jarak datar antara titik kerangka dan titik detail.
- c. Sudut antara sisi kerangka dengan arah titik awal detail yang bersangkutan atau sudut jurusan magnetis dari arah titik detail yang bersangkutan.

1. Metode Polar

Metode polar atau memancar adalah untuk menentukan suatu titik koordinat yang di kaitkan pada suatu titik yang sudah diketahui koordinatnya. Biasanya digunakan untuk menentukan luas suatu lahan. Pengukuran beda tinggi dan lain-lain.

Posisi titik-titik dan orientasi garis tergantung pada pengukuran sudut dan arah. Dalam pekerjaan pengukuran tanah, arah ditentukan oleh sudut arah dan azimut.

2. Metode Trilaterasi

Trilaterasi digunakan apabila daerah yang diukur ukuran salah satunya lebih besar daripada ukuran lainnya, maka dibuat rangkaian segitiga. Pada cara ini sudut yang

diukur adalah semua sisi segitiga. Metode Trilaterasi yaitu serangkaian segitiga yang seluruh jarak jaraknya di ukur di lapangan.

### **1.3.6 Pematokan Batas Lahan Kawasan Proyek**

Dari hasil pengukuran triangulasi atau polygon yang ditunda dengan berdirinya monumen kontrol, maka batas tanah kawasan proyek sudah dapat ditentukan dan dihitung luas arealnya. Sebetulnya pekerjaan pengukuran hak batas tanah milik merupakan pekerjaan dari pengukuran kadaster (*cadastral surveying*), meskipun prosedur kerjanya tiada berbeda dengan pengukuran pada umumnya.

Perbedaannya hanya terdapat dalam mencatat data perbatasan hak milik (*boundary description*). *Boundary description* ini adalah sangat penting dalam hubungannya dalam hubungannya dengan harta tanah dan faktor ekonomi lainnya. Karena dengan hilangnya data mengenai batas tanah milik, maka seseorang akan mendapatkan kesukaran dalam menggugat orang lain bila diketahui tanahnya telah diserobotnya.

### **1.3.7 Titik-titik Kontrol Survei**

Suatu jaringan titik kontrol survei ditentukan untuk mencakup seluruh daerah proyek, dan ditempatkan pada posisi yang tepat didalam pekerjaan konstruksi. Jarak antara titik-titik kontrol dianjurkan kira-kira 50 meter.

Titik-titik kontrol survei sebaiknya berada dekat dengan lokasi pekerjaan tetapi bebas dari area kegiatan untuk menghindari kemungkinan adanya pergeseran posisi akibat aktivitas pekerjaan termasuk pengoperasian dari peralatan. Letak titik-titik kontrol tersebut harus selalu dicek secara teratur. Perubahan letak titik kontrol juga dapat terjadi pada dasar tanah, pada timbunan pelapisan tanah yang mudah mampat atau proses dalam tanah itu sendiri, seperti proses yang terjadi akibat besarnya variasi kadar kelembaban.

### **1.3.8 Penentuan Elemen-elemen Struktur**

#### **a. Umum**

Letak dari elemen-elemen utama seperti kepala jembatan, pilar, dan bangunan atas ditentukan berdasarkan pada sistem referensi yang digunakan.

Titik offset referensi harus ditetapkan untuk tiap elemen utama. Letak dan jarak offset tiap-tiap titik referensi harus hati-hati diputuskan dan dikenali dilapangan untuk menyiapkan tahap penentuan kembali yang mudah bagi letak elemen utama sehingga titik-titik ini tidak terganggu.

Letak elemen-elemen kecil lain seperti kerb, parapet, galian drainase ditentukan berdasarkan pada letak elemen-elemen dengan mempertimbangkan pengukuran.

Penempatan dan pematokan letak elemen-elemen yang telah ditentukan harus diperiksa. Pemeriksaan harus dilakukan secara terpisah dan dilakukan oleh Staf Engineer dengan menggunakan peralatan lain yang berbeda dengan peralatan yang digunakan pada saat penempatan dan pematokan awal.

Bagi penyedia jasa yang melaksanakan pemeriksaan ulang atas hasil pekerjaannya sendiri, dianjurkan untuk menggunakan metode lain yang berbeda dengan metode yang telah digunakan pada saat awal penempatan dan pematokan. Untuk menghindari kesalahan dari ketidak tepatan identifikasi patok, ketidak-tepatan panandaan atau



kesalahan dalam melaksanakan survei, maka pengukuran jarak dan beda tinggi dilakukan dengan memeriksa hasil pekerjaan dari titik awal suatu sisi sampai pada titik akhir pada sisi yang lain, kemudian diikatkan pada titik kontrol hasil survei pertama. Pemeriksaan tidak diperkenankan dilakukan hanya dengan mengukur dari satu titik akhir saja atau dua titik akhir pada sisi yang terpisah.

Prinsip dasar pekerjaan survei harus selalu digunakan, terutama untuk jarak yang besar. Peralatan harus mengukur dengan akurat dan sudut diukur pada sisi muka kanan dan muka kiri. Peralatan survei yang digunakan dianjurkan untuk diperiksa secara teratur untuk mempertahankan ketelitian dan ketepatannya. Dalam pengukuran, diusahakan agar jarak muka sama dengan jarak belakang jika memungkinkan.

b. Tiang Pancang

Penentuan dan pematokan posisi fondasi merupakan pekerjaan yang paling kritis. Beberapa unsur penting seperti jarak antara beton kopel (*pile cap*) harus selalu diperiksa ulang sesuai dengan ukuran bangunan atas, sebelum pekerjaan konstruksi dimulai, terutama bila bangunan atas horizontal.

Apabila posisi garis kontrol terletak di luar garis tengah jembatan, perlu diperhatikan bahwa sudut kemiringan diputar dari garis yang benar terutama bila kemiringan berada di antara  $40^\circ$  dan  $50^\circ$ . Lokasi tiang pancang terletak pada satu bidang di sisi bawah dari beton kopel tiang atau kepala jembatan. Oleh karena itu pada pematokan tiang pancang, posisi tiang pancang dipermukaan atau kerangka tiang pancang harus diukur dan disesuaikan, untuk mendapatkan perbedaan antara bagian bawah beton kopel atau kepala jembatan dan permukaan asli atau kerangka tiang pancang.

Kontrol posisi tiang pancang sulit dilakukan setelah pemancangan, dalam menentukan ketepatan posisinya dibutuhkan letak awal dari pergeseran tiang pancang, untuk memastikan bahwa posisi pancang tetap pada posisi semula. Pergeseran tiang pancang cenderung bergerak searah dengan kemiringan pada waktu pemancangan dan seringkali bertambah sesuai kemiringannya.

Penyesuaian untuk tiang miring dalam kelompok tiang dapat dibenarkan, untuk mengurangi resiko tiang terlalu dekat pada tepi beton kopel tiang yang akan mengakibatkan beton kopel tiang diperbesar. Pemancangan tiang miring pertama kali dapat digunakan untuk memeriksa seberapa besar pergeseran dari kemiringan rencana.

c. Telapak Fondasi dan Kepala Tiang (*Footings and Pile Caps*)

Posisi garis-garis referensi harus tetap terletak pada telapak fondasi atau pada garis poros beton kopel dan garis-garis poros kolom. Setelah pemancangan tiang dilakukan, titik referensi yang telah ditentukan sebelumnya harus diperiksa kembali untuk memastikan bahwa titik-titik tersebut tidak mengalami gangguan.

Acuan untuk pangkal atau ujung dari kolom harus ditentukan secara tepat dan akurat. Bila pangkal kolom terletak pada posisi yang tepat dan akurat, maka ketegakan kolom dapat dikontrol langsung dari pangkal.

d. Kolom-kolom

Ketegakan dapat dikontrol dari pangkal kolom yang dibuat secara akurat, seperti yang telah diterangkan di atas atau dengan unting-unting atau bila mungkin dapat dilakukan dengan Theodolit dari 2 arah.

'*Spirit level*' sebaiknya tidak digunakan untuk memeriksa ketegak-lurusan. Unting-unting yang digantungkan sepanjang tinggi kolom adalah cara yang terbaik untuk mendapatkan hasil kontrol dan bahkan dapat digunakan untuk konstruksi kolom yang mengecil ujungnya.

Ketinggian kolom juga dapat dikontrol dengan pita ukur atau dengan cara pengukuran beda tinggi (*levelling*).

e. Balok Melintang Ujung (*Crosshead*)

Posisi horizontal *Crosshead* dapat ditentukan dari titik-titik tetap di puncak kolom menggunakan koordinat-koordinat atau dari posisi garis poros yang ditransfer dari dasar dengan menggunakan Theodolit.

Acuan soffit ditentukan dengan menggunakan sifat-datar dan bak ukur, dengan memperhitungkan penurunan dan lendutan dari perancah dan acuan.

Tiang penyangga (*Pedestals*) landasan kadang-kadang dicor monolit dengan balok melintang, tetapi karena toleransi yang kecil untuk menempatkan *pedestal*, lebih baik pengecorannya dilakukan setelah balok melintang. Bila lubang penyambung akan ditempatkan pada balok melintang, lubang tersebut harus diperiksa secara teliti dengan menggunakan pengukuran langsung dari pilar ke pilar untuk menjamin ketepatan balok.

f. Landasan

Landasan ditempatkan secara tepat pada dasarnya yang telah diberi tanda garis tengah.

Beberapa perencanaan mensyaratkan balok atau gelagar didukung pada landasan sementara. Penentuan landasan sementara dilakukan dengan cara yang sama seperti landasan yang tetap.

g. Balok dan Gelagar

Titik-titik untuk penentuan dan pematokan balok dipindahkan dari permukaan tanah ke balok melintang (*crosshead*).

Untuk gelagar segmental yang post-tension, pada perancah, profil awal harus diberi keterangan pada Gambar guna menyediakan profil rencana setelah penegangan.

Bangunan-bangunan atas yang dicor setempat ditentukan dan dipatok dari posisi tetap pada balok melintang pada kolom-kolom. Untuk kontrol ketinggian pada gelagar *box* yang dicor setempat, grid dibuat pada acuan soffit yang disesuaikan sambil memasang bak ukur pada titik-titik kisi. Harus diperhitungkan penurunan dan lendutan acuan dan perancah.

## 1.4 Kantor Lapangan dan Fasilitas

### 1.4.1 Umum

Penyedia jasa harus menyediakan, memasang, memelihara, membersihkan, menjaga, dan pada saat selesainya kontrak harus memindahkan atau membuang semua bangunan kantor darurat, gudang-gudang penyimpanan, barak-barak tenaga kerja dan bengkel-bengkel yang dibutuhkan untuk pengelolaan dan pengawasan kegiatan.

Kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sesuai dengan Lokasi Umum dan Denah Lapangan yang telah disetujui, dimana penempatannya harus diusahakan sedekat mungkin dengan daerah kerja (*site*) dan telah mendapat persetujuan dari pengawas pekerjaan.

Bangunan untuk kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terbebas dari polusi yang dihasilkan oleh kegiatan pelaksanaan. Bangunan yang dibuat harus mempunyai kekuatan struktural yang baik, tahan cuaca, dan elevasi lantai yang lebih tinggi dari tanah sekitarnya. Bangunan untuk penyimpanan bahan harus diberi bahan pelindung yang cocok sehingga bahan-bahan yang disimpan tidak akan mengalami kerusakan.

Bangunan dapat dibuat di tempat atau dirakit dari komponen-komponen pra-fabrikasi. Kantor lapangan dan gudang sementara harus didirikan di atas fondasi yang mantap dan dilengkapi dengan penghubung untuk pelayanan utilitas. Bahan, peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk bangunan dapat baru atau bekas pakai, tetapi dengan syarat harus dapat berfungsi, cocok dengan maksud pemakaiannya dan tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Lahan untuk kantor lapangan dan semacamnya harus ditimbun dan diratakan sehingga layak untuk ditempati bangunan, bebas dari genangan air, diberi pagar keliling, dan dilengkapi minimum dengan jalan masuk dari kerikil serta tempat parkir.

Kantor lapangan (*basecamp*) harus dapat menginformasikan arah evakuasi menuju titik berkumpul (*assembly point*) pada keadaan darurat bencana. *Basecamp* harus dapat mengakomodasi kebutuhan gender (*responsive gender*).

### 1.4.2 Kantor Penyedia Jasa dan Fasilitasnya

Penyedia jasa harus menyediakan akomodasi dan fasilitas kantor yang cocok dan memenuhi kebutuhan kegiatan, antara lain:

a. Ukuran

Ukuran kantor dan fasilitasnya sesuai untuk kebutuhan umum penyedia jasa dan harus menyediakan sebuah ruangan yang digunakan untuk rapat kemajuan pekerjaan.

b. Alat Komunikasi

1. Penyedia jasa harus menyediakan alat komunikasi dua arah dan dapat digunakan selama masa kontrak.
2. Bilamana sambungan saluran telepon tetap (*stationary*) atau bergerak (*mobile*) tidak mungkin disediakan, atau tidak dapat disediakan dalam masa mobilisasi, maka penyedia jasa harus menyediakan pengganti berupa alat komunikasi lainnya yang dapat berkomunikasi dengan jelas dan dapat diandalkan antara kantor Wakil Pengguna Jasa, kantor Tim Supervisi Lapangan dan titik terjauh di lapangan.

3. Bilamana izin atau perizinan dari instansi pemerintah yang terkait diperlukan untuk pemasangan dan penggunaan sistem telepon satelit semacam ini, pengawas pekerjaan akan melakukan semua pengaturan, tetapi semua biaya yang timbul harus dibayar oleh penyedia jasa.
- c. Perlengkapan dalam Ruang Rapat dan Ruang Penyimpanan Dokumentasi Kegiatan
    1. Meja rapat dengan kursi untuk paling sedikit 8 orang.
    2. Rak atau laci untuk penyimpanan gambar dan arsip untuk dokumentasi kegiatan secara vertikal atau horisontal, yang ditempatkan di dalam atau dekat dengan ruang rapat.
  - d. Kantor Pendukung

Bilamana penyedia jasa menganggap perlu untuk mendirikan satu kantor pendukung atau lebih, yang akan digunakan untuk keperluan sendiri pada jarak 50 km atau lebih dari kantor utama di lapangan, maka penyedia jasa harus menyediakan, memelihara dan melengkapi satu ruangan pada setiap kantor pendukung dengan ukuran sekitar 12 meter persegi yang akan digunakan oleh Staf Pengawas Pekerjaan untuk setiap kantor pendukung.

## **1.5 Fasilitas dan Layanan Pengujian**

### **1.5.1 Umum**

Penyedia jasa harus melaksanakan pengujian pengendalian mutu di laboratorium lapangan dan/atau laboratorium *mobile* atau di laboratorium lain yang disetujui oleh pengawas pekerjaan. Semua survei, pengujian, audit teknis, dan sebagainya harus dilengkapi dengan peralatan GPS untuk ketepatan koordinat (garis lintang-garis bujur).

Penyedia jasa diwajibkan untuk menyerahkan:

- a. Usulan laboratorium pengujian: detail-detail dari mobilisasi laboratorium dan peralatannya sebagai bagaian dari program mobilisasi.
- b. Usulan personil penguji disertai dengan data-data yang diperlukan, Daftar Riwayat Hidup semua teknisi laboratorium yang diusulkan penyedia jasa untuk memeriksa dan menguji menurut kontrak ini.
- c. Jadwal inspeksi dan pengujian berupa jadwal induk (*master schedule*) semua pekerjaan yang akan diinspeksi dan diuji. Sesuai dengan jadwal pelaksanaan (*construction schedule*) yang ada dapat ditentukan tanggal sementara untuk masing-masing kegiatan pengujian. Jadwal kegiatan pengujian ini harus diserahkan kepada pengawas pekerjaan dalam formulir pendahuluan (*preliminary form*) untuk dievaluasi pada setiap awal bulan.
- d. Formulir pengujian berupa usulan formulir pengujian standar yang akan digunakan dalam kontrak ini untuk semua jenis pengujian yang disyaratkan dalam spesifikasi, harus diserahkan kepada pengawas pekerjaan dalam waktu 45 hari terhitung sejak Tanggal Mulai Kerja, untuk mendapat persetujuan dari pengawas pekerjaan.

### **1.5.2 Fasilitas Laboratorium dan Pengujian**

- a. Penyedia jasa harus menyediakan pelayanan pengujian dan fasilitas laboratorium sebagaimana disyaratkan untuk memenuhi seluruh ketentuan pengendalian mutu.

- b. Penyedia jasa harus menyediakan dan memelihara sebuah laboratorium lengkap dengan peralatannya sesuai dengan lingkup pekerjaannya di lapangan, dengan ketentuan berikut :

1. Tempat Kerja

- a) Laboratorium haruslah merupakan bangunan terpisah dengan luas bangunan sekurang-kurangnya 108 meter persegi, yang ditempatkan sesuai dengan lokasi umum dan denah tempat kerja yang telah disetujui dan merupakan bagian dari program mobilisasi. Lokasi laboratorium harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga mempunyai jarak yang memadai dari peralatan konstruksi, bebas dari polusi dan gangguan berupa getaran selama penggunaan peralatan.
- b) Bangunan harus dilengkapi dengan lantai beton beserta fasilitas pembuangan air kotor, dan dilengkapi dengan dua buah pendingin udara (*air conditioning*) masing-masing berkapasitas minimum 1,5 PK.
- c) Perlengkapan di dalam ruangan bangunan harus terdiri atas meja kerja, lemari, ruang penyimpanan yang dapat dikunci, tangki perawatan, laci arsip (*filing cabinet*), meja dan kursi dengan mutu standar dan jumlah yang mencukupi kebutuhan.

2. Peralatan dan Perlengkapan

Peralatan dan perlengkapan laboratorium harus sudah disediakan dalam waktu 45 hari terhitung sejak Tanggal Mulai Kerja, sehingga pengujian sumber bahan dapat dimulai sesegera mungkin.

Alat-alat ukur seperti timbangan, *proving ring*, pengukur suhu, dan lainnya harus dikalibrasi oleh instansi yang berwenang yang disetujui oleh pengawas pekerjaan dengan menunjukkan sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.

### 1.5.3 Prosedur Pelaksanaan

a. Peraturan dan Rujukan

Dalam segala hal, penyedia jasa harus menggunakan SNI terbaru atau standar lain yang relevan sebagai pengganti atas perintah pengawas pekerjaan.

b. Personil

Personil yang bertugas pada pengujian bahan haruslah terdiri atas tenaga-tenaga yang mempunyai pengalaman cukup dan telah terbiasa melakukan pengujian bahan yang diperlukan dan harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari pengawas pekerjaan.

c. Formulir

Formulir yang akan digunakan untuk pengujian harus disetujui terlebih dahulu oleh pengawas pekerjaan.

d. Pemberitahuan

Penyedia jasa harus memberitahu pengawas pekerjaan rencana waktu pelaksanaan pengujian, paling sedikit satu hari sebelum pengujian dilaksanakan sehingga memungkinkan pengawas pekerjaan untuk menyaksikan setiap pengujian.

e. Distribusi

Laporan pengujian harus segera dikerjakan dan didistribusikan sehingga memungkinkan untuk melakukan pengujian ulang, penggantian bahan atau pemadatan ulang (jika diperlukan) sedemikian hingga dapat mengurangi keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan.

## 1.6 Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas

### 1.6.1 Umum

Penyedia jasa harus menyediakan perlengkapan jalan dan jembatan sementara dan Tenaga Manajemen Keselamatan Lalu Lintas untuk mengendalikan dan melindungi para pekerja dan pengguna jalan yang melalui daerah konstruksi, termasuk lokasi sumber bahan dan rute pengangkutan, sesuai dengan spesifikasi inidan memenuhi rencana detail dan lokasi manajemen dan keselamatan lalu lintas yang telah disusun oleh penyedia jasa atau atas perintah pengawas pekerjaan.

Penyedia jasa harus menyediakan, memasang dan memelihara perlengkapan jalan dan jembatan sementara dan harus menyediakan petugas bendera (*flagman*) dan/atau alat pengaman pemakai jalan sementara sepanjang ZONA kerja saat diperlukan selama Masa Pelaksanaan. Manajemen dan keselamatan lalu lintas harus dilakukan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pengaturan lalu lintas selama masa konstruksi harus dituangkan dalam Rencana Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas (RMKL) yang disusun oleh Penyedia Jasa berdasarkan tahapan dan metoda pelaksanaan pekerjaan. RMKL harus memenuhi ketentuan-ketentuan dan panduan dari Direktorat Jenderal Bina Marga dan peraturan terkait lainnya yang berlaku. Jumlah dan jenis perlengkapan jalan dan jembatan sementara yang disediakan harus sesuai dengan Rencana Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas.

Semua pengaturan lalu lintas yang disediakan dan dipasang oleh penyedia jasa harus dikaji dan disetujui oleh pengawas pekerjaan agar sesuai dengan ukuran, lokasi, reflektivitas (daya pantul), visabilitas (daya penglihatan), kecocokan, dan penggunaan yang sebagaimana mestinya sesuai dengan kondisi kerja yang khusus.

Bilamana jembatan eksisting tidak dapat difungsikan sebagai jembatan sementara atau yang disebutkan lain dalam Gambar, maka dapat dilakukan penyediaan dan pemasangan jembatan sementara sendiri.

### 1.6.2 Metode Kerja

Tujuan pekerjaan pengaturan lalu lintas adalah untuk menjamin bahwa selama pelaksanaan pekerjaan semua jalan lama tetap terbuka untuk lalu lintas dan dijaga dalam kondisi aman dan dapat digunakan, dan pemukiman di sepanjang dan yang berdekatan dengan pekerjaan disediakan jalan masuk yang aman dan nyaman ke pemukiman mereka. Dalam keadaan khusus penyedia jasa dapat mengalihkan lalu lintas ke jalan alih sementara.

Pengalihan ini harus mendapat persetujuan dari direksi pekerjaan dan memenuhi ketentuan spesifikasi seperti:

- a. Penyedia jasa harus melaksanakan pekerjaan sedemikian rupa sehingga pekerjaan tersebut terlindungi dari kerusakan akibat lalu lintas umum maupun proyek.

- b. Pengendalian lalu lintas dan pengalihan lalu lintas harus dilaksanakan sebagaimana diperlukan untuk melindungi pekerjaan.
- c. Pengendalian lalu lintas harus mendapat perhatian khusus, pada saat kondisi cuaca yang buruk, pada saat lalu lintas padat, dan selama periode dimana pekerjaan yang sedang dilaksanakan sangat peka terhadap kerusakan.

Pengaturan lalu lintas mencakup semua semua kendaraan termasuk pejalan kaki.

Pemilik tanah/persil mempunyai hak memperoleh jalan keluar masuk ke tanah/persilnya.

Hambatan atau kerusakan pada jalan tersebut harus diperbaiki kembali seperti semula agar terjadi kerjasama yang baik dengan pemilik tanah/persil dengan cara mengadakan pembicaraan dengan pemilik tanah/persil sebelum dimulainya pekerjaan, dengan cara sebagai berikut

- a. Memberitahu kepada pemilik tanah/persil mengenai sifat dari pekerjaan yang akan dilaksanakan dan program pelaksanaan pekerjaan.
- b. Menjelaskan bahwa semua usaha akan dibuat untuk mengurangi gangguan-gangguan selama pelaksanaan pekerjaan.
- c. Mengajak para pemilik tanah/persil untuk membicarakan masalah-masalah yang mungkin timbul setiap saat selama pelaksanaan pekerjaan

### 1.6.3 Jalan atau Jembatan Sementara

Penyedia jasa harus menyediakan memelihara, dan membongkar semua jalan, jembatan, jalan masuk dan sejenisnya yang diperlukan oleh penyedia jasa untuk menghubungkan penyedia jasa dengan jalan umum pada saat Akhir Pelaksanaan Pekerjaan.

Jalan dan/atau jembatan (jika ada) sementara ini harus dibangun sampai diterima pengawas pekerjaan, meskipun demikian penyedia jasa tetap harus bertanggungjawab terhadap setiap kerusakan yang terjadi atau disebabkan oleh jalan dan/atau jembatan (jika ada) sementara ini.

#### a. Lahan Yang Diperlukan

Sebelum membuat jalan atau jembatan sementara, penyedia jasa harus melakukan semua pengaturan yang diperlukan, bila diperlukan termasuk pembayaran kepada pemilik tanah yang bersangkutan atas pemakaian tanah itu dan harus memperoleh persetujuan dari pejabat yang berwenang dan pengawas pekerjaan. Setelah pekerjaan selesai, penyedia jasa harus membersihkan dan mengembalikan kondisi tanah itu ke kondisi semula sampai diterima oleh pengawas pekerjaan dan pemilik tanah yang bersangkutan.

#### b. Peralatan Penyedia Jasa Lain Yang Lewat

Penyedia jasa harus melakukan semua pengaturan agar pekerjaan yang sudah dilaksanakan dapat dilewati dengan aman oleh peralatan konstruksi, bahan dan penyedia jasa lain yang melaksanakan pekerjaan di dekat proyek. Untuk keperluan ini, penyedia jasa dan penyedia jasa lain yang melaksanakan pekerjaan di dekat proyek, harus menyerahkan suatu jadwal transportasi yang demikian kepada pengawas pekerjaan untuk mendapat persetujuannya, paling sedikit 15 (lima belas) hari sebelumnya.

#### c. Jalan Alih Sementara atau *Detour*

Jalan alih sementara atau *detour* harus dibangun sebagaimana yang diperlukan untuk kondisi lalu lintas yang ada, dengan memperhatikan ketentuan keselamatan dan

kekuatan struktur. Semua jalan alih yang demikian tidak boleh dibuka untuk lalu lintas umum sampai alinyemen, pelaksanaan, drainase dan pemasangan rambu lalu lintas sementara telah disetujui pengawas pekerjaan. Selama digunakan untuk lalu lintas umum penyedia jasa harus memelihara pekerjaan yang telah dilaksanakan, drainase dan rambu lalu lintas sampai diterima oleh pengawas pekerjaan.

d. Jalan Samping (*Ramp*) Sementara untuk Lalu Lintas

Penyedia jasa harus membangun dan memelihara jembatan dan jalan samping sementara untuk jalan masuk umum dari dan ke jalan raya pada semua tempat bilamana jalan masuk tersebut sudah ada sebelum pekerjaan dimulai dan pada tempat lainnya yang diperlukan atau diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.

#### 1.6.4 Kelancaran dan Keamanan Lalu Lintas

a. Pengaturan Sementara Untuk Lalu Lintas

1. Rambu-rambu Sementara

Rambu-rambu sementara harus dipasang pada lokasi yang ditunjukkan dalam gambar sebagaimana yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.

Rambu-rambu sementara harus memenuhi semua ketentuan dalam Spesifikasi Umum Seksi 9.2 Pekerjaan Lain-lain.

Rambu sementara pada pekerjaan jalan terdiri dari rambu tetap, rambu portabel dan rambu elektronik. Harus terlihat dengan jarak 150 meter dan terbaca dengan jarak 90 meter pada cuaca cerah siang hari dan pada malam hari dengan sorot lampu rendah standar oleh yang memiliki ketajaman visus mata 20/20 (angka 20 yang pertama artinya yang bersangkutan berdiri dan dapat membaca obyek dengan jarak 20 feet atau 6 meter, sedangkan angka 20 yang kedua artinya orang bermata normal berdiri dan dapat membaca dengan jarak 20 feet atau 6 meter). Rambu-rambu untuk pengaturan lalu lintas di waktu malam harus memantulkan cahaya dan dibersihkan secara tetap.

Untuk menyediakan rambu-rambu tersebut dengan memadai atas perubahan kondisi lalu lintas dan kerusakan yang disebabkan oleh lalu lintas umum atau sebaliknya. Penyedia jasa harus segera menyediakan tambahan panel, tiang dan perlengkapan atau rambu portabel yang dipasang di daerah konstruksi. Penyedia jasa harus memelihara inventaris barang-barang yang umum diperlukan di tempat kerja dan menyediakan barang-barang tersebut dalam waktu pemberitahuan yang singkat.

2. Petugas Bendera Dan Pengatur Lalu Lintas

Penyedia jasa harus menyediakan dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan yang mengganggu arus lalu lintas, terutama pada pengaturan lalu lintas satu arah. Tugas utama petugas bendera adalah mengarahkan dan mengatur arus lalu lintas yang melalui dan di sekitar pekerjaan tersebut.

Tiap pengatur lalu lintas harus memakai jaket pengaman berwarna dan dilengkapi dengan tanda yang memantulkan cahaya di waktu malam dengan menggunakan papan tanda diberi cat merah (untuk "BERHENTI") di satu sisi dan hijau (untuk "JALAN PERLAHAN") di sisi lainnya.



Pengaturan lalu lintas harus dilakukan oleh petugas yang dianggap mampu dan secara khusus ditunjuk untuk melakukan tugas pengaturan lalu lintas dengan diberi petunjuk mengenai prosedur pengaturan lalu lintas yang benar sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

b. Pemeliharaan Untuk Keselamatan Lalu Lintas

1. Jalan Alih Sementara dan Pengendalian Lalu Lintas

Semua jalan alih sementara dan pemasangan pengendali lalu lintas yang disiapkan oleh penyedia jasa selama pelaksanaan Pekerjaan harus dipelihara agar tetap aman dan dalam kondisi pelayanan yang memenuhi ketentuan dan dapat diterima pengawas pekerjaan sehingga menjamin keselamatan lalu lintas dan bagi pengguna jalan umum.

2. Pembersihan Penghalang

Selama pelaksanaan pelaksanaan, penyedia jasa harus menjamin bahwa perkerasan, bahu jalan lokasi yang berdekatan dengan ruang milik jalan (RUMIJA) alan harus dijaga agar bebas dari bahan pelaksanaan, kotoran dan bahan yang tidak terpakai lainnya yang dapat mengganggu atau membahayakan lalu lintas yang lewat. Pekerjaan juga harus dijaga agar bebas dari setiap parkir liar atau kegiatan perdagangan kaki lima kecuali untuk daerah-daerah yang digunakan untuk maksud tersebut.

Setiap alat peringatan sementara harus segera diambil pada saat sudah tidak diperlukan lagi.

Dalam hal lalu lintas boleh melewati sebagian jalan atau jembatan pada pelaksanaan pekerjaan, semua peralatan yang dapat dipindahkan (movable plant) sebaiknya dipindahkan dari jalur jalan pada malam hari. Jika terpaksa ditinggalkan karena sebab yang tidak dapat dihindarkan, harus ditempatkan pada jarak 7 meter dari tepi jalan dan diberi tanda lampu penerangan warna merah yang cukup terlihat.

c. Pekerjaan Pelebaran jembatan

Pada pekerjaan pelebaran jembatan, apabila pembuatan jalan sementara untuk menyalurkan lalu lintas selama pelaksanaan pekerjaan, tindakan pencegahan khusus harus dilakukan untuk melindungi pekerja maupun lalu lintas serta terjaminnya pekerjaan yang sedang dilaksanakan. Pencegahan harus dilakukan untuk melindungi gangguan dini terhadap pekerjaan baru dan untuk mengurangi pengaruh getaran yang disebabkan oleh kendaraan yang lewat dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Menempatkan penghalang lalu lintas yang cukup di antara pekerjaan lama dan baru.
2. Memberikan ruang cukup antara pagar penghalang lalu lintas dengan pekerjaan baru.
3. Membatasi kecepatan lalu lintas hingga kurang dari 5 km/jam, khususnya pada saat dilakukan pengecoran beton. Dalam kondisi tertentu, apabila diperlukan untuk mencegah timbulnya getaran, lalu lintas dihentikan untuk jangka waktu sebentar dengan pemberitahuan terlebih dahulu.
4. Apabila bekerja pada malam hari harus dengan seijin pengawas pekerjaan.

Pekerjaan pelebaran jembatan sebanyak mungkin dilakukan sebelum kerb dan pagar lama dipindahkan, seperti menyelesaikan pelebaran bangunan bawah sebelum mengubah arus lalu lintas pada jembatan lama. Namun keselamatan pengguna jalan harus tetap menjadi perhatian utama dengan selalu mencegah terjadinya kecelakaan seperti dihindarkannya kondisi yang membingungkan dan membahayakan pengemudi kendaraan.

## 1.7 Pengamanan Lingkungan Hidup

### 1.7.1 Umum

Dalam pekerjaan konstruksi perlu diperhatikan kemungkinan terjadinya perubahan kualitas lingkungan akibat masuknya bahan pencemar yang ditimbulkan oleh rencana kegiatan, yang pada umumnya terjadi pada komponen fisik kimia, namun bila tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan dampak lanjutan terhadap komponen lingkungan lain seperti biologi atau sosial ekonomi dan sosial budaya.

#### a. Prinsip Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan lingkungan adalah upaya terpadu dalam melakukan pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian dan pengembangan lingkungan hidup, sehingga pelestarian potensi sumber daya alam dapat tetap dipertahankan, dan pencemaran atau kerusakan lingkungan dapat dicegah.

Perwujudan dari usaha tersebut antara lain dengan menerapkan teknologi yang tepat dan sesuai dengan kondisi lingkungan.

Untuk itu berbagai prinsip yang dipakai untuk pengelolaan lingkungan antara lain:

1. Preventif (pencegahan), didasarkan atas prinsip untuk mencegah timbulnya dampak yang tidak diinginkan, dengan mengenali secara dini kemungkinan timbulnya dampak negatif, sehingga rencana pencegahan dapat disiapkan sebelumnya.

Beberapa contoh dalam penerapan prinsip ini adalah melaksanakan AMDAL secara baik dan benar, pemanfaatan sumber daya alam dengan efisien sesuai potensinya, serta mengacu pada tata ruang yang telah ditetapkan.

2. Kuratif (penanggulangan), didasarkan atas prinsip menanggulangi dampak yang terjadi atau yang diperkirakan akan terjadi, namun karena keterbatasan teknologi, hal tersebut tidak dapat dihindari.

Hal ini dilakukan dengan pemantauan terhadap komponen lingkungan yang terkena dampak seperti kualitas udara, kualitas air dan sebagainya.

Apabila hasil pemantauan lingkungan mendeteksi adanya perubahan atau pencemaran lingkungan, maka perlu ditelusuri penyebab/sumber dampaknya, dikaji pengaruhnya, serta diupayakan menurunnya kadar pencemaran yang timbul.

3. Insentif (kompensasi), didasarkan atas prinsip dengan mempertemukan kepentingan 2 pihak yang terkait, disatu pihak pemrakarsa/pengelola kegiatan yang mendapat manfaat dari proyek tersebut harus memperhatikan pihak lain yang terkena dampak, sehingga tidak merasa dirugikan. Perangkat insentif ini

dapat juga berupa pengaturan oleh pemerintah seperti peningkatan pajak atas buangan limbah, iuran pemakaian air, proses perizinan dan sebagainya.

b. Pendekatan Pengelolaan Lingkungan

Rencana pengelolaan lingkungan, harus dilakukan dengan mempertimbangkan pendekatan teknologi, yang kemudian harus dapat dipadukan dengan pendekatan ekonomi, serta pendekatan institusional sebagai berikut:

1. Pendekatan Teknologi

Berupa tata cara teknologi yang dapat dipergunakan untuk melakukan pengelolaan lingkungan, seperti:

a) Menanggulangi kerusakan lingkungan, antara lain dengan :

- 1) Melakukan reklamasi lahan yang rusak.
- 2) Memperkecil erosi dengan sistem terasering dan penghijauan.
- 3) Penanaman pohon-pohon kembali pada lokasi bekas *quarry* dan tanah kosong.
- 4) Tata cara pelaksana konstruksi yang tepat.

b) Menanggulangi menurunnya potensi sumber daya alam, antara lain dengan:

- 1) Mencegah menurunnya kualitas/kesuburan tanah, kualitas air dan udara.
- 2) Mencegah rusaknya kondisi flora yang menjadi habitat fauna.
- 3) Meningkatkan diversifikasi penggunaan bahan material bangunan.

c) Menanggulangi limbah dan pencemaran lingkungan, antara lain dengan

- 1) Mendaur ulang limbah, hingga dapat memperkecil volume limbah.
- 2) Mengencerkan kadar limbah, baik secara alamiah maupun secara engineering.
- 3) Menyempurnakan design peralatan/mesin dan prosesnya, sehingga kadar pencemar yang dihasilkan berkurang.

2. Pendekatan Ekonomi

Pendekatan ekonomi yang dapat dipakai dalam pengelolaan lingkungan antara lain:

- a) Kemudahan dan keringanan dalam proses pengadaan peralatan untuk pengelolaan lingkungan.
- b) Pemberian ganti rugi atau kompensasi yang wajar terhadap masyarakat yang terkena dampak.
- c) Pemberdayaan masyarakat dalam proses pelaksanaan kegiatan dan penggunaan tenaga kerja.
- d) Penerapan teknologi yang layak ditinjau dari segi ekonomi.

3. Pendekatan Institusional/Kelembagaan

Pendekatan Institusional yang dipakai dalam pengelolaan lingkungan, antara lain:

- a) Meningkatkan koordinasi dan kerjasama dengan instansi terkait, dan masyarakat setempat dalam pengelolaan lingkungan.

- b) Melengkapi peraturan, dan ketentuan serta persyaratan pengelolaan lingkungan termasuk sanksi-sanksinya.
  - c) Penerapan teknologi yang dapat didukung oleh institusi yang ada.
- c. Mekanisme Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan
1. Pada prinsipnya pengelolaan lingkungan tersebut menjadi tugas dan tanggung jawab pemrakarsa/pengelola kegiatan, dilaksanakan selama pelaksanaan dampak negatif, maupun pengembangan dampak positif.
  2. Kegiatan pengelolaan lingkungan terkait dengan berbagai instansi dan masyarakat setempat, sehingga perlu dijabarkan keterkaitan antar instansi dalam melaksanakan pengelolaan lingkungan tersebut. Penentuan instansi terkait, disesuaikan dengan fungsi, wewenang dan bidang tugas serta tanggung jawab instansi tersebut.
  3. Mengingat bahwa pengelolaan lingkungan harus dilakukan selama proyek berlangsung, maka perlu ditetapkan unit kerja yang bertanggung jawab melaksanakan pengelolaan lingkungan, serta tata cara kerjanya. Unit kerja tersebut dapat berupa pembentukan unit baru atau pengembangan dari unit kerja yang sudah ada. Pemrakarsa/pengelola kegiatan harus mengambil inisiatif dalam melakukan pengelolaan lingkungan, sedangkan instansi terkait diarahkan untuk menyempurnakan dan memantapkannya.
  4. Pembiayaan merupakan faktor yang penting atas terlaksananya pengelolaan lingkungan, untuk itu sumber dan besarnya biaya harus dijabarkan dalam RKL. Pada prinsipnya pemrakarsa/pengelola kegiatan harus bertanggung jawab atas penyediaan dana untuk pengelolaan lingkungan yang diperlukan.

### **1.7.2 Komponen Pekerjaan Konstruksi Yang Menimbulkan Dampak Pada Lingkungan**

Komponen pekerjaan konstruksi dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup, sangat dipengaruhi oleh jenis besaran dan volume pekerjaan tersebut serta kondisi lingkungan yang ada di sekitar lokasi kegiatan.

Pada umumnya komponen pekerjaan konstruksi yang dapat menimbulkan dampak antara lain:

- a. Persiapan Pelaksanaan Konstruksi
  1. Mobilitas peralatan berat, terutama untuk jenis kegiatan konstruksi yang memerlukan banyak alat-alat berat, dan terletak atau melintas areal pemukiman, serta kondisi prasarana jalan yang kurang memadai.
  2. Pembuatan dan pengoperasian bengkel, basecamp dan barak kerja yang besar dan terletak di areal pemukiman.
  3. Pembukaan dan pembersihan lahan untuk lokasi kegiatan yang cukup luas dan dekat areal pemukiman.
- b. Pelaksanaan Kegiatan Konstruksi
  1. Pekerjaan tanah, mencakup penggalian dan penimbunan tanah.
  2. Pengangkutan tanah dan material bangunan.
  3. Pembuatan fondasi, terutama fondasi tiang pancang.

4. Pekerjaan struktur bangunan, berupa beton, baja dan kayu.
5. Pekerjaan jalan dan pekerjaan jembatan.
6. Pekerjaan pengairan seperti saluran dan tanggul irigasi/banjir, sudetan sungai, bendung serta bendungan.

Disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada di sekitar lokasi kegiatan, kegiatan konstruksi tersebut diatas akan dapat menimbulkan dampak terhadap komponen fisik kimia dan bahkan bila tidak ditangulangi dengan baik akan dapat menimbulkan dampak lanjutan terhadap komponen sosial ekonomi dan sosial budaya.

### **1.7.3 Dampak Yang Timbul Akibat Pekerjaan Konstruksi Dan Upaya Menanganinya**

Pada suatu pekerjaan konstruksi perlu dipertimbangkan adanya dampak-dampak yang timbul akibat pekerjaan tersebut serta upaya untuk menanganinya.

Disesuaikan dengan jenis dan besaran pekerjaan konstruksi serta kondisi lingkungan di sekitar lokasi kegiatan, penentuan jenis dampak lingkungan yang cermat dan teliti atau melakukan analisis secara sederhana dengan memakai data sekunder.

Berdasarkan pengalaman selama ini berbagai dampak lingkungan yang timbul pada pekerjaan konstruksi dan perlu diperhatikan cara penanganannya adalah sebagai berikut:

#### **a. Meningkatnya Pencemaran Udara dan Debu**

Dampak ini timbul karena pengoperasian alat-alat berat untuk pekerjaan konstruksi seperti saat pembersihan dan pematangan lahan pekerjaan tanah, pengangkutan tanah dan material bangunan, pekerjaan fondasi khususnya tiang pancang, pekerjaan badan jalan dan perkerasan jalan.

Indikator dampak yang timbul dapat mengacu pada ketentuan buku mutu udara atau adanya tanggapan dan keluhan masyarakat akan timbulnya dampak tersebut.

Upaya penanganan dampak dapat dilakukan langsung pada sumber dampak itu sendiri atau pengelolaan terhadap lingkungan yang terkena dampak seperti:

1. Pengaturan kegiatan pelaksanaan konstruksi yang sesuai dengan kondisi setempat, seperti penempatan *base camp* yang jauh dari lokasi pemukiman, pengangkutan material dan pelaksanaan pekerjaan pada siang hari.
2. Memakai metode konstruksi yang sesuai dengan kondisi lingkungan, seperti memakai fondasi bor *pile* untuk lokasi disekitar pemukiman.
3. Penyiraman secara berkala untuk pekerjaan tanah yang banyak menimbulkan debu.

#### **b. Terjadinya Erosi dan Longsor Tanah serta Genangan Air**

Dampak ini dapat timbul akibat kegiatan pembersihan dan pematangan lahan serta pekerjaan tanah termasuk pengelolaan *quarry*, yang menyebabkan permukaan lapisan atas tanah terbuka dan rawan erosi, serta timbulnya longsor tanah yang dapat mengganggu sistem drainase yang ada, serta mengganggu estetika lingkungan disekitar lokasi kegiatan.

Indikator dampak dapat secara visual dilapangan, dan penanganannya dapat dilakukan antara lain:

1. Pengaturan pelaksanaan pekerjaan yang memadai sehingga tidak merusak atau menyumbat saluran-saluran yang ada.
2. Perkuat tebing yang timbul akibat pekerjaan konstruksi.
3. Pembuatan saluran drainase dengan dimensi yang memadai.

c. Pencemaran Kualitas Air

Dampak ini timbul akibat pekerjaan tanah yang dapat menyebabkan erosi tanah atau pekerjaan konstruksi lainnya yang membuang atau mengalirkan limbah ke badan air sehingga kadar pencemaran di air tersebut meningkat.

Indikator dampak dapat dilihat dari warna dan bau air di bagian hilir kegiatan serta hasil analisis kegiatan air/mutu air serta adanya keluhan masyarakat.

Upaya penanganan dampak ini dapat dilakukan antara lain:

1. Pembuatan kolam pengendap sementara, sebelum air dari lokasi kegiatan dialirkan ke badan air.
2. Metode pelaksanaan konstruksi yang memadai.
3. Mengelola limbah yang baik dari kegiatan *base camp* dan bengkel.

d. Kerusakan Prasarana Jalan dan Fasilitas Umum

Dampak ini timbul akibat pekerjaan pengangkutan tanah dan material bangunan yang melalui jalan umum, serta pembersihan dan pematangan lahan serta pekerjaan tanah yang berada disekitar prasarana dan utilitas umum tersebut.

Indikator dampak dapat dilihat dari kerusakan prasarana jalan dan utilitas umum yang dapat mengganggu berfungsinya utilitas umum tersebut, serta keluhan masyarakat disekitar lokasi kegiatan.

Upaya penanganan dampak yang timbul tersebut antara lain dengan cara:

1. Memperbaiki dengan segera prasarana jalan dan utilitas umum yang rusak.
2. Memindahkan lebih dahulu utilitas umum yang terdapat dilokasi kegiatan ketempat yang aman.

e. Gangguan Lalu Lintas

Dampak ini timbul akibat pekerjaan pengangkutan tanah dan material bangunan serta pelaksanaan pekerjaan yang terletak disekitar/berada di tepi prasarana jalan umum, yang lalu lintasnya tidak boleh berhenti oleh pekerjaan konstruksi.

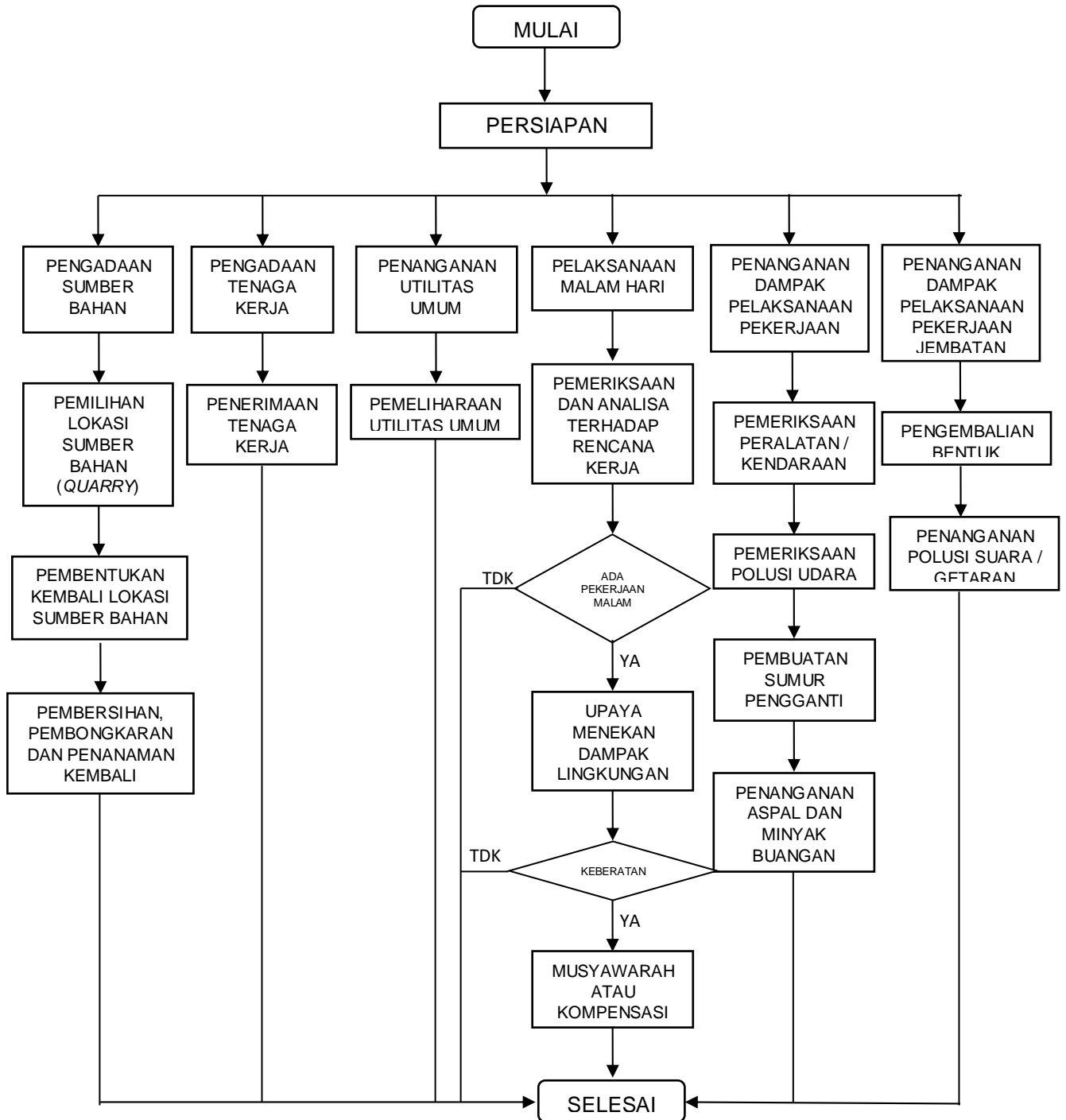
Indikator dampak dapat dilihat dari adanya kemacetan lalulintas disekitar lokasi kegiatan dan tanggapan negatif dari masyarakat disekitarnya.

Upaya penanganan dampak yang timbul tersebut antara lain dengan cara:

1. Pengaturan pelaksanaan pekerjaan yang baik dengan member prioritas pada kelancaran arus lalulintas.
2. Pengaturan waktu pengangkutan tanah dan material bangunan pada saat jam tidak sibuk.
3. Pembuatan rambu lalulintas dan pengaturan lalulintas disekitar lokasi kegiatan.

4. Menggunakan metode konstruksi yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.

#### 1.7.4 Pengawasan Pelaksanaan Upaya Pengelolaan Lingkungan



Gambar 1.8 – Bagan alir pengawasan pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan

- a. Persiapan
  - 1. Cek ulang kesesuaian kesiapan peralatan untuk Upaya Pengelolaan Lingkungan.
  - 2. Tersedia program Pelaksanaan Manajemen Lingkungan.
  - 3. Kontraktor menyediakan petugas penanganan lingkungan.
- b. Pemilihan Lokasi Sumber Bahan (Quarry)
  - 1. Diutamakan sumber bahan yang sudah dibuka.
  - 2. Jarak sumber bahan tidak jauh dengan jalan.
  - 3. Lokasi pengambilan bahan didaerah hutan lindung harus dihindari.
  - 4. Hindari pengambilan bahan di sungai.
  - 5. Pemilihan lokasi pengambilan disungai endapan alluvial.
  - 6. Pengambilan hanya untuk kebutuhan kegiatan.
  - 7. Tata cara pengambilan material harus memperhatikan stabilitas lereng dan pembaruan sistem drainase.
  - 8. Lereng ditanami rumput/semak/pohon.
- c. Pembentukan Kembali Lokasi Sumber Bahan
  - 1. Kegiatan rehabilitasi segera mulai dan dilaksanakan secara simultan.
  - 2. Penimbunan kembali dengan bahan buangan.
  - 3. Penimbunan dengan humus untuk rehabilitasi.
  - 4. Penanaman rumput/semak/pohon setelah ditutup humus.
- d. Pembersihan, Pembongkaran dan Penanaman Kembali
  - 1. Lokasi pembersihan dan pembongkaran dilokasi untuk pekerjaan.
  - 2. Penanaman kembali seperti kondisi semula.
  - 3. Pemilihan tanaman sesuai persyaratan.
  - 4. Jarak penanaman pohon dari tepi jalan cukup dan jarak antara pohon 15 m.
  - 5. Pemeliharaan tanaman harus teratur.
- e. Penerimaan Tenaga Kerja
  - 1. Diutamakan kepada pekerja setempat.
  - 2. Kemampuan dan keahlian sesuai dengan kebutuhan.
  - 3. Hitung prosentase tenaga kerja setempat.
- f. Pemeliharaan Utilitas Umum
  - 1. Telah dilakukan pencegahan kerusakan gangguan terhadap utilitas umum.
- g. Pemeriksaan dan Analisa Terhadap Rencana Kerja)
  - 1. Pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu siang hari saja.
  - 2. Bila "tidak dapat" jadual rencana kerja direvisi.



- h. Upaya Menekan Dampak Lingkungan
  - 1. Ada tindakan menekan dampak lingkungan.
  - 2. Telah memberi tahu ada kegiatan malam kepada masyarakat.
  - 3. Masyarakat dapat memaklumi, mengerti dan dapat menerima.
- i. Musyawarah atau Kompensasi
  - 1. Telah dilakukan pendekatan secara musyawarah.
  - 2. Ada pertimbangan untuk memberikan kompensasi.
  - 3. Kompensasi sesuai dengan kerugian yang dialami.
- j. Pemeriksaan Peralatan dan Kendaraan
  - 1. Peredam suara kendaraan dan mesin-mesin memakai peredam suara.
  - 2. Periksa dokumen kegiatan pemasangan peredam.
  - 3. Peredam harus sudah dipasang sebelum alat mobilisasi.
  - 4. Pemeriksaan gas buang pada kendaraan.
  - 5. Operasi dan pemeliharaan dilakukan sesuai dengan SOP pabrik pembuatnya.
- k. Pemeriksaan Polusi Udara/Debu
  - 1. Dilakukan penyiraman untuk mengatasi debu.
  - 2. Ada kendaraan khusus untuk kegiatan penyiraman.
  - 3. Penyiraman tidak berlebihan.
  - 4. Ada pengendalian polusi pada AMP.
- l. Pembuatan Sumur Pengganti
  - 1. Tidak ada sumur yang terpengaruh akibat kegiatan.
  - 2. Jika ada, pastikan telah dibuat sumur pengganti yang setara dengan sumur lama.
- m. Penanganan Aspal dan Minyak Buangan
  - 1. Cara penyimpanan di dalam tangki dan tidak mencemari lingkungan.
  - 2. Pembuangan tidak ke dalam saluran air atau diatas permukaan tanah.
- n. Pengembalian Bentuk
  - 1. Segera dilaksanakan pengembalian bentuk.
  - 2. Pelaksanaan pengembalian bentuk sesuai dengan persyaratan.
- o. Penanganan Polusi Suara dan Getaran
  - 1. Telah dilakukan upaya mengurangi polusi suara dan getaran.
  - 2. Jarak aman terhadap getaran dan bising adalah 200 m.
  - 3. Bila jarak kurang dari 200 m disarankan memakai pondasi bore pile.

## 1.8 Relokasi Utilitas

### 1.8.1 Ketentuan Umum Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas

- a. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan Relokasi Utilitas dan Pelayanan Yang Ada hanya dilakukan pada lokasi pekerjaan yang requestnya telah mendapatkan persetujuan dari semua pihak yang berkompeten.
- b. Pengawasan pelaksanaan Pekerjaan Relokasi Utilitas dan Pelayanan Yang Ada ini dilakukan sepanjang waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan mulai pemindahan, relokasi dan penyambungan kembali utilitas dan pelayanan yang ada dilakukan minimal 1 (satu) kali pencatatan pada setiap hari pelaksanaan.
- c. Waktu pencatatan ditentukan oleh petugas lapangan (Inspektor), pada saat mana dianggap bahwa uji petik pencatatan saat itu perlu dilakukan.
- d. Catatan penyimpangan atau kondisi seketika yang dapat mempengaruhi mutu, harus dicatat pada kolom catatan yang telah disediakan.

### 1.8.2 Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas



Gambar 1.9 – Bagan alir pengawasan pelaksanaan relokasi utilitas

- a. Koordinasi dengan Instansi Setempat
  1. Melakukan koordinasi dengan Instansi Setempat.
  2. Inventarisasi data yang diperlukan.
- b. Pengendalian Jadwal Relokasi
  1. Mencantumkan detail lokasi semua utilitas.
  2. Menetapkan lokasi pemindahan.
  3. Melampirkan persyaratan/spesifikasi dari Instansi Setempat.
  4. Dibuat rencana kerja terinci.
  5. Melampirkan persetujuan tertulis dari Instansi terkait.
  6. Persetujuan atau perjanjian dari Instansi Setempat.
- c. Penyerahan Program Relokasi
  1. Telah dilakukan pengaturan dengan Instansi Setempat.
  2. Pengaturan dilaksanakan selama Periode Mobilisasi.
  3. Waktu penyerahan program sebelum akhir periode mobilisasi.
- d. Investigasi Kondisi Lapangan
  1. Investigasi secara menyeluruh terhadap kondisi lapangan.
  2. Investigasi terhadap informasi yang didapat dari Instansi Setempat.
- e. Pelaksanaan Relokasi oleh Instansi Setempat
  1. Jika tidak ada perintah dari Direksi Pekerjaan, maka relokasi utilitas menjadi tanggung jawab Pengguna Jasa dan Instansi Setempat.
  2. Penyedia Jasa bertanggung jawab terhadap semua pengaturan, menjaga fasilitas yang terekspos serta membayar biaya perijinan.

## 1.9 Pekerjaan Pembersihan

Saat pelaksanaan pekerjaan berlangsung, pekerjaan harus dipelihara dalam keadaan rapih dengan memindahkan bahan sisa secara teratur dari lokasi pekerjaan.

Setelah penyelesaian pekerjaan jembatan, semua pekerjaan sementara, ruang kerja dan peralatan yang telah dibuat dan dibawa ke lokasi harus dipindahkan, kecuali bagian-bagian yang diperlukan untuk pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan.

Pelat beton yang sementara ditempatkan di daerah kerja selama pelaksanaan harus dipecah dan dipindahkan, dan daerah dimana dibangun jalan akses dipulihkan kembali. Tanah sisa harus diratakan dan digunakan untuk mengisi lubang setempat. Lapisan permukaan dan rumput harus diganti bila disyaratkan.

Pagar yang rusak harus dipulihkan pada kondisi semula. Tempat yang ditimbun sementara terutama pada saluran air, bahannya harus digali, dibuang dan tebingnya dikembalikan pada kondisi semula ketika pekerjaan dimulai. Jangkar sementara yang dipasang dalam saluran air untuk mengendalikan alat terapung harus dikeluarkan dan dialihkan dari lokasi. Tiang pancang sementara harus dicabut dan dipotong pada ketinggian yang telah disetujui dan dipindahkan dari lokasi. Semua bagian pekerjaan harus ditinggalkan dalam kondisi yang teratur dan rapi.

## Contents

1	PERSIAPAN.....	1-1
1.1	Umum.....	1-1
1.1.1	Aspek Umum Pengawasan Pelaksanaan.....	1-1
1.1.2	Tugas dan Kewenangan Pengawas Pekerjaan .....	1-6
1.1.3	Jadwal Pelaksanaan Proyek .....	1-13
1.1.4	Pengelolaan Bahan .....	1-16
1.1.5	Penanganan Peralatan.....	1-17
1.1.6	Administrasi Pengawasan .....	1-23
1.1.7	Formulir Administrasi .....	1-40
1.1.8	Prosedur Laporan Berkala.....	1-43
1.1.9	Laporan Penyelesaian Proyek.....	1-44
1.1.10	Pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	1-52
1.2	Mobilisasi.....	1-56
1.3	Survei dan Pengukuran Awal .....	1-59
1.3.1	Umum.....	1-59
1.3.2	Penggunaan Peta Topografi Dan Foto Udara.....	1-59
1.3.3	Pengukuran Horizontal .....	1-60
1.3.4	Pengukuran Vertikal .....	1-62
1.3.5	Pengukuran Detail .....	1-62
1.3.6	Pematokan Batas Lahan Kawasan Proyek.....	1-63
1.3.7	Titik-titik Kontrol Survei .....	1-63
1.3.8	Penentuan Elemen-elemen Struktur .....	1-63
1.4	Kantor Lapangan dan Fasilitas .....	1-66
1.4.1	Umum.....	1-66
1.4.2	Kantor Penyedia Jasa dan Fasilitasnya.....	1-66
1.5	Fasilitas dan Layanan Pengujian .....	1-67
1.5.1	Umum.....	1-67
1.5.2	Fasilitas Laboratorium dan Pengujian.....	1-67
1.5.3	Prosedur Pelaksanaan.....	1-68
1.6	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas .....	1-69
1.6.1	Umum.....	1-69
1.6.2	Metode Kerja.....	1-69
1.6.3	Jalan atau Jembatan Sementara.....	1-70
1.6.4	Kelancaran dan Keamanan Lalu Lintas.....	1-71
1.7	Pengamanan Lingkungan Hidup .....	1-73

1.7.1	Umum.....	1-73
1.7.2	Komponen Pekerjaan Konstruksi Yang Menimbulkan Dampak Pada Lingkungan .....	1-75
1.7.3	Dampak Yang Timbul Akibat Pekerjaan Konstruksi Dan Upaya Menanganinya.....	1-76
1.7.4	Pengawasan Pelaksanaan Upaya Pengelolaan Lingkungan .....	1-78
1.8	Relokasi Utilitas .....	1-81
1.8.1	Ketentuan Umum Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas .....	1-81
1.8.2	Pengawasan Pelaksanaan Relokasi Utilitas .....	1-81
1.9	Pekerjaan Pembersihan.....	1-82
<b>Gambar 1.1 - Bagan alir serah terima pertama / Provisional Hand Over (PHO).....</b>		<b>1-47</b>
<b>Gambar 1.2 - Bagan alir serah terima akhir pekerjaan/ Final Hand Over (FHO).....</b>		<b>1-49</b>
<b>Gambar 1.3 - Perlengkapan pakaian.....</b>		<b>1-54</b>
<b>Gambar 1.4 – Jenis alat pelindung diri.....</b>		<b>1-55</b>
<b>Gambar 1.5 – Bagan alir pengawasan pelaksanaan mobilisasi.....</b>		<b>1-56</b>
<b>Gambar 1.6 - Poligion terbuka.....</b>		<b>1-61</b>
<b>Gambar 1.7 - Poligion tertutup.....</b>		<b>1-61</b>
<b>Gambar 1.8 – Bagan alir pengawasan pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan..</b>		<b>1-78</b>
<b>Gambar 1.9 – Bagan alir pengawasan pelaksanaan relokasi utilitas .....</b>		<b>1-81</b>
<b>Tabel 1.1 - Obyek pemeriksaan besaran ukuran butiran agregat.....</b>		<b>1-18</b>
<b>Tabel 1.2 - Maksimum kepipihan yang diijinkan.....</b>		<b>1-19</b>
<b>Tabel 1.3 - Jumlah minimum alat penggetar mekanis dari dalam sesuai dengan kecepatan pengecoran.....</b>		<b>1-20</b>

## 2. MATERIAL

### 2.1 Umum

Bab ini mencakup pengawasan material beton, baja, kayu dan materialnya serta menjelaskan penanganan dan pengendalian mutu material yang sesuai dengan standar yang disyaratkan pada pelaksanaan jembatan.

### 2.2 Pengawasan Material Beton

#### 2.2.1 Umum

Material diperiksa dan diuji untuk memastikan material yang digunakan memenuhi persyaratan dokumen kontrak serta penyimpanan, penanganan, dan penggunaan yang baik dalam pekerjaan. Jika bahan diperiksa saat diterima sebelum dikirim ke pekerjaan, kondisinya harus diperiksa apabila ada degradasi yang mungkin terjadi selama pengiriman dan penyimpanan. Catatan penyedia jasa yang berkaitan dengan pengirim dan kualitas bahan harus tersedia bagi pengawas pekerjaan.

#### 2.2.2 Material

##### 2.2.2.1 Bahan Pengikat

###### a. Semen *Portland*

Semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus jenis semen *portland* tipe I. Ketentuan semen *portland* ini didasarkan pada SNI 2049:2015.

###### 1. Syarat mutu

- a). Persyaratan kimia semen *portland* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

**Tabel 2.1 - Syarat kimia utama**

No	Uraian	Jenis semen portland
		Tipe I
1	SiO <sub>2</sub> , minimum	-
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-
4	MgO , maksimum	6,0
5	SO <sub>3</sub> , maksimum	
	Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0	3,0
	Jika C <sub>3</sub> A ≥ 8,0	3,5

No	Uraian	Jenis semen portland
		Tipe I
6	Hilang pijar, maksimum	5,0
7	Bagian tak larut, maksimum	3,0
8	C <sub>3</sub> S, maksimum <sup>a)</sup>	-
9	C <sub>2</sub> S, maksimum <sup>a)</sup>	-
10	C <sub>3</sub> A, maksimum <sup>a)</sup>	-
11	C <sub>4</sub> AF + 2C <sub>3</sub> A atau <sup>a)</sup> C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F, maksimum	-

\*Satuan dalam %

**Tabel 2.2 - Syarat kimia tambahan**

No	Uraian	Jenis semen portland
		Tipe I
1	C <sub>3</sub> A, maksimum	-
2	C <sub>3</sub> A, minimum	-
3	(C <sub>3</sub> S + 2 C <sub>3</sub> A), maksimum	-
4	Alkali sebagai (Na <sub>2</sub> O + 0,658 K <sub>2</sub> O), maksimum	0,60 <sup>c)</sup>

\*Satuan dalam %

b). Persyaratan fisika semen *portland* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

**Tabel 2.3 - Syarat fisika utama**

No	Uraian	Jenis semen portland
		Tipe I
1	Kehalusan: Uji permeabilitas udara, m <sup>2</sup> /kg dengan alat : - Turbidimeter, min - Blaine, min	160
		280
2	Kekekalan : Permukaan dengan autoclave maks %	0,80
3	Kuat tekan : - Umur 1 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum - Umur 3 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum  - Umur 7 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum  - Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	-
		135
		215
		300
4	Waktu pengikatan (metode alternative) dengan alat: a) Gilmore - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum b) Vicat - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum	60
		600
		45
		375

**Tabel 2.4 - Syarat fisika tambahan**

No	Uraian	Jenis semen portland
		I
1	Pengikatan semu penetrasi akhir, % minimum	50
2	Kalor hidrasi - Umur 7 hari, kal/gram, maks - Umur 28 hari, kal/gram, maks	- -
3	Kuat tekan : Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	-
4	Permuaiian karena sulfat 14 hari, %, maksimum	-
5	Kandungan udara mortar, % volume, maksimum	12

## 2. Cara pengambilan contoh

### a). Deskripsi dari istilah-istilah spesifik untuk cara baku

#### 1). Lot semen

Lot semen merupakan jumlah spesifik dari semen yang diajukan untuk pemeriksaan pada setiap waktu tertentu. Satu lot bisa mewakili dari satu atau lebih bin yang telah diisi semen secara berurutan. Satu lot juga bisa mewakili dari isi satu atau lebih unit alat *transport* yang dikeluarkan dari bin yang sama.

#### 2). Frekuensi pengambilan contoh yang disesuaikan

Merupakan program pengujian yang disiapkan untuk pengujian dari hanya dua contoh semen yang diperoleh dari setiap lot yang ada, dan disiapkan untuk pengujian pada tahap yang biasa sebagaimana diuraikan dibawah ini.

Program menggunakan faktor kemungkinan dan dirancang sedemikian rupa sehingga apabila hasil uji dari kedua contoh tersebut memenuhi persyaratan dari program, bisa diartikan dengan 95% tingkat kepercayaan dan kurang dari 5% dari contoh akan berada di luar batas spesifikasinya.

### b). Tujuan dan penggunaan

#### 1). Prosedur pengambilan contoh yang telah diuraikan dimaksudkan untuk penggunaan dalam ketentuan pengambilan contoh semen hidrolis, setelah diproduksi dan siap untuk dipasarkan.

Prosedur ini tidak dimaksudkan sebagai prosedur pengambilan contoh pada pengawasan mutu selama proses produksi.

Prosedur pengujian yang telah diuraikan meliputi jumlah contoh untuk pengujian yang harus dilakukan dan memberikan petunjuk dalam hal pembuatan laporan.

#### 2). Persyaratan dan spesifikasi yang diperlukan dalam konstruksi bangunan umumnya adalah semen hidrolis, yang harus memenuhi persyaratan



sebagaimana tercantum dalam spesifikasi teknis, sesuai sub bab 2.2.2.1.a.1.

Apabila peraturan atau spesifikasi tadi memerlukan pengambilan contoh dari semen yang diproduksi maka ketentuan-ketentuan yang diberikan pada sub bab 2.2.2.1.a.2.d).1) harus dilaksanakan.

c). Prosedur pelaksanaan

- 1). Prosedur pelaksanaan ini meliputi proses pengambilan contoh dan pengujian dengan maksud untuk menetapkan apakah contoh semen tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi penerimaan. Pengujian contoh semen dilakukan dengan menggunakan metode tertentu untuk menetapkan apakah hasil uji yang didapat dari contoh semen tersebut memenuhi spesifikasi dan hasil uji dinyatakan sebagai dasar penerimaan atau penolakan dari lot semen yang diwakili contohnya.
- 2). Hasil ini tidak dimaksudkan maupun diperlukan bahwa semen harus diuji dengan menggunakan semua metode uji kimia dan fisika yang tercantum pada standar ini.

d). Jenis dan ukuran contoh semen; pengambilan contoh

- 1). Contoh kutip (*grab sample*) yaitu semen yang diperoleh dari ban berjalan, dari gudang semen curah atau dari kapal semen curah.  
Contoh kutip dapat juga diambil dari aliran semen secara kontinu dalam selang waktu 10 menit dengan menggunakan alat pengambil contoh otomatis disebut juga contoh kutip.  
Contoh kutip yang diambil pada setiap selang waktu tersebut, selama periode waktu tertentu harus digabungkan menjadi contoh komposit, mewakili semen yang diproduksi selama periode waktu tertentu.
- 2). Semua contoh semen, baik contoh kutip atau contoh komposit beratnya sekurang-kurangnya 5 kg.
- 3). Contoh-contoh semen harus dikemas dalam kemasan yang kedap uap air dan udara yang telah diberi nomor secara teratur dan berurutan.

e). Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pengujian

- 1). Produsen semen harus mempersiapkan sehingga semen dapat diambil contohnya pengujian dilakukan sedini mungkin sebelum waktu hasil pengujian diperlukan. Sehingga sekurang-kurangnya selang waktu yang berlaku pada sub bab 2.2.2.1.a.2.e).2) bisa diikuti.
- 2). Apabila hal-hal tersebut telah dilaksanakan, laboratorium penguji harus menyiapkan hasil-hasil pengujian tidak lebih lambat dari pada jumlah hari yang tercantum setelah waktu pengambilan contoh.

**Tabel 2.5 - Selang waktu pengujian setelah pengambilan contoh**

No	Pengujian	Selang waktu (hari)
1	Kuat tekan (hasil uji umur 1 hari) Analisa kimia, <i>autoclave</i> , konsistensi normal dengan alat vikat, kehalusan dengan alat blaine, cepat kaku metode pasta.	8

No	Pengujian	Selang waktu (hari)
2	Kuat tekan (hasil uji umur 3 hari)	10
3	Kuat tekan dan kalor hidrasi (hasil uji umur 7 hari)	14
4	Permuaian akibat sulfat (hasil uji umur 14 hari)	21
5	Kuat tekan dan kalor hidrasi (hasil uji umur 28 hari)	35

f). Pengambilan contoh

1). Dari ban berjalan yang sedang dialirkan ke gudang semen curah

Ambil satu contoh kutip semen dengan berat sekurang-kurangnya 5 kg pada selang kira-kira 6 jam.

2). Pengambilan contoh semen pada saat dipindahkan

Pengambilan contoh semen dari gudang pada saat semen tersebut sedang dipindahkan satu bin ke bin yang lainnya. Ambil satu contoh kutip semen dan aliran semen yang sedang dipindahkan, untuk setiap 400 ton semen atau kelipatannya, tetapi pengambilan contoh tidak boleh kurang dari contoh-contoh kutip semen dan digabungkan untuk mendapatkan contoh komposit.

3). Metode lain pengambilan contoh

Apabila kedua metode pengambilan contoh di atas tidak bisa digunakan, contoh semen bisa diperoleh dengan menggunakan salah satu metode dalam SNI-2049-2015 di bawah ini:

- Dari gudang semen curah pada lubang pengeluaran
- Dari gudang semen curah dan kapal semen curah dengan menggunakan alat pengambilan contoh
- Dari kantong semen dengan menggunakan alat pengambil contoh dalam kantong
- Dari pengiriman semen curah dengan kereta api atau truk
  - Pengiriman tunggal
  - Pengiriman jamak

g). Penyimpanan contoh semen

Setelah contoh semen diambil, segera tempatkan pada tempat yang kedap udara dan uap air untuk mencegah terjadinya penyerapan air atau aerasi dari contoh semen tersebut. Apabila contoh semen ditempatkan pada tempat yang terbuat dari kaleng, tutup rapat-rapat dan segera disegel. Gunakan kantong yang terdiri dari beberapa lapis kertas yang kedap uap air, atau kantong plastik, yang cukup kuat sehingga tidak pecah, usahakan segera disegel setelah pengisian sedemikian rupa agar udara dalam kantong tersebut ke luar dan penyerapan uap air serta aerasi dicegah.

h). Penyiapan contoh uji

Sebelum pengujian, ayak semen melalui ayakan berukuran 850  $\mu\text{m}$  (ayakan no. 200 atau ayakan lainnya yang mempunyai ukuran bukaan yang kira-kira sama).

Agar contoh tercampur dengan baik, pecahkan gumpalan-gumpalan, dan ambil kotoran-kotoran. Buang kotoran dengan gumpalan yang telah mengeras yang tidak bisa pecah selama pengayakan. Simpan semen di tempat yang kedap udara untuk mencegah penyerapan uap air sebelum dilakukan pengujian.

- i). Gagal memenuhi persyaratan dan pengujian ulang
  - 1). Apabila ada dari hasil pengujian gagal memenuhi persyaratan, lot semen tersebut tidak dilaporkan sebagai semen yang tidak memenuhi persyaratan spesifikasi sampai kegagalannya dikonfirmasi dengan jumlah pengujian ulang.
  - 2). Suatu pengujian ulang boleh terdiri satu jenis pengujian atau seluruh pengujian secara lengkap.
  - 3). Pengujian ulang harus dilakukan sesuai dengan ketentuan spesifikasi yang dipakai. Apabila ketentuan ini tidak diberikan, prosedur di bawah ini harus digunakan.
  - 4). Lakukan pengujian ulang dari sebagian contoh semen yang digunakan pada pengujian awal. Gunakan metode lain untuk penentuan dari sifat-sifat semen yang diperlukan pada pengujian ulang dan dalam hal ini hanya hasil pengujian yang didapatkan dengan metode lain yang dipakai.

Pengujian ulang harus terdiri dari sejumlah penetapan yang diperlukan sebagaimana untuk pengujian awal. Jumlah pengulangan yang digunakan merupakan dasar pada ketentuan ketelitian. Apabila dua atau lebih penetapan diperlukan, harga yang dilaporkan harus merupakan harga rata-rata dari semua hasil uji yang berada pada batas-batas ketelitian pada metode 95% tingkat kepercayaan, sebagaimana dinyatakan pada spesifikasi yang digunakan atau dikenal secara umum.

### 3. Cara uji

#### a). Metode uji kimia

Metode uji kimia spesifik diberikan untuk kemudahan bagi yang ingin menggunakannya. Metode uji dikelompokkan sebagai metode uji *referee* dan metode uji alternatif, Metode uji *referee* merupakan metode uji kimia basah yang telah diterima, yang memberikan suatu skema dasar terpadu dari analisis semen hidrolis.

#### b). Metode uji fisika ditunjukkan dalam SNI-2049-2015

### 4. Syarat lulus uji

Semen *portland* yang diuji dinyatakan tidak memenuhi syarat apabila:

- a). Semen gagal memenuhi salah satu syarat mutu seperti yang dicantumkan pada sub bab 2.2.2.1.a.1.
- b). Uji ulang dapat dilakukan terhadap semen yang ada di penyimpanan pada silo yang akan dikirim selama periode lebih dari 6 bulan. Jika hasil ulang tersebut gagal memenuhi salah satu syarat mutu seperti yang dicantumkan pada sub bab 2.2.2.1.a.1., maka semen tersebut dinyatakan tidak lulus uji.
- c). Sertifikasi hasil uji semen *portland* yang menyatakan memenuhi syarat hanya berlaku untuk kelompok yang diambil contohnya.

## 5. Pengemasan

- a). Semen *portland* dapat diperdagangkan dalam bentuk kemasan dan curah. Apabila tidak ada ketentuan lain, semen *portland* kemasan harus dikemas dalam kantong dengan berat netto 25 kg, dan atau 40 kg, dan atau 50 kg untuk setiap kantong.
- b). Kekurangan berat tidak boleh lebih dari 2% dari berat yang dicantumkan pada setiap kemasan.

## 6. Syarat penandaan

Pada kemasan harus dicantumkan kode, merk/tanda dagang, jenis, nama perusahaan dan berat netto. Untuk semen *portland* curah penandaan dicantumkan pada dokumen pengiriman.

## 7. Penyimpanan dan transportasi

- a). Semen ketika disimpan maupun ditransportasikan harus dijaga sedemikian rupa sehingga mudah untuk dilakukan inspeksi dan identifikasi.
- b). Semen curah disimpan dalam bangunan/penyimpanan yang kedap terhadap cuaca, sehingga akan melindungi semen dari kelembaban dan menghindari terjadinya penggumpalan semen pada saat penyimpanan dan transportasi.
- c). Penyimpanan maupun transportasi semen dalam kantong dilakukan sedemikian rupa sehingga terhindar dari pengaruh cuaca.

Terkecuali diperkenankan oleh pengawas pekerjaan, hanya satu merk semen yang dapat digunakan di dalam proyek.

Pengujian semen untuk penerimaan pada dasarnya adalah masalah laboratorium. Biasanya semen diambil sampelnya dan diuji oleh pabrik, yang kemudian mengeluarkan hasil uji pabrik dan sertifikasi. Semen yang tersisa dalam penyimpanan curah di pabrik, sebelum pengiriman, selama lebih dari 6 bulan setelah penyelesaian tes harus diistirahatkan seperti yang ditunjukkan dalam ASTM C 150.

### b. Abu Terbang

Residu halus yang dihasilkan dari pembakaran atau pembubukan batubara dan ditransportasikan oleh aliran udara panas.

Abu terbang (*fly ash*) yang sering digunakan ialah abu terbang (*fly ash*) kelas F sesuai dengan SNI 2460:2014.

Sampel dan pengujian abu terbang atau pozolan alam sesuai dengan persyaratan ASTM C311.

Abu terbang atau pozolan alam harus disimpan sedemikian rupa untuk memudahkan akses inspeksi yang tepat dan pengidentifikasian setiap pengiriman.

### c. Semen Slag

Semen slag atau terak tanur tinggi berbutir (*ground granulated blast furnace slag*) sesuai dengan SNI 6385:2016.

Prosedur pengambilan sampel dan prosedur uji berikut harus digunakan oleh pembeli untuk memverifikasi kesesuaian dengan SNI 6385:2016. Ambil sampel secara acak dari unit pengiriman atau pada tempat-tempat proses bongkar muat sedemikian sehingga tidak ada sampel yang lebih dari 125 ton (115 Mg). Jika sampel-sampel diambil dari lori atau truk, ambil paling sedikit dua sampel terpisah masing-masing 2 kg

(5 lb) kemudian keduanya dicampur merata sehingga menjadi satu sampel uji. Buat sampel dengan memindahkan lapisan semen slag kira-kira setebal 300 mm (12-in.). Buat lubang sebelum pengambilan sampel untuk menghindari debu yang dibuang ke unit pengiriman setelah aliran semen slag dihentikan. Sampel diambil dengan frekuensi satu sampel per bulan atau satu sampel untuk setiap 2500 ton (2300 Mg) per pengiriman, pilih yang lebih sering.

d. Mikro Silika

Mikro silika atau *silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara micro silica dengan *silica fume*).

Dalam teknologi beton, *silica fume* (SF) digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen atau bahan tambahan pada saat sifat-sifat khusus beton dibutuhkan, seperti penempatan mudah, kekuatan tinggi, permeabilitas rendah, durabilitas tinggi, dan lain sebagainya. *Silica fume* merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau alloy ferosilikon. Menurut standar "*Spesification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar*" (ASTM C1240-2015).

### 2.2.2.2 Air

Air yang digunakan untuk campuran, harus bersih, dan bebas dari bahan yang merugikan seperti minyak, garam, asam, basa, gula atau organik. Air harus diuji sesuai dengan; dan harus memenuhi ketentuan dalam SNI 7974:2016. Apabila timbul keragu-raguan atas mutu air yang diusulkan dan karena sesuatu sebab pengujian air seperti di atas tidak dapat dilakukan, maka harus diadakan perbandingan pengujian kuat tekan mortar semen dan pasir standar dengan memakai air yang diusulkan dan dengan memakai air murni hasil sulingan. Air yang diusulkan dapat digunakan apabila kuat tekan mortar dengan air tersebut pada umur 7 (tujuh) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari mempunyai kuat tekan minimum 90% dari kuat tekan mortar dengan air suling untuk periode umur yang sama. Air yang diketahui dapat diminum dapat digunakan

### 2.2.2.3 Agregat

Secara umum, agregat diperiksa dan menguji untuk dapat diterima, membuat tes kontrol yang diperlukan, melakukan penyimpanan dan penanganan agregat dengan benar, dan memeriksa operasi *batching*.

a. Ketentuan Gradasi Agregat

Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.6 tetapi bahan yang tidak memenuhi ketentuan gradasi tersebut tidak perlu ditolak bila penyedia jasa dapat menunjukkan dengan pengujian bahwa beton yang dihasilkan memenuhi sifat-sifat campuran yang disyaratkan dalam spesifikasi.

**Tabel 2.6 - Ketentuan gradasi agregat**

Ukuran Saringan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat					
ASTM	(mm)	Halus*)	Kasar				
			Ukuran nominal maksimum 37,5 mm	Ukuran nominal maksimum 25 mm	Ukuran nominal maksimum 19 mm	Ukuran nominal maksimum 12,5 mm	Ukuran nominal maksimum 9,5 mm
2"	50,8	-	100	-	-	-	-
1 ½"	38,1	-	90 – 100	100	-	-	-
1"	25,4	-	-	95 – 100	100	-	-
¾"	19	-	35 - -70	-	90 – 100	100	-
½"	12,7	-	-	25 – 60	-	90 – 100	100
3/8"	9,5	100	10 – 30	-	30 – 65	40 – 75	90 – 100
No. 4	4,75	95 – 100	0 – 5	0 – 10	5 – 25	5 – 25	20 – 55
No. 8	2,36	80 – 100	-	0 – 5	0 – 10	0 – 10	5 – 30
No. 16	1,18	50 – 85	-	-	0 – 5	0 – 5	0 – 10
No. 50	0,300	10 – 30	-	-	-	-	0 – 5
No. 100	0,150	2 - 10	-	-	-	-	-

Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari ¾ jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan, atau celah-celah lainnya dimana beton harus dicor.

**b. Agregat Halus**

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

1. Alami
2. Buatan

**c. Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm-40 mm.

1. Kerikil
2. Batu Pecah

**d. Metode Pengujian Agregat**

1. Metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles sesuai dengan SNI 2417:2008.
2. Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat sesuai dengan SNI 03-4804-1998.

3. Metode pengujian sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat sesuai dengan SNI 3407:2008.
  4. Metode pengujian gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat sesuai dengan SNI 4141:2015.
  5. Metode pengujian bahan yang lebih halus dari saringan 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian, sesuai dengan SNI ASTM C117:2012.
  6. Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sesuai dengan SNI 03-1969-1990.
  7. Metode pengujian untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar sesuai dengan SNI ASTM C136:2012.
- e. Pengambilan Contoh Uji Agregat

1. Umum

Bila memungkinkan, contoh uji yang akan diuji untuk kepentingan mutu diambil dari tahap akhir produksi. Contoh uji dari tahap akhir produksi untuk pengujian keausan (abrasi) tidak boleh mengalami pemecahan atau pengurangan (reduksi) ukuran butir, kecuali apabila ukuran produk akhir adalah sedemikian rupa sehingga untuk keperluan pengujian diperlukan pengurangan ukuran butir lebih lanjut. Ketentuan pengambilan contoh uji agregat ini didasarkan pada SNI 6889:2014.

2. Inspeksi bahan

Bahan harus diperiksa terlebih dahulu untuk menetapkan adanya deviasi yang dapat dilihat dari bahan contoh uji. Penyediaan peralatan untuk pemeriksaan dan pengambilan contoh uji harus benar.

3. Prosedur

a). Pengambilan contoh uji dari aliran agregat (pintu bin atau ujung ban berjalan)

Prosedur untuk pemilihan lokasi dan frekuensi pengambilan contoh uji mengikuti ketentuan dalam ASTM D3665. Ambil secara acak dari masing-masing unit produk sekurang-kurangnya tiga bagian contoh uji yang kuantitasnya kira-kira sama dan gabungkan sehingga diperoleh contoh uji yang massanya sama dengan atau lebih besar dari massa minimum yang dianjurkan pada 2.2.2.3.e.4.b). Pengambilan bagian contoh uji harus mencakup seluruh penampang aliran bahan pada saat keluar. Pengambilan bagian contoh uji dari unit produksi agregat biasanya menggunakan alat yang dirancang khusus sesuai dengan jenis agregatnya. Alat tersebut berbentuk nampan dengan ukuran yang cukup untuk menangkap bahan dari seluruh penampang aliran dan menampungnya tanpa melimpah. Untuk menahan nampan pada saat didorong memotong aliran bahan, diperlukan rel. Bila memungkinkan, bin harus dipertahankan dalam keadaan penuh atau hampir penuh, yaitu untuk mengurangi terjadinya segregasi bahan.

b). Pengambilan contoh uji dari ban berjalan

Ambil secara acak dari masing-masing unit produk sekurang-kurangnya tiga bagian contoh uji yang kuantitasnya kira-kira sama dan gabungkan sehingga diperoleh contoh uji yang massanya sama dengan atau lebih besar dari massa minimum yang dianjurkan pada sub bab 2.2.2.3.e.4.b). Pada saat pengambilan bagian contoh uji, ban berjalan harus dalam keadaan berhenti. Pengambilan bagian contoh uji dilakukan dengan cara menyisipkan dua bilah pembatas (yang mempunyai bentuk yang sama dengan bentuk ban berjalan) yang jaraknya sedemikian rupa sehingga diperoleh bagian contoh uji yang massanya cukup. Gunakan sendok tanah (skop) dengan hati-hati untuk mengambil bagian contoh uji yang terdapat di antara dua pembatas dan masukkan ke dalam wadah; kemudian gunakan sikat untuk mengumpulkan butir-butir halus dan abu, selanjutnya gabungkan ke dalam wadah.

c). Pengambilan contoh uji dari timbunan (*stockpiles*) atau unit pengangkut

Bila memungkinkan, hindari pengambilan contoh uji agregat kasar atau campuran agregat kasar dan halus dari timbunan atau unit pengangkut, terutama apabila pengambilan contoh uji ditujukan untuk keperluan pengujian sifat-sifat agregat yang tergantung pada gradasi contoh uji. Apabila diperlukan pengambilan contoh uji agregat kasar atau campuran agregat kasar dan agregat halus dari timbunan, maka pengambilan contoh uji harus dilakukan melalui perencanaan yang disesuaikan dengan kondisi yang dihadapi. Pendekatan tersebut memungkinkan lembaga pengambil contoh uji untuk menggunakan rencana pengambilan contoh uji yang dapat memberikan tingkat keyakinan terhadap hasil yang diperoleh, yang disepakati oleh semua pihak yang terkait. Rencana pengambilan contoh uji harus menunjukkan jumlah contoh uji yang mewakili lot dan subplot yang mempunyai ukuran spesifik. Prinsip umum pengambilan contoh uji dari timbunan berlaku juga untuk pengambilan contoh uji dari truk, kereta barang, tongkang, atau unit pengangkut lain. Tata cara pengambilan contoh uji dari timbunan diuraikan pada lampiran.

d). Pengambilan contoh uji dari jalan (lapis fondasi dan lapis fondasi bawah)

Dari masing-masing unit produk, ambil secara acak sekurang-kurangnya tiga bagian contoh uji yang kuantitasnya kira-kira sama dan gabungkan sehingga diperoleh contoh uji yang massanya sama dengan atau lebih besar dari massa minimum yang dianjurkan pada sub bab 2.2.2.3.e.4.b). Lakukan pengambilan bagian contoh uji yang mencakup seluruh tebal lapisan bahan.

Pengambilan contoh uji harus dilakukan dengan hati-hati, agar bahan pada lapisan bawah tidak ikut terambil. Untuk mendapatkan bagian-bagian contoh uji yang kuantitasnya sama serta untuk menghindarkan terbawanya bahan yang tidak diperlukan dapat dilakukan dengan membubuhkan tanda pada lokasi-lokasi pengambilan bagian contoh uji, kemudian pada lokasi-lokasi tersebut diletakkan cetakan logam dengan ukuran yang sesuai.

4. Jumlah dan massa contoh uji

a). Jumlah contoh uji (diperoleh dengan salah satu metode yang diuraikan pada sub bab 2.2.2.3.e.3) yang diperlukan tergantung pada kekritisan dan variasi



sifat-sifat yang diuji. Sebelum pengambilan contoh uji dilakukan dari masing-masing unit, maka masing-masing unit harus terlebih dulu ditetapkan lokasinya. Jumlah contoh uji produk harus cukup untuk memberikan tingkat keyakinan yang dikehendaki terhadap hasil pengujian.

- b). Massa contoh uji yang disebutkan pada tata cara ini bersifat sementara (tentatif).

Massa contoh uji harus didasarkan pada jenis dan jumlah pengujian yang menjadi dasar penilaian bahan. Pengujian standar untuk penerimaan dan pengendalian diuraikan dalam standar-standar ASTM dan SNI yang relevan, yang menetapkan porsi contoh uji yang diperlukan untuk tiap pengujian spesifik. Umumnya, kuantitas yang ditunjukkan pada Tabel 2.7 dipandang memadai untuk analisis gradasi dan mutu. Reduksi contoh uji menjadi benda uji harus dilakukan menurut ASTM C702.

5. Pengangkutan contoh uji agregat

- a). Lakukan pengangkutan contoh uji yang telah dimasukkan ke dalam kantong atau wadah. Kantong atau wadah harus dirancang sedemikian untuk mencegah terjadinya kehilangan atau kontaminasi bagian contoh uji, atau kerusakan contoh uji akibat kesalahan penanganan selama pengangkutan.
- b). Tiap wadah contoh uji yang digunakan pada pengangkutan harus mempunyai label sendiri-sendiri. Pada label harus tercantum setidaknya-tidaknya informasi tentang proyek, alamat laboratorium yang dituju, dan pengujian yang diperlukan.

**Tabel 2.7 - Ukuran contoh uji**

Ukuran agregat <sup>A</sup>		Prakirakan massa minimum contoh uji dari lapangan <sup>B</sup> (kg)	Prakirakan volume minimum contoh uji dari lapangan (l)
<b>Agregat halus</b>			
(2,36 mm)	No. 8	10	8
(4,75 mm)	No. 8	10	8
<b>Agregat kasar</b>			
(9,50 mm)	3/8"	10	8
(12,5 mm)	1/2"	15	12
(19,0 mm)	3/4"	25	20
(25,0 mm)	1"	50	40
(37,5 mm)	1 1/2"	75	60
(50,0 mm)	2"	100	80
(63,0 mm)	2 1/2"	125	100
(75,0 mm)	3"	150	120
(90,0 mm)	3 1/2"	175	140

Keterangan:

<sup>A</sup>Untuk agregat hasil pemrosesan, gunakan ukuran nominal maksimum seperti yang ditunjukkan oleh spesifikasi atau deskripsi yang sesuai. Apabila spesifikasi atau deskripsi tidak

menunjukkan ukuran nominal maksimum (misal, ukuran ayakan yang menunjukkan 90-100% bahan lolos), gunakan ukuran maksimum (ayakan yang meloloskan 100% bahan).

<sup>B</sup>Untuk gabungan agregat kasar dan halus (misalnya, agregat lapis pondasi dan lapis pondasi bawah), massa minimum contoh uji harus sama dengan massa minimum agregat kasar ditambah 10 kg.

#### 2.2.2.4 Bahan Tambah Kimia

Persyaratan fisis bahan tambahan untuk campuran beton berdasarkan SNI 2049:2015 dapat dilihat pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8 - Persyaratan fisis bahan tambahan untuk beton**

NO	MACAM PENGUJIAN	TIPE						
		A	B	C	D	E	F	G
1.	Kadar air, maks terhadap pembanding (%) Waktu pengikatan penyimpanan yang diperbolehkan terhadap pembanding, menit. a. Waktu pengikat awal: - Minimum  - Maksimum  b. Waktu pengikat akhir : - Minimum  - Maksimum	95			95	95	88	88
		-	60 mnt lebih lambat	60 mnt lebih cepat	60 mnt lebih lambat	60 mnt lebih cepat	60 mnt lebih cepat	60 mnt lebih lambat
		60 mnt lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat	210 mnt lebih cepat	210 mnt lebih lambat	210 mnt lebih cepat	60 mnt lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat
		-		60 mnt lebih cepat	-	60 mnt lebih cepat	-	-
		60 mnt lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat	-	210 mnt lebih lambat		60 mnt lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat
2.	Kuat tekan, minimum terhadap pembanding (%) 1) 1 hari 3 hari 7 hari 28 hari 6 bulan	-	-	-	-	-	140	125
		110	90	125	110	125	125	125
		110	90	100	110	110	115	115
		110	90	100	110	110	110	110
		100	90	90	100	100	100	100

NO	MACAM PENGUJIAN	TIPE						
		A	B	C	D	E	F	G
3	1 tahun	100	90	90	100	100	100	100
	Kuat lentur, minimum terhadap pembanding (%) 1)							
	3 hari	100	90	110	100	110	110	110
	7 hari	100	90	100	100	100	100	100
4	28 hari	100	90	90	100	100	100	100
	Perubahan Panjang maksimum penyusutan 2)							
	a. Penambahan diatas pembaning	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	b. Penambahan diatas pembaning	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

Keterangan :

- 1) Angka-angka yang tercantum merupakan perbandingan (%) antara beton yang memakai bahan kimia tambahan dengan beton pembanding.
- 2) Apabila perubahan panjang dari pembanding umur 14 hari > 0,030 % digunakan 5 a apabila perubahan panjang dari pembanding pada umur 14 hari > 0,030 % digunakan 5 b.

### 2.2.2.5 Bahan Perawatan Beton (*Curing*)

Persyaratan bahan perawatan beton, adalah sebagai berikut:

#### a. *Curing Compound*

1. Kompon cair Tipe 1 dan 1-D harus bersih atau bening. Kompon cair dengan warna yang cepat hilang (Tipe 1-D) harus dapat dibedakan dengan mudah pada permukaan beton sedikitnya 4 jam setelah aplikasi tetapi setelah 7 hari aplikasi tidak terlihat jika terkena sinar matahari langsung.
2. Kompon cair Tipe 2 harus terdiri atas pigmen putih beserta alat aplikasi sehingga siap untuk digunakan segera. Kompon cair harus menghasilkan warna putih yang sama bila diaplikasikan secara seragam ke permukaan beton yang baru sesuai tingkat aplikasi yang ditetapkan.

#### b. Selimut/penutup lembab/dalam air

1. Perawatan selama periode perlindungan

Beton yang terpapar pada cuaca dingin kemungkinan tidak akan mengering pada kecepatan yang tidak diinginkan. Namun, ini mungkin tidak berlaku untuk beton yang dilindungi dari cuaca dingin. Selama bentuk tetap di tempat, permukaan beton yang berdekatan dengan bentuk akan mempertahankan kelembaban yang memadai. Di sisi lain, permukaan horizontal yang terbuka, terutama lantai yang sudah jadi, rentan terhadap pengeringan cepat dalam selungkup yang dipanaskan.

Ketika beton yang lebih hangat dari 60 F (16 C) terpapar ke udara pada 50 F (10 C) atau lebih tinggi, penting untuk mengambil tindakan untuk mencegah pengeringan. Teknik yang disukai adalah menggunakan uap untuk pemanasan dan mencegah penguapan yang berlebihan. Ketika pemanasan kering digunakan,

beton harus ditutup dengan bahan kedap air yang disetujui atau senyawa *curing* yang memenuhi persyaratan ASTM C 309, atau mungkin juga airnya disembuhkan. Namun, pengeringan air tidak dianjurkan dan merupakan metode yang paling tidak diinginkan, karena selama periode suhu sub-beku itu menghasilkan masalah lapisan es di mana air mengalir keluar dari selungkup atau di mana ada segel yang buruk. Ini juga meningkatkan kemungkinan pembekuan beton dalam kondisi yang hampir jenuh ketika perlindungan dihilangkan. Jika air atau uap menyembuhkan digunakan, mereka harus dihentikan 12 jam sebelum akhir periode perlindungan suhu, dan beton harus diizinkan mengering sebelum dan selama periode penyesuaian bertahap terhadap kondisi cuaca dingin sekitar.

Ketika suhu udara di dalam selungkup turun hingga 50 F (10 C), beton dapat terkena udara asalkan kelembaban relatif tidak kurang dari 40 persen. Selama cuaca yang sangat dingin, selalu perlu menambahkan kelembaban ke udara panas untuk mempertahankan kelembaban ini. Misalnya, jika suhu luar adalah 10 F (-12 C), kelembaban relatif udara di dalam penutup yang dipanaskan akan kurang dari 20 persen jika tidak ada uap air yang ditambahkan.

## 2. Perawatan setelah periode perlindungan

Setelah penghapusan perlindungan suhu, biasanya tidak perlu untuk memberikan langkah-langkah untuk mencegah pengeringan berlebihan selama suhu udara tetap di bawah 50 F (10 C), kecuali ketika beton ditempatkan di daerah yang sangat gersang. Jika senyawa *curing* diterapkan selama periode pertama suhu di atas titik beku setelah perlindungan dihilangkan, kebutuhan untuk melakukan operasi *curing* lebih lanjut jika suhu harus naik di atas 50 F (10 C) dihilangkan.

### c. Lembaran bahan penutup

#### 1. Persyaratan Fisik

##### a). Kertas perawat beton

- 1). Kertas perawat beton harus terdiri dari dua lembar kertas yang kuat yang direkatkan dengan bahan bitumen.
- 2). Diantara lembaran kertas diisi dengan benang atau batangan serat yang dibentangkan dalam arah melintang dan memanjang dengan jarak benang atau batangan tidak diizinkan lebih dari 32 mm.
- 3). Kertas harus berwarna cerah seragam dan tidak memiliki kerusakan yang terlihat.
- 4). Kertas perawatan beton yang berwarna putih sedikitnya harus mempunyai permukaan putih pada salah satu sisinya.
- 5). Kuat tarik kertas perawat beton tidak boleh kurang dari 5,25 kN/m lebar searah mesin dan 2,25 kN/m lebar dalam arah melintang bila diukur sesuai dengan ketentuan yang berlaku (ASTM D 829).

##### b). Lembar tipis polyethylene

- 1). Lembar tipis polyethylene harus terdiri dari lembaran tunggal yang terbuat dari resin *polyethylene*.

- 2). Lembaran tidak boleh ada kerusakan yang terlihat dan harus seragam bentuknya.
- 3). Tipe lembaran terang harus betul-betul tembus pandang sedangkan tipe lembaran putih harus mengandung bahan pewarna putih.

Kuat tarik lembaran *polyethylene* tidak boleh kurang dari 11,7 MPa dalam arah memanjang dan tidak boleh kurang dari 8,3 MPa dalam arah melintang bila diukur sesuai dengan ASTM D 882. Ketebalan nominal tidak boleh kurang dari 0,10 mm bila diukur sesuai dengan ASTM D 2103 ketebalan dimanapun tidak boleh kurang dari 0,075 mm. Perpanjangan minimum kearah memanjang harus 225% dan kearah melintang 350% bila diukur sesuai dengan ASTM D 882.

c). Lembar goni dilapisi polyethylene

- 1). Lembaran goni dilapisi *polyethylene* putih harus terdiri atas lembaran goni yang satu sisinya dilapisi dengan *polyethylene* putih.
- 2). Berat goni tidak kurang dari 305 gram/m<sup>2</sup> dan tebal nominal *polyethylene* pelapis tidak kurang dari 0,10 mm seperti ditetapkan pada butir 2.2.1.5.c.1.b).
- 3). *Polyethylene* direkatkan dengan kuat ke goni sehingga tidak terjadi pemisahan selama penanganan dan penggunaan.

2. Persyaratan Kinerja

- a). Lembaran bahan penutup sesuai dengan ketentuan yang berlaku harus tahan, kuat, liat dan dapat digunakan pada pekerjaan yang normal tanpa tertusuk atau robek.
- b). Pada lembaran bahan penutup tersebut diizinkan terjadinya kehilangan kelembaban yang tidak lebih dari 0,55 kg/m<sup>2</sup> dalam 72 jam bila diuji sesuai dengan ketentuan yang berlaku (ASTM C 156).
- c). Pantulan sinar pada sisi putih kertas perawat beton harus sedikitnya 50% bila diukur sesuai dengan ketentuan yang berlaku (ASTM E 97).
- d). Pantulan lembaran tipis *polyethylene* putih tidak boleh kurang 70% bila diukur sesuai dengan ketentuan yang berlaku (ASTM E 97).

d. Evaporation retardant

Sesuai dengan ACI 308.

e. Uap (*Steam*)

Persyaratan perawatan dengan uap untuk beton harus mengikuti ketentuan di bawah ini:

1. Tekanan uap pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi tekanan luar.
2. Temperatur pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi 380 C selama 2 jam sesudah pengecoran selesai, dan kemudian temperatur dinaikkan berangsurangsur sehingga mencapai 65 0 C dengan kenaikan temperatur maksimum 14 0 C/ jam secara bertahap

3. Perbedaan temperatur pada dua tempat di dalam ruangan uap tidak boleh melebihi 5,5 0 C.
4. Penurunan temperatur selama pendinginan dilaksanakan secara bertahap dan tidak boleh lebih dari 110 C per jam
5. Perbedaan temperatur beton pada saat dikeluarkan dari ruang penguapan tidak boleh lebih dari 11 0 C dibanding udara luar
6. Selama perawatan dengan uap, ruangan harus selalu jenuh dengan uap air.
7. Semua bagian struktural yang mendapat perawatan dengan uap harus dibasahi selama 4 hari sesudah selesai perawatan uap tersebut.

### 2.2.2.6 Baja Tulangan

Baja tulangan beton adalah baja karbon atau baja paduan yang berbentuk batang berpenampang bunda dengan permukaan polos atau sirip/ulir dan digunakan untuk penulangan beton. Baja ini diproduksi dari bahan baku *billet* dengan cara canai panas (*hot rolling*). Ketentuan baja tulangan ini didasarkan pada SNI 2052:2017.

#### a. Jenis Baja

1. Baja tulangan beton polos (BjTP)

Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir.

2. Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)

Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton.

#### b. Syarat Mutu

1. Sifat tampak

Baja tulangan beton tidak boleh mengandung serpihan, lipatan, retakan, gelombang, cerna dan hanya diperkenankan berkarat ringan pada permukaan.

2. Bentuk

##### a). Baja tulangan beton polos

Batang baja tulangan beton berpenampang bundar dan permukaan harus rata tidak bersirip/berulir sesuai Gambar dibawah ini

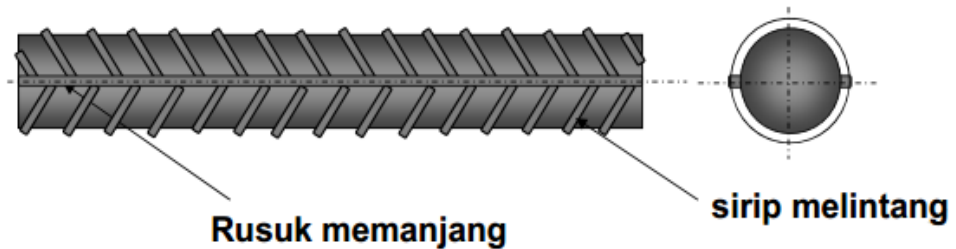


**Gambar 2.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP)**

##### b). Baja tulangan beton sirip/ulir

- 1). Permukaan batang baja tulangan beton sirip/ulir harus bersirip/berulir secara teratur. Setiap batang dapat mempunyai sirip/ulir memanjang yang

searah tetapi harus mempunyai sirip-sirip dengan arah melintang terhadap sumbu batang (lihat Gambar 2.2).



**Gambar 2.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BJTS)**

- 2). Sirip-sirip/ulir-ulir melintang sepanjang batang baja tulangan beton harus terletak pada jarak yang teratur. Serta mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Bila diperlukan tanda angka-angka atau huruf-huruf pada permukaan baja tulangan beton, maka sirip/ulir melintang pada posisi di mana angka atau huruf dapat ditiadakan.

Sirip/ulir melintang tidak boleh membentuk sudut kurang dari  $45^\circ$  terhadap sumbu batang.

3. Ukuran dan toleransi

- a). Diameter, berat dan ukuran sirip/ulir

Diameter dan berat per meter baja tulangan beton polos seperti tercantum pada Tabel 2.9. Diameter, ukuran sirip/ulir dan berat per meter baja tulangan beton sirip/ulir seperti tercantum pada tabel di bawah.

**Tabel 2.9 - Ukuran baja tulangan beton polos**

No.	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm <sup>2</sup>	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

**Tabel 2.10 - Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir**

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal	Diameter dalam nominal (d <sub>o</sub> )	Tinggi sirip melintang		Jarak sirip melintang (maks)	Lebar rusuk memanjang (maks)	Berat nominal
					min	maks			
		mm	c	m	m	m	M	m	kg/m
1	S.6	6	0,2827	5,5	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S.8	8	0,5027	7,3	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S.10	10	0,7854	8,9	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S.13	13	1,327	12,0	0,7	1,3	9,1	10,2	1,04
5	S.16	16	2,011	15,0	0,8	1,6	11,2	12,6	4,58
6	S.19	19	2,835	17,8	1,0	1,9	13,3	14,9	2,23
7	S.22	22	3,801	20,7	1,1	2,2	15,4	17,3	2,98
8	S.25	25	4,909	23,6	1,3	2,5	17,2	19,7	3,85
9	S.29	29	6,625	27,2	1,5	2,9	20,3	22,8	5,18
10	S.32	32	8,042	30,2	1,6	3,2	22,4	25,1	6,31
11	S.36	36	10,18	34,0	1,8	3,6	25,2	28,3	7,99
12	S.40	40	12,57	38,0	2,0	4,0	28,0	31,4	9,88
13	S.50	50	19,64	48,0	2,5	5,0	38,0	39,3	17,4

b). Toleransi diameter

Toleransi diameter baja tulangan beton polos seperti pada tabel 2.11.

**Tabel 2.11 - Ukuran dan toleransi diameter BJTP**

No	Diameter (d)	Toleransi (t)	Penyimpangan kebulatan maks (p)
	mm	mm	mm
1	6	± 0,3	0,42
2	8 ≤ d ≤ 14	± 0,4	0,56
3	16 ≤ d ≤ 25	± 0,5	0,70
4	28 ≤ d ≤ 34	± 0,6	0,84
5	d ≥ 36	± 0,8	1,12

c). Toleransi panjang

Toleransi panjang baja tulangan beton ditetapkan minimum 0 mm (0 mm) maksimum plus 70 mm (maksimum + 70 mm).

4. Toleransi berat per batang

Toleransi berat per batang baja tulangan beton sirip/ulir ditetapkan seperti tercantum dalam tabel 2.12.



**Tabel 2.12 - Toleransi berat per batang BJTS**

Diameter nominal (mm)	Toleransi (%)
$6 \leq d \leq 8$	$\pm 7$
$10 \leq d < 16$	$\pm 6$
$16 \leq d < 28$	$\pm 5$
$d \geq 28$	$\pm 4$

5. Sifat mekanis

Sifat mekanis baja tulangan beton ditetapkan seperti tercantum pada tabel 2.13.

**Tabel 2.13 - Sifat mekanis**

Kelas baja tulangan	Uji Tarik			Uji Lengkung		Rasio TS/YS (Hasil Uji)
	Kuat luluh/leleh (YS)	Kuat Tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm, Min.	Sudut Lengkung	Diameter Pelengkung	
	Mpa	Mpa	%		mm	
BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ( $d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	-
			11 ( $d \geq 10$ mm)	180°	5d ( $d \geq 19$ mm)	
BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ( $d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ( $d \geq 13$ mm)	180°	5d ( $d \geq 19$ mm)	
BjTS 420A	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	9 ( $d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			8 ( $22 \leq d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $19 \leq d \leq 25$ mm)	
			7 ( $d \geq 29$ mm)	180°	7d ( $19 \leq d \leq 25$ mm)	
BjTS 420B	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	14 ( $d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
				12 ( $22 \leq d \leq 36$ mm)	180°	
			10 ( $d > 36$ mm)	180°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 520	Min. 520 Maks. 645	Min. 650	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 550	Min. 550 Maks. 675	Min. 687,5	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 700	Min. 700 Maks. 825	Min. 805	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ( $d > 36$ mm)	

c. Cara Pengambilan Contoh

1. Pengambilan contoh dilakukan oleh petugas yang berwenang.
2. Petugas pengambil contoh harus diberi keleluasaan oleh pelaku usaha untuk melakukan tugasnya.

3. Pengambilan contoh dilakukan secara acak (random) pada kelompok nomor leburan.
  4. Jumlah Contoh Uji
    - a). Setiap kelompok yang terdiri dari satu nomor leburan dan ukuran yang sama diambil 1 (satu) contoh uji dari bagian tengah batang dan tidak boleh dipotong dengan cara panas.
    - b). Untuk kelompok yang terdiri dari satu nomor leburan yang berbeda dari satu ukuran dan satu kelas baja yang sama, sampai dengan 25 (dua puluh lima) ton diambil 1 (satu) contoh uji, selebihnya berdasarkan kelipatannya.
    - c). Contoh untuk uji sifat mekanis diambil sesuai dengan kebutuhan masing-masing, maksimum 1,5 meter.
- d. Cara Uji
1. Uji sifat tampak

Uji sifat tampak dilakukan secara visual tanpa bantuan alat untuk memeriksa adanya cacat-cacat seperti pada sub bab 2.2.2.6.b.1.
  2. Uji ukuran, berat dan bentuk
    - a). Baja tulangan beton polos
      - 1). Pengukuran diameter, dilakukan pada 3 (tiga) tempat yang berbeda dalam 1 (satu) contoh uji dan dihitung nilai rata-ratanya.
      - 2). Pengukuran kebundaran diukur pada satu tempat untuk menentukan diameter minimum dan maksimum.
    - b). Baja tulangan beton sirip/ulir

Baja tulangan beton sirip/ulir diukur jarak sirip/ulir, tinggi sirip/ulir, lebar sirip/ulir membujur, sudut sirip/ulir dan berat.

      - 1). Jarak sirip/ulir melintang

Pengukuran jarak sirip/ulir dilakukan dengan cara mengukur 10 (sepuluh) jarak sirip/ulir yang berderet kemudian dihitung nilai rata-ratanya.
      - 2). Tinggi sirip/ulir melintang

Pengukuran tinggi sirip/ulir dilakukan terhadap 3 (tiga) buah sirip/ulir dan dihitung nilai rata-ratanya.
      - 3). Lebar sirip/ulir membujur

Pengukuran terhadap lebar sirip/ulir membujur dilakukan pada dua sisi masing-masing 3 (tiga) titik pengukuran pada sirip membujur kemudian dihitung nilai rata-ratanya.
      - 4). Sudut sirip/ulir melintang

Pengukuran terhadap lebar sirip/ulir melintang dengan membuat gambar yang diperoleh dengan cara mengelindingkan potongan uji di atas permukaan lempengan lilin atau kertas, kemudian dilakukan pengukuran sudut sirip pada gambar lempengan tersebut.

5). Berat

Pengukuran berat dilakukan dengan cara penimbangan.

3. Uji sifat mekanis

a). Benda Uji

- 1). Benda uji tarik harus lurus dan utuh/tidak boleh dibubut dengan tujuan memperkecil diameter.
- 2). Benda uji lengkung harus lurus dan utuh/tidak boleh dibubut dengan tujuan memperkecil diameter. Panjang benda uji lengkung tidak kurang dari 150 mm.

b). Jumlah Benda Uji

Uji tarik dan lengkung dilakukan masing-masing 1 (satu) kali pengujian dari masing-masing potongan contoh uji.

c). Pelaksanaan Uji

1). Uji Tarik

Uji tarik dilakukan sesuai SNI 8389:2017. Untuk menghitung kuat luluh dan kuat tarik tulangan beton polos dan sirip/ulir digunakan nilai luas penampang yang dihitung diameter nominal contoh uji.

Nilai kuat luluh/leleh ditentukan dengan salah satu dari metode berikut:

- Jika baja tulangan beton mempunyai titik luluh/leleh yang jelas, nilai kuat luluh ditentukan dengan turunnya atau berhentinya bacaan dari mesin uji tarik.
- Jika baja tulangan beton tidak mempunyai titik luluh/leleh yang jelas, nilai luluh/leleh ditentukan dengan metode offset 0,2 %.

2). Uji Lengkung

Uji lengkung dilakukan dengan SNI 0410:2017.

e. Syarat Lulus Uji

1. Kelompok dinyatakan lulus uji apabila contoh yang diambil dari kelompok tersebut memenuhi pada sub bab 2.2.2.6.b.
2. Apabila sebagian syarat-syarat tidak dipenuhi, dapat dilakukan uji ulang dengan contoh uji sebanyak 2 (dua) kali jumlah contoh uji yang pertama yang berasal dari kelompok yang sama.
3. Apabila hasil kedua uji ulang semua syarat-syarat terpenuhi, kelompok dinyatakan lulus uji. Kelompok dinyatakan tidak lulus uji kalau salah satu syarat pada uji ulang tidak dipenuhi.

f. Syarat Penandaan

1. Setiap batang baja tulangan beton harus diberi tanda (*marking*) dengan huruf timbul (*emboss*) yang menunjukkan merek pabrik pembuat dan ukuran diameter nominal.

2. Setiap batang baja tulangan beton sesuai dengan standar harus diberi tanda pada ujung-ujung penampangnya dengan warna yang tidak mudah hilang sesuai dengan kelas baja seperti pada tabel 2.14.
3. Setiap kemasan harus diberi label dengan mencantumkan:
  - a). Nama dan merek dari pabrik pembuat
  - b). Ukuran (diameter dan panjang)
  - c). Kelas baja
  - d). Nomor leburan (*No. Heat*)
  - e). Tanggal, bulan dan tahun produksi

**Tabel 2.14 - Tabel untuk tanda kelas baja tulangan beton**

Kelas baja		Warna
BjTP 280	BjTS 280	Hitam
	BjTS 420A	Kuning
	BjTS 420B	Merah
	BjTS 520	Hijau
	BjTS 550	Putih
	BjTS 700	Biru

g. Cara Pengemasan

1. Baja tulangan beton dalam satu kemasan terdiri dari ukuran, jenis, dan kelas baja yang sama.
2. Kemasan baja tulangan beton bisa lurus atau ditekuk harus diikat secara kuat, rapih, dan kokoh.

### 2.2.3 Rancangan Campuran Beton

Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kelecakan (*slump*), kekuatan (*strength*), dan keawetan (*durability*) yang dibutuhkan sebagaimana disyaratkan. Untuk beton beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete, SCC*), penilaian mengenai kelecakan (*workability*) harus dilakukan melalui uji *slump flow*, kecuali ditentukan untuk umur-umur yang lain oleh pengawas pekerjaan. Kecuali ditentukan lain, rancangan campuran harus memiliki standar deviasi rencana (*Sr*) antara 2,5 MPa sampai 8,5 MPa. Untuk jenis pekerjaan beton yang lain, sifat-sifat mekanik beton selain kuat tekan juga penting untuk diketahui. Penyedia jasa wajib menyerahkan data tersebut kepada pengawas pekerjaan.

#### 2.2.3.1 Perhitungan Komposisi

Campuran beton didesain untuk kekuatan rencana (*target*) yang melebihi kekuatan karakteristik yang disyaratkan. Kekuatan rencana dipilih dengan mempertimbangkan derajat pengendalian mutu yang dapat diharapkan oleh penyedia jasa terhadap material dan penanganan beton di lapangan.

a. Pemilihan Kekuatan yang Diharapkan (Target)

b. Pemilihan Perbandingan (Rasio) Air/Semen

Perbandingan air/semen biasanya dalam perbandingan menurut berat. Pemilihan rasio air/semen sebagai dasar untuk merancang campuran beton melibatkan pertimbangan akan derajat *exposure* yang akan diperlakukan pada beton, dengan harus rapat air, dan persyaratan kekuatan dari bangunan terpenuhi. Karena kekuatan tinggi sekarang dapat diperoleh dengan semen *portland*, kekuatan yang memadai akan didapat jika persyaratan penampakan (*exposure*) dipenuhi. Dengan alasan ini langkah pertama dalam mendesain suatu campuran adalah memilih rasio air/semen yang perlu untuk memenuhi derajat *exposure* tersebut. Jika kekuatan yang disyaratkan lebih tinggi dari yang dapat diharapkan dari rasio air/semen ini, maka harus dipilih suatu rasio yang mendekati persyaratan kekuatan ini.

c. Konsistensi (Kekentalan) Beton

Sebagai alternatif, dengan jumlah tertentu dari pasta semen, lebih banyak agregat yang dipakai dalam campuran kental daripada dalam campuran cair.

Konsekuensinya campuran kental lebih hemat dalam arti biaya bahan, daripada campuran cair.

Campuran kental akan mempersulit pemadatan beton secara efektif dan bila campuran terlalu kental maka biaya pengecoran dapat mengimbangi penghematan yang terjadi pada material. Campuran beton harus selalu mempunyai konsistensi dan kemampuan pengerjaan yang sesuai dengan kondisi pekerjaan. Jadi, bagian-bagian tipis dan bagian yang banyak penulangannya akan lebih banyak memerlukan campuran cair daripada bagian-bagian besar dengan sedikit penulangan.

d. Penentuan Proporsi Agregat

Ketiga unsur penting dari beton adalah air, semen dan agregat. Sejauh ini rasio air terhadap semen telah ditetapkan untuk mendapatkan kekuatan dan ketahanan yang ditentukan. Langkah selanjutnya dalam menentukan proporsi adalah menetapkan kuantitas tepat tiap unsur dalam satu meter kubik beton.

### 2.2.3.2 Percobaan Campuran Beton

Sebelum dilakukan pengecoran, penyedia jasa harus membuat campuran percobaan menggunakan proporsi campuran hasil rancangan campuran serta bahan yang diusulkan, dengan disaksikan oleh pengawas pekerjaan, yang menggunakan jenis instalasi dan peralatan yang sama seperti yang akan digunakan untuk pekerjaan (serta sudah memperhitungkan waktu pengangkutan dll). Dalam kondisi beton basah, adukan beton harus memenuhi syarat kelecakan (nilai *slump*) yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dari hasil campuran percobaan harus mencapai kekuatan minimum 90 % dari nilai kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan dalam rancangan campuran beton (*mix design*) umur 7 hari. Bilamana hasil pengujian beton berumur 7 hari dari campuran percobaan tidak menghasilkan kuat tekan beton yang disyaratkan, maka penyedia jasa harus melakukan penyesuaian campuran dan mencari penyebab ketidak sesuaian tersebut, dengan meminta saran tenaga ahli yang kompeten di bidang beton untuk kemudian melakukan percobaan campuran kembali sampai dihasilkan kuat tekan beton di lapangan yang sesuai dengan persyaratan. Bilamana percobaan campuran beton telah sesuai dan disetujui oleh pengawas pekerjaan, maka penyedia jasa boleh melakukan

pekerjaan pencampuran beton sesuai dengan formula campuran kerja (*Job Mix Formula*, JMF) hasil percobaan campuran.

### 2.2.3.3 Pengujian Beton Basah

Beton basah adalah campuran beton yang telah selesai diaduk sampai beberapa saat karakteristiknya tidak berubah (masih plastis dan belum terjadi pengikatan awal)

#### a. Pengambilan Contoh Uji

Pengambilan contoh uji komposit bagian pertama dan terakhir diambil dalam selang waktu tidak lebih dari 15 menit.

1. Masing-masing contoh uji beton basah diangkut ke tempat pengujian atau pada benda-benda uji yang dicetak. Contoh-contoh uji harus dikombinasikan dan dicampur kembali dengan sekop sesuai waktu minimum yang disyaratkan pada sub bab 2.2.3.3.a.2 untuk menjamin keseragamannya.
2. Untuk uji *slump* atau uji kadar udara, atau keduanya, dilakukan dalam 5 menit setelah memperoleh bagian akhir contoh uji komposit beton basah. Selesaikan pengujian-pengujian ini secara cepat dan efisien, baru mulai mencetak benda-benda uji untuk pengujian kekuatan dalam waktu 15 menit setelah pengambilan contoh uji beton basah.

Pembuatan benda uji harus dilakukan secepat mungkin, selanjutnya lindungi benda uji tersebut dari pengaruh matahari langsung, angin, dan pengaruh lain yang dapat menimbulkan penguapan cepat, serta terjadinya kontaminasi yang dapat mempengaruhi mutu beton.

#### b. Prosedur

##### 1. Volume contoh uji

Volume contoh uji yang diperlukan untuk pengujian kekuatan minimum 28 L atau sesuai dengan kebutuhan pengujian seperti tercantum dalam tabel dibawah ini.

Volume contoh uji lebih kecil dapat diijinkan untuk pengujian-pengujian kadar udara dan *slump*, tetapi volume minimum harus ditentukan berdasarkan ukuran agregat maksimum dalam adukan yang dikorelasikan ke dalam berat.

**Tabel 2.15 - Volume pengambilan contoh uji beton basah**

No	Jenis Pengujian	Volume contoh uji (Liter)
1	<i>Slump</i>	12
2	Berat jenis	12
3	Kadar udara	12
4	Kuat tekan (3 buah contoh uji)	28
5	Kuat lentur (3 buah contoh uji)	28
6	Kuat tarik (3 buah contoh uji)	28
7	Modulus elastisitas (3 buah contoh uji)	28

## 2. Prosedur pengambilan contoh uji

Prosedur pengambilan contoh uji dapat didasarkan atas beberapa faktor yang akan menghasilkan contoh uji yang benar-benar mewakili (representatif) sebagai berikut:

- a). Pengambilan contoh uji dilakukan sebelum beton dipindahkan dari *mixer* ke alat angkut menuju ke tempat pengecoran beton;
- b). Pada setiap *batch*, contoh uji hanya boleh diambil saat penuangan telah mencapai 10% dan sebelum mencapai 90%.

### 1). Pengambilan contoh uji dari *mixer stasioner*

Contoh uji beton diperoleh dengan menggabungkan dua atau lebih bagian tengah dari setiap *batch* saat penuangan pada selang waktu tertentu. Bagian-bagian ini didapatkan dalam batas waktu yang disyaratkan sesuai pasal 5. Satu jenis contoh uji dibentuk dari gabungan beberapa kali pengambilan dan semua contoh uji diaduk kembali menjadi satu hingga homogen. Bila penuangan terlalu cepat, pengambilan contoh uji harus menggunakan wadah yang cukup besar agar seluruh adukan tertampung untuk menghindari segregasi.

Aliran campuran yang ke luar dari *mixer* harus dijaga sehingga tidak tertahan oleh wadah yang dapat menyebabkan terjadinya segregasi, terutama untuk *mixer* dengan pengungkit maupun tanpa pengungkit.

### 2). Pengambilan contoh uji dari *paving-mixer* (penghampar)

Contoh-contoh uji didapatkan dari paling sedikit 5 titik/tempat berbeda dan kemudian digabungkan dalam satu contoh uji untuk pengujian. Hindari contoh uji tercampur dengan bahan lain yang terdapat pada lantai kerja atau kontak terlalu lama dengan lantai kerja yang menyerap air.

Untuk menghindari kontaminasi atau absorpsi dari contoh uji beton dengan lantai kerja, dapat ditempatkan 3 wadah tipis pada lantai kerja dan menuangkan ke dalam sebuah wadah contoh uji yang selanjutnya digabungkan. Wadah yang digunakan harus stabil di atas lantai kerja untuk mencegah perpindahan selama penuangan serta mempunyai ukuran yang dapat menampung volume contoh uji gabungan, sesuai dengan ukuran agregat maksimum.

### 3). Pengambilan contoh uji dari *truck mixer* atau *agrigator*

Contoh uji diambil sebanyak 2 kali atau lebih pada selang waktu yang teratur selama penuangan dari bagian tengah setiap *batch* dan digabungkan menjadi satu untuk pengujian.

Contoh uji tidak boleh diambil bila terjadi penambahan air ke dalam *mixer* dan juga tidak boleh diambil dari bagian pertama atau terakhir dari penuangan tiap *batch*. Contoh uji diambil secara berulang kali melalui suatu penuangan ke dalam bak penampung atau langsung masuk ke dalam suatu wadah contoh uji. Kecepatan penuangan dari tiap *batch* diatur berdasarkan kecepatan putaran *drum mixer* dan bukan dengan ukuran bukaan pintu pengeluaran.

- 4). Pengambilan Contoh Uji dari *truck mixer* yang bagian atasnya terbuka dengan agigator, tanpa agigator, atau tipe kontainer-kontainer lainnya yang bagian atasnya terbuka

Pengambilan contoh uji seperti prosedur-prosedur yang dijelaskan dalam sub bab 2.2.3.3.b.2.b).1), 2.2.3.3.b.2.b).2), atau 2.2.3.3.b.2.b).3).

- c. Prosedur Tambahan untuk Beton yang Mempunyai Ukuran Agregat Lebih Besar dari Ukuran Nominal

1. Umum

Bila beton mengandung ukuran agregat lebih besar dari ukuran agregat nominal, maka penyaringan basah harus dilakukan seperti dijelaskan di bawah ini, kecuali pengujian bobot isi untuk perhitungan jumlah campuran total harus dilakukan sesuai kondisi asli.

2. Peralatan

- a). Saringan standar

Saringan yang digunakan harus sesuai ketentuan ASTM E 11.

- b). Peralatan saringan basah

Peralatan untuk penyaringan basah harus saringan standar dengan ukuran sesuai sub bab 2.2.3.3.c.2.a) dan diatur serta ditempatkan sedemikian, hingga seseorang dapat menyaring secara cepat, baik dengan tangan atau mekanikal (alat).

Biasanya gerakan horizontal akan menghasilkan hasil yang lebih baik dan lebih disukai. Peralatan harus mampu secara cepat dan efektif memindahkan ukuran agregat yang memenuhi persyaratan.

- c). Alat bantu

Beberapa alat bantu yang dibutuhkan dalam penyaringan basah seperti sekop, sendok aduk, sendok bahan, dan sarung tangan.

3. Prosedur penyaringan basah

Setelah pengambilan contoh uji beton basah, lakukan penyaringan contoh uji dengan saringan standar dan tampung/pindahkan dalam sebuah wadah serta buang bagian agregat yang tertahan. Pekerjaan ini harus dilakukan sebelum menggabungkan/ mencampur kembali contoh uji ke dalam suatu wadah. Goyang atau getarkan saringan dengan tangan atau alat mekanikal sampai lolos pada ukuran saringan standar. Mortar yang menempel pada agregat yang tertahan di atas saringan tidak harus dihilangkan sebelum agregat dibuang.

Masukkan contoh uji beton secukupnya ke dalam saringan sedemikian sehingga setelah menyaring tebal lapisan agregat yang tertahan tidak boleh lebih tinggi dari butiran maksimum agregat kasar. Campuran beton yang lolos saringan ditampung dalam suatu wadah yang mempunyai ukuran sesuai, bersih, lembab dan permukaan tidak menyerap. Setelah memisahkan bagian butir agregat terbesar dengan menyaring basah, aduk kembali contoh uji dengan sekop untuk menjamin keseragaman dengan volume yang dibutuhkan (sesuai dengan Tabel 2.15) dan selanjutnya lakukan pengujian dengan segera.



#### 2.2.3.4 Pembuatan Benda Uji

Persyaratan persiapan material, pencampuran beton serta pembuatan dan perawatan benda uji beton dalam kondisi laboratorium. Ketentuan semen *portland* ini didasarkan pada SNI 2493:2011.

##### a. Peralatan

##### 1. Cetakan

##### a). Umum

Cetakan benda uji yang bersentuhan dengan beton harus terbuat dari baja, besi tuang atau bahan kedap lainnya, non reaktif terhadap beton yang mengandung semen *portland* (sejenis) atau semen hidrolis lainnya. Cetakan harus sesuai dengan dimensi dan toleransi yang disyaratkan dalam metode, untuk benda uji yang diinginkan. Cetakan harus tetap pada ukuran dan bentuknya di berbagai kondisi penggunaan yang berkali-kali. Kekedapan cetakan selama penggunaan harus dibuktikan dengan kemampuan menampung air yang dituangkan ke dalamnya. Penutup yang sesuai, seperti pelumas kental, tanah liat atau lilin Kristal mikro, harus digunakan untuk kebutuhan pencegahan terhadap kebocoran pada sambungan. Alat pengikat harus disediakan untuk mencengkram pelat dasar terhadap cetakan secara kaku. Sebelum penggunaan, cetakan yang digunakan berulang harus dilapisi tipis dengan oli mineral atau bahan non reaktif yang sesuai.

##### b). Cetakan silinder

##### 1). Cetakan untuk membuat benda uji secara vertikal.

Cetakan harus disesuaikan dengan persyaratan pada 4.1 dari AASTHO M 205.

##### 2). Cetakan mendatar untuk silinder uji rangkai.

Cetakan harus sesuai dengan persyaratan pada 4.1 dan persyaratan kelurusan dan toleransi pada 4.1.2 dari AASTHO M 205. Penggunaan silinder mendatar dimaksudkan hanya untuk benda uji rangkai yang mengandung alat ukur regangan.

Alat ukur regangan ini dipasang secara axial atau sejajar sumbu axial. Cetakan silinder rangkai yang akan diisi, harus memiliki lubang pengisi untuk menerima beton yang sejajar dengan sumbu cetakan, menerus sepanjang cetakan. Cetakan silinder rangkai yang akan diisi ini dalam kondisi ditopang pada posisi mendatar. Jika diperlukan, tepi-tepi lubang harus diperkuat untuk memelihara kestabilan dimensi. Kecuali bila benda uji akan dikaping (penutup permukaan benda uji supaya rata) ataupun digerinda (untuk menghasilkan permukaan ujung yang datar), cetakan harus tersedia dua mesin pelat ujung logam dengan ketebalan setidaknya 25 mm dan permukaan kerja harus sesuai dengan kerataan dan kekasaran permukaan pada sub bab 4.1 dari AASTHO T 231. Peralatan harus dilengkapi pengaku untuk memasang kedua ujung pelat secara kaku ke cetakan. Permukaan dalam pada setiap ujung pelat harus dilengkapi sedikitnya tiga pengaku sepanjang kira-kira 25 mm, dengan kaku disambungkan ke pelat untuk pelekatan pada beton. Satu pelat dasar

harus dilubangi dari dalam, pada suatu sudut, untuk memungkinkan kawat tembaga dari pengukur regangan keluar dari benda uji melalui tepi pelat. Peralatan harus dibuat untuk penempatan pengukur regangan secara tepat. Semua lubang yang diperlukan harus sekecil mungkin untuk mengurangi gangguan pengukuran regangan yang berurutan dan harus ditutupi untuk menghindari kebocoran.

## 2. Tongkat penusuk

Dua ukuran tongkat penusuk masing-masing berupa tongkat baja yang lurus dengan ujung penusuk yang dibulatkan setengah bola, dengan diameter yang sama dengan diameter tongkat. Kedua ujung dapat dibulatkan jika diinginkan.

### a). Tongkat yang lebih besar.

Diameter 16 mm dan panjang kira-kira 610 mm.

### b). Tongkat yang lebih kecil.

Diameter 10 mm dan panjang kira-kira 305 mm.

## 3. Palu karet

Sebuah palu karet, dengan berat  $0,6 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$ .

## 4. Alat penggetar

Penggetar internal dapat memiliki tangkai yang kaku ataupun lentur, lebih baik yang menggunakan motor listrik. Frekuensi penggetar saat digunakan harus sedikitnya 7000 getaran atau putaran per menit. Diameter luar atau dimensi sisi elemen penggetar harus sedikitnya 20 mm dan tidak boleh lebih besar dari 40 mm. Gabungan panjang tangkai dan elemen getar harus melampaui tinggi maksimum bagian yang digetar sedikitnya 75 mm.

Penggetar eksternal dapat terdiri dari 2 jenis, meja atau lempeng. Frekuensi penggetar eksternal tidak boleh kurang dari 3600 getaran per menit, dan lebih besar lebih baik. Untuk penggetar meja maupun lempeng, harus dibuat perlengkapan untuk mengapitkan cetakan pada alat penggetar secara baik. Alat ukur takometer harus digunakan untuk mengukur frekuensi getaran.

## 5. Peralatan kecil

Peralatan seperti sekop besar, wadah, sendok beton, perata kayu, sendok beton tumpul, alat pelurus, alat ukur pengisi, sekop kecil, penggaris, sarung tangan karet, wadah pencampur metal harus disediakan.

## 6. Alat pengukur *slump*

Alat untuk mengukur *slump* harus sesuai dengan persyaratan SNI 03-1972-1990.

## 7. Wadah pengambilan contoh dan wadah pencampuran

Wadah harus terbuat dari logam berat dengan dasar yang rata, kedap air, dengan kedalaman yang cukup, dan berkapasitas cukup untuk memungkinkan pencampuran dengan mudah dengan sekop atau sendok beton ke seluruh campuran; atau jika diaduk dengan mesin. Wadah harus mampu menampung semua campuran dari pencampur dan memungkinkan pengadukan kembali di dalam wadah dengan sendok beton atau sekop.

8. Peralatan saringan basah

Jika diperlukan untuk mengukur kadar udara, penyaringan basah harus dilakukan sesuai dengan persyaratan SNI 03-2458-1991.

9. Peralatan untuk mengukur kadar udara

Peralatan untuk mengukur kadar udara harus sesuai dengan persyaratan SNI 03-3418-1994.

10. Timbangan

Timbangan untuk menimbang bahan dan beton harus tepat dalam ketelitian 0,3% dari uji beban pada setiap titik dalam rentang penggunaannya.

11. Pengadukan beton

Pengaduk beton harus berupa sebuah drum berputar yang dijalankan oleh tenaga penggerak, pencampur miring, atau pan berputar yang tepat atau pengaduk berputar.

Pengaduk beton ini mampu mencampur bahan secara menyeluruh dari ukuran yang ditentukan sebelumnya, pada *slump* yang diinginkan.

b. Benda Uji

1. Benda uji silinder

Silinder untuk beberapa pengujian seperti pengujian kuat tekan beton, modulus elastisitas, rangkai, kuat tarik belah dapat terdiri dari berbagai ukuran dengan diameter minimum 50 mm dan panjang 100 mm. Jika diinginkan korelasi ataupun perbandingan dengan silinder yang dibuat di lapangan (SNI 03-4810-1998), silinder harus mempunyai diameter 150 mm, panjang 300 mm. Jika tidak, dimensi harus ditentukan sesuai sub bab 2.2.3.4.2.d) dan spesifikasi metode pengujian perlu dipertimbangkan.

Benda uji silinder untuk pengujian selain uji rangkai, harus dicetak dan memungkinkan dapat mengeras dalam sumbu silinder vertikal.

Benda uji silinder untuk uji rangkai, dapat dicetak pada sumbu silinder yang vertikal maupun horizontal dan memungkinkan untuk mengeras pada posisi searah pencetakan.

2. Perbandingan ukuran benda uji dan ukuran agregat

Diameter benda uji silinder atau dimensi penampang melintang minimum benda uji persegi, sedikitnya harus tiga kali ukuran maksimum nominal agregat kasar dalam beton. Partikel agregat yang kadangkala melebihi ukuran (ukuran yang tidak normal dapat ditemui pada gradasi agregat rata-rata), harus dibuang dengan tangan yang diambil saat pencetakan benda uji. Bila beton mengandung agregat yang lebih besar dari yang diinginkan untuk ukuran cetakan atau peralatan yang digunakan, saring dengan cara basah benda uji seperti yang diuraikan dalam SNI 03-2458-1991.

3. Jumlah benda uji

Jumlah benda uji dan jumlah campuran pengujian tergantung pada kebiasaan dan sifat program pengujian. Tuntunan biasanya diberikan dalam metode pengujian

atau spesifikasi untuk benda uji yang dibuat. Biasanya tiga atau lebih benda uji dicetak untuk masing-masing umur pengujian dan kondisi pengujian, kecuali cara lain ditentukan. Benda uji yang melibatkan variabel yang telah ditentukan, harus dibuat dari tiga campuran terpisah yang dicampur pada hari yang berbeda. Jumlah benda uji yang sama untuk masing-masing variabel harus dibuat pada hari yang telah ditentukan. Bila tidak memungkinkan untuk membuat sedikitnya satu benda uji untuk masing-masing ragam pada hari yang ditentukan, campuran seluruh seri benda uji harus diselesaikan dalam jumlah hari sesedikit mungkin, dan satu dari campuran harus diulang masing-masing hari sebagai standar perbandingan.

### c. Persiapan Bahan

#### 1. Temperatur

Sebelum mencampur beton, kondisikan bahan beton pada temperatur ruang dalam rentang 20°C sampai dengan 30°C sesuai dengan ASTM E 171, kecuali disyaratkan lain.

#### 2. Semen

Simpan semen pada tempat yang kering, dalam wadah tahan lembab, sebaiknya yang terbuat dari bahan logam. Semen harus dicampur merata untuk memberikan keseragaman ke seluruh pengujian. Semen harus lolos saringan No. 20 (850- $\mu$ m) atau saringan yang lebih halus untuk menghilangkan gumpalan, dicampur kembali pada lembaran kertas kedap air atau plastik, dan kembalikan ke wadah benda uji.

#### 3. Agregat

Dalam rangka menghindari pemisahan pada agregat kasar, pisahkan ke dalam kelompok ukuran individu dan untuk masing-masing campuran gabungkan kembali pada perbandingan yang tepat untuk menghasilkan gradasi yang diinginkan.

a). Kecuali agregat halus dipisahkan ke dalam kelompok ukuran, pertahankan agregat halus dalam kondisi lembab atau kembalikan ke kondisi lembab hingga saat penggunaannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari pemisahan. Kecuali bahan yang tergradasi secara seragam dibagi ke dalam kelompok ukuran takaran menggunakan pembagi contoh dengan bukaan ukuran yang tepat. Jika gradasi yang tidak umum sedang diselidiki, agregat halus harus dikeringkan terlebih dahulu dan dipisahkan ke dalam ukuran-ukuran individu. Dalam hal ini, jika kuantitas total agregat halus yang diinginkan lebih besar dari yang dapat dicampur secara efisien dalam unit tunggal, lalu kelompok ukuran gradasi tunggal harus ditimbang dalam jumlah yang diinginkan untuk masing-masing takaran individu.

Bila kuantitas total agregat halus yang diperlukan untuk pemeriksaan menyeluruh secara seksama, agregat halus dapat diaduk, dicampur, dan disimpan pada kondisi lembab, lalu agregat tersebut harus ditangani dengan baik. Tetapkan berat jenis dan peresapan agregat sesuai dengan SNI 03-1969-1990 atau SNI 03-1970-1990.

b). Sebelum mencampurkan sebagai bahan beton, siapkan agregat untuk menjamin kondisi kelembaban batas dan seragam. Tetapkan berat agregat yang digunakan dalam campuran dengan satu dari cara-cara berikut:

- 1). Timbang massa agregat penyerapan-rendah (penyerapan kurang dari 1%) pada kondisi kering ruangan, dengan kelonggaran dibuat untuk jumlah air yang akan diserap oleh beton yang belum mengikat. Cara ini berguna terutama untuk agregat kasar yang harus ditakar sebagai ukuran individu, karena bahaya segregasi. Hal ini hanya berlaku untuk agregat halus yang dipisah ke dalam kelompok ukuran individu;
- 2). Kelompok ukuran individu agregat dapat ditimbang secara terpisah, digabung ke dalam wadah yang telah diketahui beratnya dalam jumlah yang diperlukan untuk campuran, dan rendam selama 24 jam sebelum penggunaan. Setelah perendaman, air yang berlebihan dipisahkan, dan berat gabungan agregat dan air pencampur ditetapkan. Kelonggaran harus dibuat untuk jumlah air yang diserap agregat. Kadar air agregat dapat ditetapkan sesuai dengan SNI 13-6717-2002 dan SNI 03-1971-1990;
- 3). Agregat dapat dibawa dan dirawat dalam kondisi jenuh, dengan air permukaan yang terkandung cukup kecil untuk menghindari kehilangan oleh pengeringan, setidaknya 24 jam sebelum penggunaan. Bila metode ini digunakan, kadar air agregat harus ditetapkan untuk memungkinkan perhitungan jumlah yang baik agregat lembab.  
Kuantitas air permukaan yang ada harus dihitung sebagai bagian dari jumlah air pencampur yang dibutuhkan. Air permukaan agregat halus dapat ditetapkan menurut SNI 13-6717-2002 dan SNI 03-1971-1990, dengan membuat kelonggaran untuk jumlah air yang diserap. Metode yang diuraikan di sini (kadar air sedikit lebih besar dari penyerapan) bermanfaat terutama untuk agregat halus. Hal ini tidak terlalu sering digunakan untuk agregat kasar karena kesulitan menetapkan kadar air secara tepat, tapi jika digunakan, masing masing kelompok harus dikerjakan secara terpisah untuk menjamin gradasi yang tepat;
- 4). Agregat halus atau agregat kasar, dapat dibawa dan dirawat dalam kondisi jenuh kering permukaan (JKP) sampai saat ditimbang untuk penggunaan. Metode ini terutama digunakan untuk menyiapkan bahan untuk takaran yang tidak melebihi 7 Liter. Perhatian harus diberikan agar pengeringan tidak terjadi selama penimbangan dan penggunaan.

#### 4. Agregat ringan

Tata cara untuk pengujian berat jenis, peresapan, dan persiapan agregat yang diuraikan dalam standar ini merujuk ke bahan dengan nilai penyerapan normal. Agregat ringan, slag yang didinginkan dengan udara, dan agregat alam yang secara pasti memiliki pori yang tinggi dan berongga dapat demikian menyerap sehingga sulit untuk diperlakukan seperti yang diuraikan di atas. Kadar air agregat ringan saat dicampur dapat memiliki pengaruh yang penting pada sifat-sifat beton basah dan keras seperti kehilangan *slump*, kuat tekan dan ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan.

#### 5. Bahan tambahan

Bahan tambahan yang dimaksud adalah bahan tambah serbuk yang sama sekali atau sangat tidak mudah larut, (yang tidak mengandung garam yang memiliki kecenderungan menyerap air dari udara dan yang dicampurkan dalam jumlah

kecil), harus dicampur dengan sebagian semen sebelum dimasukkan ke dalam campuran, untuk menjamin penyebaran yang merata keseluruhan campuran.

Terutama, bahan sulit-larut yang digunakan dalam jumlah melampaui 10% berat semen, seperti pozzolan, harus ditangani dan ditambahkan ke dalam campuran dengan cara yang sama seperti semen.

Bahan tambahan serbuk yang kurang larut tapi memiliki garam yang bersifat menyerap air dapat menyebabkan penggumpalan semen dan harus dicampur dengan pasir.

Bahan tambahan yang larut dalam air atau berupa cairan harus ditambahkan ke dalam pengaduk dalam bentuk cair dan dalam air pencampur. Kuantitas cairan yang demikian harus diikutsertakan dalam perhitungan kadar air beton.

Bahan tambahan, yang tidak sesuai dengan bentuk terkonsentrasi, seperti kalsium klorida dan bahan tambahan penambah udara atau pemerlambat pengikatan, tidak boleh dicampurkan sebelum ditambahkan ke dalam beton.

Waktu, urutan dan metode penambahan beberapa bahan tambahan ke campuran beton dapat berpengaruh penting pada sifat-sifat beton seperti waktu pengikatan dan kadar udara.

Metode yang dipilih harus tetap tidak berubah dari campuran ke campuran dan harus menggambarkan pelaksanaan di lapangan yang baik.

#### d. Cara Pembuatan Beton

##### 1. Pengadukan beton

###### a). Umum

Campur beton dalam pencampur yang sesuai atau dengan tangan dalam takaran dan ukuran yang sedemikian rupa sehingga menyisakan 10% kelebihan setelah pencetakan benda uji. Cara pencampuran dengan tangan tidak dapat digunakan untuk beton yang mengandung bahan tambah udara atau beton dengan *slump* yang tidak dapat diukur.

Pengadukan dengan tangan harus dibatasi untuk takaran 0,007 m<sup>3</sup> atau kurang. Tata cara pencampuran dijelaskan pada sub bab 2.2.3.4.d.1.b) dan sub bab 2.2.3.4.d.1.c). Akan tetapi, tata cara lainnya dapat digunakan bila diinginkan untuk menggambarkan kondisi atau pelaksanaan khusus, atau bila tata cara yang disyaratkan tidak dapat dilaksanakan. Tata cara pencampuran dengan mesin cocok untuk pencampur tipe drum. Penting untuk tidak merubah urutan pencampuran dan tata cara dari campuran ke campuran kecuali pengaruh perubahan sedang diselidiki.

###### b). Pengadukan mesin

Sebelum memulai pengadukan, masukkan agregat kasar, sebagian air pencampur, dan cairan bahan tambah, bila diperlukan, sesuai dengan yang diterangkan pada 2.2.3.4.c.5. Bila memungkinkan, sebarkan bahan tambah merata ke dalam air pencampur sebelum penambahan. Hidupkan pengaduk, lalu tambahkan agregat halus, semen, dan air dalam kondisi mesin berputar. Jika tidak memungkinkan bagi pengaduk tertentu atau bagi pengujian tertentu untuk memasukkan agregat halus, semen dan air saat pengaduk berputar,

bahan-bahan tersebut dapat ditambahkan ke pengaduk yang berhenti setelah membiarkannya berputar beberapa putaran setelah pengisian agregat kasar dan sebagian air. Aduk beton, setelah semua bahan berada dalam adukan, selama tiga menit diikuti dengan tiga menit berhenti, dilanjutkan dengan pengadukan terakhir selama dua menit. Tutup bukaan atau bagian atas pengaduk untuk menghindari penguapan selama masa berhenti. Perhitungkan penggantian mortar yang tertahan pada pengaduk sehingga campuran yang ditumpahkan akan memiliki perbandingan secara tepat.

Untuk menghindari pemisahan, letakkan beton yang diaduk mesin dalam wadah pengaduk lembab dan kering dan aduk kembali dengan sekop atau pengaduk beton hingga terlihat seragam.

c). Pengadukan dengan tangan

Aduk campuran dalam wadah metal kedap air, bersih, lembab, pan baja atau mangkok, dengan sekop tumpul, dengan mengikuti cara berikut, bila agregat sudah dipersiapkan sesuai dengan sub bab 2.2.3.4.c.3.b).1), 2.2.3.4.c.3.b).3) dan 2.2.3.4.c.3.b).4).

- 1). Aduk semen, bahan tambahan serbuk yang tak larut dalam air, jika digunakan, dan agregat halus tanpa menambahkan air hingga semuanya tercampur dengan seksama.
- 2). Tambahkan agregat kasar dan aduk semua campuran tanpa penambahan air hingga agregat kasar tersebar secara seragam ke seluruh adukan.
- 3). Tambahkan air, dan cairan bahan tambahan jika digunakan, dan aduk campuran hingga beton tampak seragam dan memiliki konsistensi yang diinginkan. Jika pengadukan perlu diperpanjang karena penambahan air bertahap untuk pengaturan konsistensi, buang campuran dan buat campuran baru dimana pengadukan tidak terganggu untuk membuat pengujian konsistensi percobaan.

d). Beton yang diaduk

Pilih bagian campuran beton yang akan digunakan dalam pengujian untuk pencetakan benda uji sedemikian sehingga mewakili perbandingan dan kondisi sesungguhnya. Bila beton tidak sedang diaduk kembali atau diambil contoh uji, tutup untuk menghindari penguapan.

2. *Slump*, kadar udara, produksi dan temperatur

a). *Slump*

Ukur *slump* masing-masing campuran beton segera setelah selesai pengadukan sesuai dengan SNI 03-1972-1990.

b). Kadar udara

Tetapkan kadar udara, bila diinginkan sesuai dengan SNI 03-3418-1994 dan tidak boleh dilakukan untuk beton yang dibuat dengan agregat ringan, slag yang didinginkan dengan udara, atau agregat berpori tinggi. Buang beton yang digunakan untuk penetapan kadar udara.

c). Produksi

Tetapkan produksi masing-masing campuran beton, jika diinginkan sesuai dengan SNI 031973-1990. Beton yang digunakan untuk pengujian *slump* dan produksi dapat dikembalikan ke wadah pengaduk dan dicampurkan kembali ke adukan.

d). Temperatur

Tetapkan temperatur masing-masing campuran sesuai dengan ASTM C 1064.

3. Pembuatan Benda Uji

a). Penempatan Cetakan

Cetak benda uji sedekat mungkin ke tempat penyimpanan selama 24 jam pertama. Jika tidak memungkinkan untuk mencetak benda uji dekat tempat penyimpanan, pindahkan benda uji ke tempat penyimpanan sesegera mungkin setelah diratakan. Letakkan cetakan pada permukaan kaku, bebas dari getaran dan gangguan lainnya. Hindarkan dari gangguan, benturan atau goresan permukaan benda uji saat pemindahan benda uji ke tempat penyimpanan.

b). Penempatan benda uji

Tempatkan beton ke dalam cetakan menggunakan sekop beton tumpul. Pilih penyendokan beton dari wadah pengaduk untuk menjamin bahwa beton merupakan perwakilan dari campuran. Mungkin perlu untuk mengaduk kembali beton dalam wadah pengaduk dengan sekop untuk menghindari segregasi selama pencetakan benda uji. Gerakan sekop sekeliling sisi atas cetakan saat beton diisikan untuk meyakinkan penyebaran beton secara merata dan untuk mengurangi segregasi agregat kasar dalam cetakan. Selanjutnya sebar beton dengan menggunakan tongkat penusuk sebelum mulai pemadatan. Pada penempatan lapisan terakhir operator harus mencoba untuk menambah jumlah beton yang akan mengisi secara tepat cetakan setelah dipadatkan. Jangan tambahkan benda uji yang tidak mewakili ke cetakan yang sedang diisi.

1). Jumlah lapisan

Buat benda uji dengan lapisan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.16 dibawah ini

**Tabel 2.16 - Jumlah lapisan yang diperlukan untuk benda uji**

Tipe, ukuran dan kedalaman benda uji (mm)	Model Pemadatan	Jumlah Lapisan	Perkiraan tebal lapisan (mm)
Silinder: - Sampai dengan 300 - Lebih dari 300 - Sampai dengan 460 - Lebih dari 460	Tongkat penusuk Tongkat penusuk Penggetar Penggetar	3 lapis yang sama sebanyak keperluan 2 lapis yang sama 3 lapis atau lebih	100 sedekat mungkin 200 sedekat mungkin
Prisma dan silinder rangkai mendatar: - Sampai dengan 200 - Lebih dari 200 - Sampai dengan 200	Tongkat penusuk Tongkat penusuk	2 lapis yang sama 2 lapis atau lebih 1 lapis	100 sedekat mungkin



Tipe, ukuran dan kedalaman benda uji (mm)	Model Pemadatan	Jumlah Lapisan	Perkiraan tebal lapisan (mm)
- Lebih dari 200	Penggetar Penggetar	3 lapis atau lebih	200 sedekat mungkin

#### 4. Pemadatan

##### a). Metode pemadatan

Persiapan contoh benda uji yang sempurna memerlukan metode pemadatan yang berbeda. Metode pemadatan adalah penumbukan dan penggetaran dalam atau luar. Dasarkan pemilihan metode pemadatan pada *slump*, kecuali metode ditetapkan pada spesifikasi yang mengatur pekerjaan dilakukan. Tumbuk beton yang memiliki nilai *slump* lebih besar dari 75 mm. Tumbuk atau getarkan beton yang memiliki nilai *slump* 25 mm sampai dengan 75 mm.

Padatkan dengan penggetar untuk beton dengan *slump* kurang dari 25 mm. Jangan gunakan penggetar dalam untuk silinder berdiameter 100 mm atau kurang, dan balok atau prisma dengan sisi atau kedalaman 100 mm atau kurang.

##### b). Penumbukan

Tempatkan beton dalam cetakan, dalam jumlah lapisan yang diinginkan dengan volume yang hampir sama. Tumbuk masing-masing lapisan dengan tongkat yang ujungnya bulat menggunakan jumlah tumbukan. Ukuran tumbukan yang disyaratkan pada tabel 2.17.

Tumbuk lapisan paling bawah sampai ke ketebalan lapisannya. Sebarkan tumbukan secara seragam ke seluruh penampang cetakan dan untuk lapisan yang lebih atas biarkan tumbukan masuk kira-kira 12 mm ke dalam lapisan yang di bawahnya bila tebal lapisan kurang dari 10 mm dan kira-kira 25 mm bila tebal lapisan 10 mm atau lebih. Setelah setiap lapisan ditusuk, ketok bagian luar cetakan pelan-pelan 10 kali sampai dengan 15 kali dengan tongkat karet untuk merapatkan setiap lubang yang tersisa oleh tumbukan dan untuk membuang setiap kantong udara besar yang mungkin terperangkap. Gunakan tangan terbuka untuk mengetok cetakan ringan sekali pakai yang peka terhadap kerusakan bila diketok dengan palu karet. Setelah pengetokan, bersihkan beton sepanjang sisi dan ujung cetakan balok dan prisma dengan sendok beton atau alat lainnya yang sesuai.

**Tabel 2.17 - Diameter tongkat penumbuk dan jumlah tumbukan yang digunakan pada pencetakan benda uji**

Silinder		
Diameter silinder (mm)	Diameter penumbuk (mm)	Jumlah tumbukan per lapisan
50 sampai dengan < 150	10	25
150	16	25
200	16	50
250	16	75

c). Penggetaran

Pertahankan lama penggetaran standar untuk jenis beton, penggetar, dan cetakan benda uji tertentu yang digunakan. Lama getaran yang dibutuhkan akan tergantung pada tingkat kemudahan pengerjaan beton dan keefektifan penggetar. Biasanya penggetaran diterapkan hingga permukaan beton sudah menjadi relatif licin. Lanjutkan penggetaran hanya secukupnya untuk mencapai pemadatan beton yang mencukupi. Kelebihan penggetaran dapat menimbulkan pemisahan. Isi cetakan kemudian getar pada jumlah lapisan yang mendekati sama sesuai yang diinginkan. Letakkan semua beton untuk masing-masing lapisan dalam cetakan sebelum memulai penggetaran pada lapisan tersebut.

Tambahkan lapisan terakhir, sedemikian rupa untuk menghindari kelebihan isi lebih dari 6 mm. Lakukan pekerjaan akhir permukaan selama penggetaran bila penggetar eksternal digunakan, atau setelah penggetaran bila penggetar internal atau luar digunakan. Bila pekerjaan akhir dilakukan setelah penggetaran, tambahkan beton secukupnya dengan sendok beton untuk melebihi cetakan kira-kira 3 mm ke atas permukaan beton dan kemudian ratakan.

1). Penggetar internal

Diameter tongkat atau dimensi sisi penggetar internal tidak boleh lebih besar dari sepertiga lebar cetakan dalam hal balok atau prisma. Untuk silinder, perbandingan diameter silinder terhadap diameter elemen penggetar harus 4 atau lebih. Pada pemadatan benda uji penggetar tidak boleh dibiarkan diam atau bersentuhan dengan dasar atau sisi cetakan atau memukul benda yang diselimuti seperti pengukur regangan. Secara hati-hati tarik penggetar sedemikian sehingga tidak tersisa kantong udara dalam benda uji.

2). Silinder

Gunakan tiga pemasukkan penggetar pada titik yang berbeda untuk masing-masing lapisan. Biarkan penggetar masuk ke lapisan yang akan digetar, dan ke dalam lapisan di bawahnya sedikitnya 25 mm. Setelah masing-masing lapisan digetarkan, ketok sisi cetakan pelan-pelan 10 kali sampai dengan 15 kali dengan palu karet. Gunakan tangan terbuka untuk mengetok cetakan sekali pakai yang ringan yang peka terhadap kerusakan jika diketok dengan palu karet.

3). Silinder mendatar untuk rangkai

Masukkan penggetar pada jarak tidak melebihi 150 mm sepanjang diameter dimensi memanjang benda uji, atau sepanjang kedua sisi tetapi tidak bersentuhan dengan pengukur regangan dalam hal silinder untuk rangkai. Untuk benda uji yang lebih lebar dari 150 mm, gunakan pemasukan bergantian sepanjang dua garis. Biarkan tongkat penggetar masuk ke dalam lapisan di bawahnya kira-kira 25 mm. Setelah masing-masing lapisan digetarkan, ketok sisi luar cetakan pelan-pelan 10 kali sampai dengan 15 kali dengan palu karet untuk merapatkan setiap lobang

yang ditinggalkan oleh penggetar dan mengeluarkan kantong udara besar yang mungkin terperangkap.

4). Penggetar eksternal

Bila penggetar eksternal digunakan, perhatian harus diberikan untuk menjamin cetakan dipasang dengan kaku dan kuat dilekatkan terhadap elemen getar atau permukaan getar.

5. Pekerjaan akhir

Setelah pemadatan dengan menggunakan salah satu metode, kecuali pekerjaan akhir dilakukan selama penggetaran [lihat sub bab 2.2.3.4.d.4.c)], ratakan permukaan beton dan licinkan sesuai dengan metode yang disyaratkan. Jika tidak ada pekerjaan akhir yang disyaratkan, ratakan permukaan dengan perata kayu atau magnesium. Lakukan semua pekerjaan akhir dengan gangguan minimum yang diperlukan untuk menghasilkan permukaan yang datar dan rata dimana sejajar dengan sisi cetakan dan tidak ada lekukan atau tonjolan yang lebih dari 3,2 mm.

a). Silinder

Setelah pemadatan, lakukan pekerjaan akhir permukaan atas dengan meratakannya dengan tongkat penusuk bila konsistensi beton memungkinkan, atau dengan perata kayu atau sendok beton. Jika diinginkan, tutup permukaan atas beton basah dengan lapisan tipis pasta kental semen *portland* yang dibiarkan mengeras dan dirawat dengan benda uji. Lihat AASTHO T 231 Pasal 4.

b). Silinder rangkai yang dicetak mendatar

Setelah pemadatan, ratakan benda uji dengan sendok beton atau penghalus, lalu ratakan dengan usaha minimum yang diperlukan untuk membentuk beton di bukaan secara konsentris dengan bagian benda uji lainnya. Gunakan sendok yang dilengkungkan dengan radius benda uji untuk bentuk yang lebih tepat dan lakukan pekerjaan akhir di bukaan.

e. Perawatan

1. Penutupan setelah pekerjaan akhir

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, tutup benda uji segera setelah pekerjaan akhir, lebih dipilih dengan pelat yang tak menyerap dan tidak reaktif atau lembaran plastik yang kuat, awet, dan kedap air. Goni basah dapat digunakan untuk menutup, tetapi harus diperhatikan untuk menjaga goni tetap basah hingga benda uji dibuka dari cetakan. Letakkan lembaran plastik di atas goni akan melindungi goni untuk tetap basah. Lindungi permukaan luar cetakan papan dari kontak dengan goni basah atau sumber air lainnya sedikitnya untuk 24 jam setelah silinder dicetak. Air dapat menyebabkan cetakan mengembang dan merusakkan benda uji pada umur awal.

2. Pembukaan cetakan

Buka benda uji dari cetakan 24 jam  $\pm$  8 jam setelah pencetakan.

### 3. Lingkungan perawatan

Kecuali bila ada persyaratan lain, semua benda uji harus dirawat basah pada temperatur  $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$  mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian.

Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran.

Seperti yang diberlakukan pada perawatan benda uji yang dibuka, perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu. Kondisi ini dipenuhi dengan merendam dalam air jenuh kapur dan dapat dipenuhi dengan penyimpanan dalam ruang jenuh air sesuai dengan AASTHO M 201. Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes.

Rawat silinder beton struktur ringan sesuai dengan standar ini atau sesuai dengan SNI 033402-1994.

### 4. Benda uji kuat lentur

Rawat benda uji kuat lentur sesuai dengan sub bab 2.2.3.4.e.1 dan sub bab 2.2.3.4.e.2, kecuali selama dalam penyimpanan untuk masa minimum 20 jam segera sebelum pengujian benda uji harus direndam dalam cairan jenuh kapur pada  $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ . Saat terakhir masa perawatan, antara waktu benda uji dipindahkan dari perawatan sampai pengujian diselesaikan, pengeringan benda uji harus dihindarkan.

### f. Ketepatan dan Bias

1. Data untuk menetapkan pernyataan ketetapan dari berbagai pengujian yang diperlukan standar ini diperoleh dari *The concrete reference sample program of the cement and concrete reference laboratory*. Penganalisaan data tersebut untuk ketepatan pengujian tunggal dan multi laboratorium diberikan dalam Tabel dibawah ini.

**Tabel 2.18 - Nilai untuk pernyataan ketepatan sehubungan dengan pembuatan campuran dan pengujian dengan metode yang sesuai**

Jenis pengujian	Metode Pengujian	Ketepatan multi laboratorium		Ketepatan laboratorium tunggal	
		1S	D2S	1S	D2S
Slump, mm	SNI 03-1972-1990	25	70	18	50
Berat isi ( <i>unit weight</i> ), $\text{kg/m}^3$	SNI 03-1973-1990	22,4	64,1	14,4	40,0
Kadar udara (tanpa bahan tambah udara), % volume	SNI 03-3418-1994	0,4	1,1	0,3	0,8
Kuat tekan 7 hari, MPa	SNI 03-1974-1990	2,4	6,8	1,4	4,0

Keterangan:

1S : Standar deviasi (simpangan baku)

D2S : Batasan selisih maksimum hasil pengujian dari dua laboratorium

2. Simpangan standar pengujian tunggal untuk *slump*, berat isi, kadar udara, dan kuat tekan 7 hari dari campuran percobaan sudah didapat 18 mm, 14,4 kg/m<sup>3</sup>, 0,3% dan 1,4 MPa, oleh sebab itu hasil-hasil dari pengujian yang dilakukan dengan baik pada dua campuran percobaan yang dibuat pada laboratorium yang sama seharusnya tidak berbeda lebih dari 50 mm, 40 kg/m<sup>3</sup>, 0,8% dan 4 MPa. Pernyataan ketepatan ini dipertimbangkan berlaku pada campuran percobaan di laboratorium yang dibandingkan, mengandung jumlah bahan-bahan yang diberikan dan memiliki faktor air semen tetap. Nilai-nilai tersebut harus digunakan dengan hati-hati untuk beton berkadar udara tambahan, beton dengan *slump* kecil dari 50 mm atau lebih dari 250 mm, atau beton yang dibuat selain dengan agregat dengan berat normal atau agregat dengan ukuran maksimum nominal lebih besar dari 25 mm.
3. Simpangan standar multi laboratorium untuk *slump*, berat isi, dan kuat tekan 7 hari dari campuran percobaan sudah ditemukan 25 mm, 22,4 kg/m<sup>3</sup>, 0,4%, dan 2,4 MPa, oleh sebab itu hasil-hasil pengujian yang dilaksanakan pada campuran percobaan tunggal yang dibuat pada dua laboratorium yang berbeda seharusnya tidak berbeda lebih dari 7 mm, 64,1 kg/m<sup>3</sup>, 1,1% dan 6,8 MPa. Pernyataan ketepatan ini dipertimbangkan berlaku untuk campuran percobaan di laboratorium yang mengandung jumlah bahan-bahan yang telah ditentukan dan memiliki faktor air semen yang telah ditentukan pula. Nilai-nilai tersebut harus digunakan dengan hati-hati untuk beton berkadar udara tambahan, beton dengan *slump* kecil dari 50 mm atau lebih dari 250 mm, atau beton yang dibuat selain dengan agregat dengan berat normal atau agregat dengan ukuran maksimum nominal lebih besar dari 25 mm.

#### 2.2.3.5 Pengujian Benda Uji

Mencakup cara pengambilan beton inti, persiapan pengujian dan penentuan kuat tekannya. Ketentuan pengujian benda uji ini didasarkan pada SNI 03-2492-2002

##### a. Pengambilan Beton Inti

- Perbandingan ukuran agregat maksimum dalam beton dengan diameter beton inti harus lebih besar dari 1:3, atau diameter benda uji beton inti untuk uji kuat tekan harus lebih dari tiga kali ukuran nominal maksimum dan agregat kasar dalam beton keras.  
Benda uji beton inti yang akan digunakan untuk pengujian kekuatan harus dari beton keras yang umumnya tidak boleh kurang dari 14 hari.  
Sebelum memutuskan untuk melakukan pengeboran beton inti, perlu mempertimbangkan terlebih dahulu tujuan pengujian dan penginterpretasian data.
- Implikasi struktural hasil dan pengambilan beton inti terdahulu harus dipertimbangkan, dan beton inti harus diambil:
  - Pada titik yang jauh dari sambungan atau bagian tepi dari elemen struktur, tempat sedikit atau sama sekali tidak ada tulangan.
  - Tegak lurus pada komponen struktur beton yang posisinya horizontal/ vertikal, harus dipilih pada tempat yang tidak membahayakan struktur, seperti tidak terlalu dekat dengan sambungan.

### 1. Pengeboran

Jika ditetapkan, pengeboran beton inti harus tegak lurus pada permukaan sedemikian rupa sehingga tidak merusak beton inti. Posisi alat bor harus dijaga agar tidak berubah posisi atau bergoyang selama pengeboran.

### 2. Panjang beton inti

Dalam menentukan panjang beton inti yang akan diambil untuk uji kuat tekan harus memperhitungkan:

- a). Diameter beton inti dengan ukuran minimum 100 mm;
- b). Pengukuran panjang beton inti, sesuai metode uji ASTM C 174;
- c). Faktor perbandingan perlu ditentukan, apakah terhadap kuat tekan kubus atau terhadap kuat tekan silinder.

### 3. Penandaan dan indentifikasi

Segera setelah pengeboran, pada setiap beton inti harus dibersihkan dan diberi tanda.

Lokasi dan orientasi pada elemen beton tempat pengeboran harus dicatat. Bila telah dihasilkan sejumlah benda uji beton inti secara berturut-turut, harus diberi tanda pada setiap benda uji yang menunjukkan posisi dan orientasinya.

### 4. Tulangan

Sedapat mungkin dihindari pengeboran yang melalui tulangan. Pastikan bahwa beton inti untuk penentuan kuat tekan beton tidak mengandung batang tulangan didalamnya, atau dekat dengan arah sumbu longitudinal.

Apabila terdapat baja tulangan dalam benda uji beton inti posisinya harus tegak lurus terhadap sumbu benda uji. Jumlah baja tulangan dalam benda uji beton inti tidak boleh lebih dari dua batang.

## b. Pemeriksaan

### 1. Pengamatan visual

Pemeriksaan secara visual dan benda uji beton inti dilakukan untuk mengidentifikasi adanya kelainan-kelainan.

Benda uji yang cacat karena terlalu banyak terdapat rongga, adanya serpihan/agregat kasar yang lepas, baja tulangan yang lepas dan ketidakteraturan dimensi, tidak boleh digunakan untuk uji kuat tekan.

### 2. Pengukuran

Pengukuran dilakukan sebagai berikut:

- a). Diameter beton inti (dm), diukur sampai ketelitian 1%, dan rata-rata dua kali pengukuran, masing-masing pada bagian titik tengah dan perempat arah panjang inti;
- b). Panjang maksimum dan minimum beton inti, diukur sampai ketelitian 1% dan benda uji yang diterima, dan panjang benda uji setelah diadakan persiapan akhir;
- c). Diameter dan setiap tulangan diukur pada posisinya ditentukan dari pusat batang yang tampak sampai pada ujungnya dan/atau sumbu beton inti, baik

dalam keadaan pada saat diterima maupun pada saat setelah dipersiapkan. Pengukuran dilakukan sampai ketelitian 1 mm. Semua pengukuran harus dicatat.

### 3. Persiapan pengujian beton inti

#### a). Umum

Ujung beton inti harus dipersiapkan untuk keperluan uji kuat tekan sebagai berikut:

- 1). Permukaan bidang tekan benda uji harus rata dan tegak lurus terhadap sumbu benda uji;
- 2). Apabila ketentuan 1 tidak dapat dipenuhi, permukaan bidang tekan dan benda uji harus diratakan dengan mesin gergaji beton atau gerinda, sehingga memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - Penyimpangan kerataan permukaan bidang tekan tidak boleh lebih dan 1 mm terhadap permukaan ujung benda uji;
  - Penyimpangan ketidaklurusan permukaan bidang tekan terhadap sumbu benda uji tidak boleh lebih dan 50°;
  - Penyimpangan diameter permukaan bidang tekan tidak boleh lebih dan 1 mm terhadap diameter rata-rata benda uji.

#### b). Perbandingan panjang terhadap diameter

Perbandingan panjang terhadap diameter yang lebih tepat adalah:

- 1). 2,0 jika kuat tekan yang dihasilkan dibandingkan terhadap kuat tekan silinder;

#### c). Toleransi

Benda uji dipersiapkan dengan toleransi sebagai berikut:

- 1). Toleransi untuk kerataan permukaan bagian ujung disiapkan dengan cara menggerinda atau cara kaping, menggunakan semen aluminium tinggi atau belenang menurut ASTM C 617;
- 2). Untuk menjaminkesikuan, toleransi untuk kerataan permukaan bagian ujung yang telah dipersiapkan, harus sesuai standar yang berlaku;
- 3). Untuk kelurusan, toleransi terhadap garis sumbu harus maksimum 3% dan diameter rata-rata beton inti.

### c. Uji Kuat Tekan

#### 1. Penyimpangan

Kondisi penyimpangan benda uji harus dicatat. Sebelum diuji, jika diperlukan pengujian benda uji dalam keadaan jenuh, rendam dalam air pada temperatur  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  sekurang-kurangnya 40 jam.

#### 2. Pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Beton inti tidak boleh diuji dalam keadaan retak, atau kepas lapisan kapingnya. Bersihkan permukaan benda uji dan pasir dan kotoran lain. Jika

benda uji yang akan diuji masih basah, keringkan permukaannya. Catat kondisi permukaan pada saat diuji, (basah atau kering).

d. Hasil

Kuat tekan benda uji ditentukan dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang yang dihitung dan diameter rata-rata dan dinyatakan hasilnya sampai ketelitian 0,5 MPa atau 0,5 N/mm<sup>2</sup>.

e. Pelaporan

Laporan hasil pengujian meliputi:

1. Uraian dan identifikasi benda uji;
2. Ukuran nominal agregat maksimum;
3. Tanggal pengambilan;
4. Pengamatan secara visual, identifikasi tidak hanya kelainan;
5. Tulangan, jika ada diameter dan posisi dalam mm;
6. Metode yang digunakan untuk persiapan benda uji (pemotongan, pengasahan atau kaping);
7. Panjang dan diameter beton inti;
8. Ratio panjang dan diameter dan benda uji yang telah dipersiapkan;
9. Kondisi kelembaban permukaan pada saat pengujian;
10. Tanggal pengujian;
11. Kuat tekan beton inti dalam MPa atau N/mm<sup>2</sup>;
12. Adanya deviasi/penyimpangan terhadap standar.

### 2.2.3.6 Penyesuaian Campuran Skala Produksi

Untuk penyesuaian mekanisme alat pencampur dengan kondisi sesungguhnya dan penyesuaian dengan material yang akan digunakan untuk produksi beton, komposisi campuran beton yang didapat dari hasil percobaan campuran beton dilaboratorium harus dibuktikan dengan percobaan dengan skala produksi di *batching plant*.

Komposisi yang digunakan untuk produksi beton adalah komposisi hasil penyesuaian dengan percobaan skala produksi. Ketentuan hal ini berdasarkan ASTM C 94.

## 2.2.4 Mortar dan Grouting

### 2.2.4.1 Mortar

a. Umum

Mortar adalah campuran dari semen, pasir dan batu kapur (*limestone*). Jika di campur air, adonan ini lebih kental dan pekat di banding beton. Mortar sering di gunakan untuk melekatkan benda seperti bata atau batu agar menyatu.

b. Spesifikasi Mortar

1. Bahan



- a). Semen harus memenuhi ketentuan dalam pasal 7.1.2.1) Spesifikasi Umum 2018.
- b). Agregat halus harus memenuhi ketentuan dalam SNI 03-6820-2002.
- c). Kapur tohor harus memenuhi ketentuan dalam jumlah residu, letupan dan lekukan (*popping & pitting*), dan penahan air sisa untuk kapur jenis N dalam SNI 03-6378-2000
- d). Air harus memenuhi ketentuan dalam Pasal 7.1.2.2) dari Spesifikasi Umum 2018.

## 2. Campuran

- a). Adukan semen untuk pekerjaan akhir dan perbaikan.

Adukan yang digunakan untuk pekerjaan akhir atau perbaikan kerusakan pada pekerjaan beton, sesuai dengan Pasal yang bersangkutan dari Spesifikasi ini, harus terdiri dari semen dan pasir halus yang dicampur dalam proporsi yang sama dalam beton yang sedang dikerjakan atau diperbaiki. Adukan yang disiapkan harus memiliki kuat tekan yang memenuhi ketentuan yang disyaratkan untuk beton di mana adukan semen dipakai. Untuk keperluan perbaikan beton atau pekerjaan pemasangan pada bagian yang berhubungan langsung dengan elemen struktural, adukan semen harus memiliki sifat tahan susut.

- b). Adukan mortar semen untuk pasangan

Kecuali diperintahkan lain oleh pengawas pekerjaan, adukan mortar semen untuk pasangan harus mempunyai kuat tekan paling sedikit 50 kg/cm<sup>2</sup> (4,5 MPa) pada umur 28 hari dengan benda uji mortar 50 mm x 50 mm x 50 mm. Dalam adukan semen tersebut kapur tohor dapat ditambahkan sebanyak 10% berat semen.

### 2.2.4.2 Grouting

- a. Umum

*Grouting* adalah suatu proses, dimana suatu cairan campuran antara semen dan air diinjeksikan dengan tekanan ke dalam rongga, pori, rekahan dan retakan batuan yang selanjutnya cairan tersebut dalam waktu tertentu akan menjadi padat secara fisika maupun kimiawi pekerjaan *grouting* merupakan salah satu cara dalam perbaikan pondasi (*foundation treatment*) pada bendungan air terutama bendungan.

Selain itu *grouting* juga metode untuk mengisi rongga struktur beton yang keropos dan penambahan coran akibat pengecoran tidak sempurna, *Mortar fillet* (Pinggulan sudut) untuk pondasi mesin, sebagai dudukan mesin, dudukan *bearing* pondasi jembatan, pembuatan beton pra cetak, penutup retak yang besar, tentunya semen *Grouting* siap pakai yang mempunyai karakteristik tidak susut dan dapat mengalir sangat baik, memenuhi persyaratan *standar corps of engineering* CDR C-621 dan ASTM C-1107

- b. Spesifikasi *Grouting*

- 1. *Grout* harus terdiri dari semen *portland* dan air, atau semen portland, pasir, dan air, yang sesuai dengan kebutuhan teknisnya.

Bahan untuk *grout* yaitu semen portland, air, pasir dan bahan-tambahan yang boleh digunakan. Bahan tambahan yang boleh digunakan adalah yang telah

diketahui tidak memiliki pengaruh buruk terhadap bahan *grout*, baja, atau beton. Bahan tambahan yang mengandung kalsium klorida tidak boleh dipergunakan.

## 2. Pemilihan proporsi *grout*

- a). Proporsi bahan untuk *grout* harus didasarkan pada salah satu ketentuan berikut:
  - 1). Hasil pengujian pada *grout* yang masih basah dan yang sudah mengeras yang dilaksanakan sebelum pekerjaan *grout* dimulai, atau
  - 2). Catatan pengalaman sebelumnya dengan bahan dan peralatan yang serupa dan pada kondisi lapangan yang sebanding.
- b). Semen yang digunakan untuk pekerjaan harus sesuai dengan jenis semen yang digunakan dalam penentuan *grout*.
- c). Kandungan air haruslah merupakan nilai minimum yang cukup untuk menjamin tercapainya pelaksanaan pemompaan *grout* dengan baik, tetapi nilai rasio air-semen (dalam perbandingan berat) tidak boleh melampaui 0,45.
- d). Penurunan kemampuan alir *grout* akibat penundaan pelaksanaan *grouting* tidak boleh diatasi dengan penambahan air.

## 2.2.5 Beton Siklop

### 2.2.5.1 Umum

Beton jenis ini menggunakan bahan tambahan agregat yang berukuran besar (sekitar 15 sampai 20 cm) dalam adonan beton. Hal ini untuk meningkatkan daya tahan beton untuk digunakan dalam pengerjaan bangunan yang bersinggungan dengan air, seperti jembatan dan bendungan.

### 2.2.5.2 Kriteria Beton Siklop

Pengecoran beton siklop yang terdiri dari campuran beton kelas  $f_c' 15$  MPa dengan batu-batu pecah ukuran besar. Batu untuk beton siklop harus keras, awet, bebas dari retak, rongga dan tidak rusak oleh pengaruh cuaca. Batu harus bersudut runcing, bebas dari kotoran, minyak dan bahan-bahan lain yang mempengaruhi ikatan dengan beton. Ukuran batu yang digunakan untuk beton siklop tidak boleh lebih besar dari 25 cm.

## 2.2.6 Beton Volume Besar

### 2.2.6.1 Umum

Beton Bervolume Besar (*mass concrete*) adalah beton dengan ukuran relatif besar dengan dimensi terkecil sama atau lebih besar dari 1 m atau komponen struktur dengan ukuran yang lebih kecil dari 1 m tetapi mempunyai potensi menghasilkan temperatur maksimum/puncak melebihi batas temperatur yang diizinkan.

### 2.2.6.2 Kriteria Beton Volume Besar

Kriteria beton volume besar ini didasarkan pada ACI 207.1R-05 *Guide to Mass Concrete*, yang terdiri dari:

a. Kekuatan

W/cm, sebagian besar, mengatur kualitas pengikat semen-*portland* yang dikeraskan. Kekuatan, permeabilitas, dan sebagian besar sifat beton yang diinginkan ditingkatkan dengan menurunkan w/cm.

b. Sifat elastis

Beton bukan bahan yang benar-benar elastis, dan hubungan tegangan-grafis untuk peningkatan beban secara terus-menerus umumnya dalam bentuk garis lengkung. Modulus elastisitas, bagaimanapun, adalah untuk tujuan praktis, dianggap konstan dalam kisaran tekanan dimana beton volume besar biasanya dikenakan.

c. Susut Beton

Susut beton adalah deformasi tergantung waktu karena beban berkelanjutan. Susut tampaknya hal utama terkait dengan modulus elastisitas beton. Beton dengan nilai modulus elastisitas yang tinggi umumnya memiliki nilai deformasi susut yang rendah. Pasta semen terutama bertanggung jawab untuk susut beton. Dengan beton yang mengandung jenis agregat yang sama, besarnya susut terkait erat dengan konten tempel (Polivka et al. 1963) dan w/cm beton. ACI 209R membahas prediksi efek susut, dan suhu pada struktur beton.

d. Perubahan Volume

Perubahan volume disebabkan oleh perubahan kelembaban isi beton, perubahan suhu, bahan kimia reaksi, dan tekanan dari beban yang diterapkan. Volume berlebihan perubahan itu merusak beton. Retak terbentuk di beton tertahan akibat penyusutan atau kontraksi dan kekuatan regangan atau kapasitas regangan tidak mencukupi. Retak merupakan faktor yang melemah yang dapat mempengaruhi kemampuan beton untuk menahan beban desainnya dan juga dapat mengurangi daya tahan dan penampilan.

e. Permeabilitas

Beton memiliki permeabilitas yang rendah terhadap air. Dengan campuran proporsional yang dipadatkan oleh getaran, permeabilitas bukan masalah serius. Permeabilitas beton meningkat dengan meningkatnya b/cm. Karena itu, w/cm rendah dan konsolidasi dan proses *Curing* yang baik adalah faktor terpenting dalam memproduksi beton dengan rendah permeabilitas. Pelatihan udara dan pencampuran bahan kimia lainnya memungkinkan pengerjaan yang sama dengan kadar air berkurang dan, oleh karena itu, berkontribusi terhadap penurunan permeabilitas. Pozzolan biasanya mengurangi permeabilitas beton.

f. Sifat Termal

Karakteristik beton volume besar yang paling penting yang membedakan perilakunya dari beton struktural adalah perilaku termalnya. Ukuran umumnya besar dari struktur beton volume besar menciptakan potensi perbedaan suhu yang signifikan antara bagian dalam dan bagian luar permukaan struktur. Volume yang menyertainya berubah perbedaan, bersama dengan pengekangan, menghasilkan tegangan tarik dan tegangan yang dapat menyebabkan keretakan yang merusak struktur. Sifat termal yang mempengaruhi perilaku ini dalam beton volume besar adalah panas spesifik, konduktivitas, dan difusi. Faktor utama yang mempengaruhi sifat termal beton adalah komposisi mineral dari beton agregat.

g. Sifat Geser

Meskipun kekuatan geser triaksial dapat ditentukan sebagai salah satu parameter desain dasar, perancang biasanya diminta untuk menggunakan hubungan empiris antara geser dan kekuatan tekan beton.

h. Daya Tahan

Beton tahan lama adalah beton yang memiliki kemampuan untuk menahan aksi pelapukan, serangan kimia, abrasi, dan lainnya ketentuan layanan (ACI 116R). Tes laboratorium dapat menunjukkan daya tahan relatif beton, tetapi biasanya tidak mungkin untuk secara langsung memprediksi daya tahan dalam layanan lapangan dari studi ketahanan laboratorium.

## 2.2.7 Beton Memadat Sendiri

### 2.2.7.1 Umum

Beton memadat sendiri (*self compacting concrete*, SCC) adalah beton yang tidak memerlukan penggetaran untuk pematatannya. Beton ini dapat mengalir karena beratnya sendiri, sehingga dapat mengisi penuh acuan dan memperoleh hasil beton yang padat dan kedap tanpa pemadatan, bahkan pada penulangan yang rapat.

### 2.2.7.2 Kriteria Beton Memadat Sendiri

Dalam pengecoran hal yang harus diperhatikan adalah kemungkinan terjadinya perubahan kelecakan selama transportasi harus diperhitungkan. Kriteria yang dapat diterima beton SCC ditunjukkan pada tabel 2.19

Tabel 2.19 - Kriteria beton SCC

No	Metode Pengujian	Satuan	Kriteria Penerimaan	
			minimum	maksimum
1	<i>Slump Flow</i>	mm	550	850
2	<i>V Funnel</i>	detik	6	12
3	<i>L-Box</i>	H2/H1	0.8	1.0
4	<i>J-Ring</i>		0	1
5	<i>T-500 Slump Flow</i>	detik	2	5
6	<i>GTM Screen Ability</i>	%	0	1

## 2.2.8 Beton Di Cuaca Panas

Suhu tinggi menyebabkan percepatan hidrasi semen yang mengakibatkan berkurangnya waktu untuk pengerasan. Air juga hilang oleh penguapan, terutama dalam keadaan banyak angin. Hal ini mengakibatkan hilangnya kemudahan pengerjaan (*workability*) beton dan selanjutnya mempersulit pengecoran, pemadatan dan penyelesaian. Hal ini akan menghasilkan beton berpori yang lemah dan timbulnya retakan akibat penyusutan.

Penyemprotan lapisan tipis dapat memperlambat penguapan dan memungkinkan pekerjaan penyelesaian dilakukan dalam waktu yang lebih lama.

## **2.2.9 Pelaksanaan Produksi Beton**

### **2.2.9.1 Persiapan**

Pada saat pelaksanaan produksi beton hal yang harus dilakukan pengawas pekerjaan antara lain:

- a. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan kesesuaian kesiapan bahan peralatan, tenaga kerja, metode kerja dan gambar kerja.
- b. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan gambar pelaksanaan dan detail perancah yang telah disetujui pengguna jasa.
- c. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan bahan yang akan digunakan sudah siap berikut dokumen hasil pengujiannya sesuai yang disyaratkan oleh spesifikasi teknik.
- d. Petugas penyedia jasa harus dapat menunjukkan surat rekomendasi dari lembaga resmi yang ditunjuk.
- e. Harus dipastikan penanggungjawab kegiatan telah ditetapkan dan berada di lokasi kegiatan.
- f. Penyedia jasa menyediakan petugas pengendalian keselamatan kerja (K3).
- g. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan kesiapan alat, dan memastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
- h. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan ulang kesiapan tenaga kerja.
- i. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan kesiapan penanganan lingkungan.
- j. Petugas pengawas pekerjaan memberi peringatan bahwa pekerjaan tidak boleh dimulai tanpa persetujuan pengguna Jasa.
- k. Petugas pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan ulang terhadap hasil kesiapan lapangan, apakah ada perubahan dari kondisi sebelumnya.
- l. Petugas penyedia jasa harus dapat menempatkan semen ditempatkan pada tempat yang aman, yang tahan cuaca, kedap udara, lantai kayu dan ditutup dengan plastik.
- m. Petugas penyedia jasa harus dapat menempatkan semua bahan-bahan untuk beton tetap terjaga.
- n. Petugas penyedia jasa harus sudah disiapkan lampu penerangan untuk kegiatan pengecoran malam hari.

### **2.2.9.2 Penakaran**

Seluruh komponen beton harus ditakar menurut beratnya. Bila digunakan semen kemasan dalam zak, kuantitas penakaran harus sedemikian sehingga kuantitas semen yang digunakan adalah setara dengan satu satuan atau kebulatan dari jumlah zak semen. Agregat harus diukur beratnya secara terpisah. Ukuran setiap penakaran tidak boleh melebihi kapasitas alat pencampur.

Sebelum penakaran, agregat harus dibasahi sampai jenuh dan dipertahankan dalam kondisi lembab, pada kadar yang mendekati keadaan jenuh-kering permukaan, dengan menyemprot tumpukan agregat dengan air secara berkala. Pada saat penakaran, agregat harus telah dibasahi paling sedikit 12 jam sebelumnya untuk menjamin pengaliran yang memadai dari tumpukan agregat.

a. Ketentuan Umum

1. Tujuan

Tujuan penting dalam pembuatan beton adalah untuk memperoleh mutu beton yang direncanakan, seperti keseragaman dan homogenitas, berdasarkan sifat-sifat fisik beton seperti berat isi, *slump*, kandungan udara, kepadatan dan kekuatan beton keras, dalam setiap siklus adukan dan siklus adukan berikutnya dengan proporsi campuran yang sama.

Pada saat penakaran agregat, harus tetap diperhatikan gradasi yang diinginkan, dan seluruh bahan harus ditakar dalam toleransi yang ditentukan untuk produksi berikutnya dari campuran beton yang sama. Tujuan lain dari penakaran adalah didapatnya proporsi campuran yang sempurna dari bahan-bahan yang digunakan.

2. Toleransi

Toleransi penakaran yang sering digunakan disajikan dalam tabel 2.20

**Tabel 2.20 - Toleransi penakaran yang biasa digunakan**

Bahan Campuran	Berat yang ditakar lebih besar dari 30% dari kapasitas timbangan		Berat yang ditakar kurang dari 30% dari kapasitas timbangan	
	Masing-masing takaran	Takaran Kumulatif	Masing-masing takaran	Takaran Kumulatif
Semen dan bahan pengikat lainnya	± 1% dari ± 0,3% kapasitas timbangan (dipilih yang lebih besar)		Tidak kurang dari berat yang diperlukan atau lebih berat 4% dari berat yang diperlukan.	
Air (dalam berat atau volume), %	± 1	Tidak disarankan	± 1	Tidak disarankan
Aregat, %	± 2	± 1	± 2	± 0,3% dari kapasitas timbangan atau ± 3% dari berat kumulatif (pilih yang lebih kecil)
Bahan tambahan (dalam berat atau volume), %	± 3	Tidak disarankan	± 3	Tidak disarankan

b. Silo dan Penakaran dengan Berat

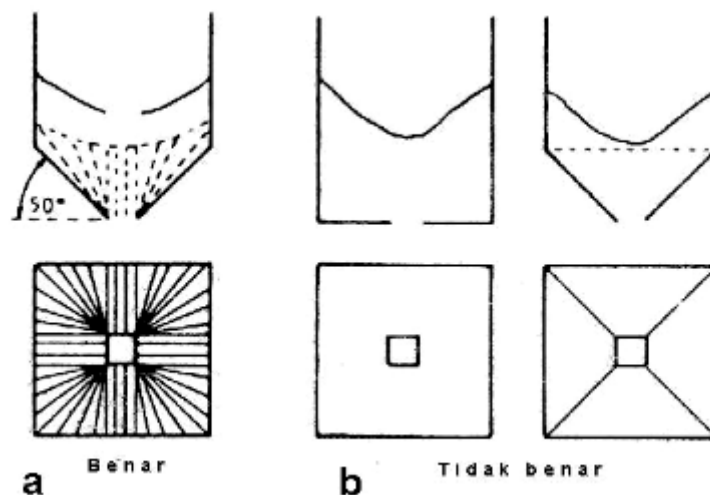
Silo penakaran dan komponennya harus memiliki ukuran yang cukup sehingga dapat mengakomodasi kapasitas produksi. Ruang-ruang dalam silo harus dapat memisahkan berbagai bahan beton dan bentuk serta susunan ruang dalam silo harus kondusif untuk mencegah terjadinya segregasi dan pecahnya agregat. Silo-silo

tempat penyimpanan harus dirancang sedemikian hingga bahan-bahan tidak menyusup atau meluap dari satu ruang masuk ke ruang lainnya.

Alat penakar berat harus dapat dikosongkan dengan alat dan cara sederhana. Pintu-pintu untuk mengosongkan penakaran otomatis dan semi otomatis, harus dioperasikan dengan tenaga listrik dan dilengkapi dengan alat kontrol yang sesuai untuk memperoleh ketelitian timbangan yang diinginkan. Alat penimbang harus mudah dijangkau untuk memperoleh contoh uji yang mewakili, dan pintu-pintu tersebut harus disusun untuk memperoleh urutan dan campuran agregat yang baik selama pengisian campuran.

c. Metoda Penakaran dan Pencampuran Bahan-bahan (*Batching*)

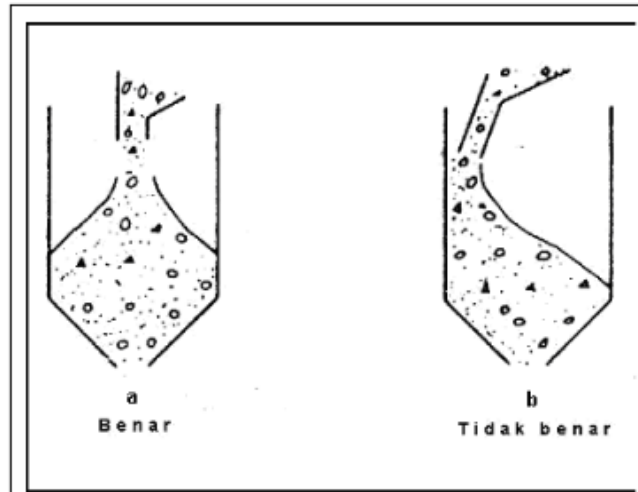
Keseragaman beton dipengaruhi oleh cara pengaturan peralatan/silo pemasok/penakar bahan dan alat penakar berat bahan (lihat Gambar 2.3 s/d Gambar 2.8)



**Gambar 2.3 - Kemiringan dasar silo (tempat penyimpanan) agregat**

**Keterangan:**

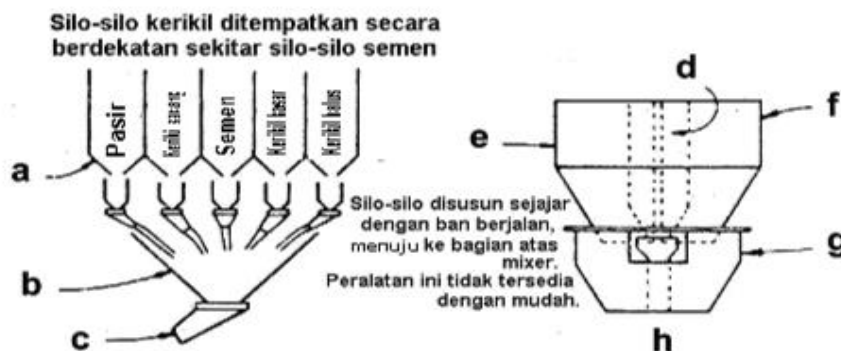
- a = Kemiringan dasar  $50^{\circ}$  terhadap horizontal dalam seluruh arah ke pintu pengeluaran (*outlet*) dengan sudut silo yang dibuat bundar, sehingga seluruh material bergerak ke arah pintu pengeluaran (*outlet*).
- b = Silo-silo yang dasarnya datar atau yang mempunyai kemiringan dengan sudutsembarang membuat material dalam silo-silo tidak dapat mengalir bebas melalui pintu pengeluaran (*outlet*) tanpa dikorek/dibantu dengan sekop.



**Gambar 2.4 - Pengisian bin/silo agregat**

**Keterangan:**

- a = Material jatuh secara vertikal ke dalam silo tepat di atas bukaan pengeluaran, memungkinkan pengeluaran material yang lebih seragam.
- b = Meluncurkan material ke dalam silo pada suatu sudut. Material jatuh tidak tepat di atas bukaan pengeluarannya sehingga hasilnya tidak selalu seragam seperti yang diharapkan.



**Gambar 2.5 - Susunan peralatan penakar/pemasok yang diharapkan dan susunan peralatan penakar/pemasok yang dapat diterima**

1. Susunan peralatan penakar/pemasok yang diharapkan
 

Penimbangan otomatis dari setiap bahan dalam penimbang masing-masing penuangan secara bersama masuk secara langsung kedalam *mixer*. Penuangan dari penakar semen dikendalikan sehingga semen dituangkan sewaktu agregat dikirimkan. Alat penakar dijaga dari getaran dengan koreksi terhadap beban lebih (*overload*) yang disetujui.
2. Susunan peralatan penakar/pemasok yang dapat diterima
 

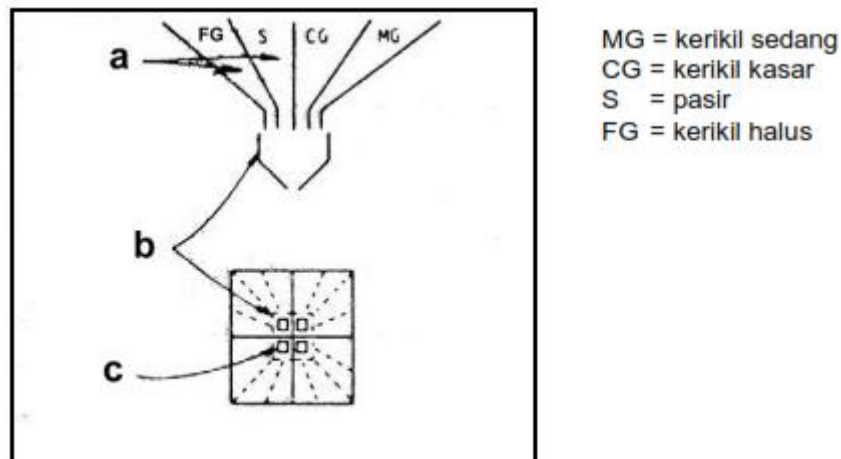
Agregat ditimbang secara otomatis secara terpisah atau kumulatif. Semen ditimbang secara terpisah. Penakar dihindarkan dari vibrasi pabrik. Peralatan penunjuk berat dapat terlihat dengan jelas oleh operator. Diperlukan urutan yang



tepat dalam mengeluarkan material. Hindari agregat yang mengalir secara tetap dibagian puncak timbunan material dalam silo-silo.

**Keterangan:**

- a = silo bundar
- b = kerucut penampung
- c = ke *mixer*
- d = silo semen terpisah di tengah-tengah
- e = silo-silo agregat disusun di sekitar kompartemen semen yang terletak ditengah-tengah
- f = bentuk segi enam atau persegi empat
- g = *batcher* menggantung
- h = ke *mixer* atau truk

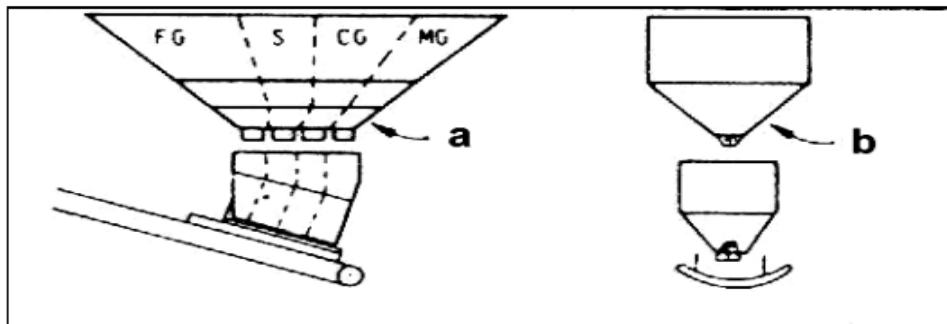


**Gambar 2.6 - Susunan peralatan penakar yang buruk**

**Keterangan :**

- a = Bukaan samping
- b = Penakar (*batcher*) kumulatif (semen ditimbang secara terpisah)
- c = Bukaan sudut

Satu dari kelompok silo-silo yang berdekatan tersebut mengeluarkan isinya yang menyebabkan terjadi kemiringan yang panjang pada material dalam silo-silo tadi dan ini mengakibatkan terjadinya pemisahan dan rusaknya keseragaman.



FG = kerikil halus; S = pasir; CG = kerikil kasar; MG = kerikil sedang

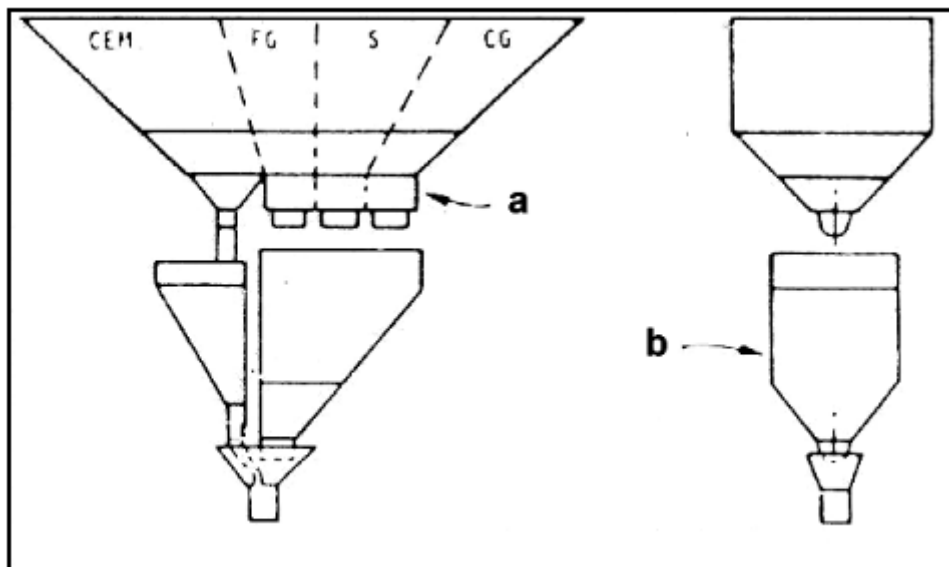
**Gambar 2.7 - Susunan peralatan penakar/silo yang lebih disukai**

**Keterangan :**

a = tampak samping

b = tampak akhir

Agregat yang ditimbang secara otomatis kumulatif dan disalurkan ke pengaduk (*mixer*) melalui ban berjalan (*conveyor belt*). Semen ditimbang secara terpisah dan penuangan dikendalikan, sehingga semen mengalir sewaktu agregat dikirimkan.



CEM = semen; FG = kerikil halus; S = pasir; CG = kerikil kasar

**Gambar 2.8 - Susunan peralatan penakar/silo yang dapat diterima**

**Keterangan :**

a = tampak samping

b = tampak akhir

Agregat ditimbang secara otomatis kumulatif. Semen ditimbang secara terpisah dan penuangan dikendalikan sehingga semen mengalir sewaktu agregat dikirimkan.

#### d. Tipe Pabrik

Faktor yang mempengaruhi pemilihan sistem penakaran yang sesuai adalah (1) skala produksi/ pekerjaan; (2) kecepatan produksi yang diperlukan, dan (3) standar kinerja penakaran yang disyaratkan.

Kapasitas produksi pabrik beton (*batching plant*) ditentukan oleh beberapa faktor seperti sistem penanganan bahan, ukuran silo, ukuran penakaran, dan ukuran alat pengaduk.

Secara umum jenis alat penakar berat terdiri dari tiga kategori yaitu: manual, semiotomatis, dan otomatis penuh. Sedangkan alat penakar volumetrik dapat berupa unit tetap dan yang dapat di pindahkan secara kontinyu yang dilengkapi dengan alat penakar dengan timbangan untuk memperoleh proporsi campuran yang baik dan benar.

##### 1. Penimbangan secara manual

Seluruh pelaksanaan penimbangan dan penakaran bahan beton dilaksanakan secara manual. Pabrik yang bekerja secara manual bisa diterima untuk skala pekerjaan kecil yang mempunyai tingkat kebutuhan jumlah pencampuran yang rendah. Bila terjadi peningkatan volume pekerjaan, pelaksanaan penakaran secara otomatis dengan sendirinya akan lebih baik. Sedangkan usaha untuk meningkatkan kapasitas pabrik yang dilakukan secara manual dengan penakaran cepat dapat mengakibatkan penyimpangan yang berlebihan.

##### 2. Penimbangan secara semiotomatis

Di dalam sistem ini, pintu-pintu silo agregat untuk penuangan dibuka memakai tombol atau tombol tekan yang dioperasikan dengan tangan. Pintu tertutup secara otomatis ketika berat material yang diinginkan telah terpenuhi. Dengan pemeliharaan pabrik yang baik, ketelitian penakaran dapat memenuhi toleransi yang ditetapkan. Sistem harus dirancang sehingga dapat mencegah terjadinya pemasukan dan pengeluaran bahan secara bersamaan. Dengan kata lain, ketika penakar diisi, tidak bisa dituang, dan ketika penakar dituang, tidak bisa diisi. Pemeriksaan secara visual dengan membaca skala timbangan secara langsung dari masing-masing bahan sangatlah penting.

##### 3. Penimbangan secara otomatis

Penakar dengan berat secara otomatis dari semua bahan diaktifkan dengan menekan tombol stater tunggal. Penimbangan dalam satu siklus pencampuran dihentikan bila skala timbangan tidak kembali ke 0.3 persen dari batas nol atau bila toleransi dengan berat yang ditetapkan terlampaui.

##### a). Penimbangan secara otomatis kumulatif

Rangkaian pengendalian yang membentuk urutan satu sama lain, diperlukan untuk tipe penakaran ini. Penakaran dengan berat akan dimulai dan dihentikan secara otomatis, bila toleransi dalam berat ditetapkan lebih dulu, dengan urutan manapun tidak boleh melebihi batas nilai-nilai yang disyaratkan. Siklus penuangan tidak bisa dilakukan saat pintu pengeluaran penakar dalam kondisi terbuka, demikian pula pengeluaran dari penakar belum dapat dilakukan bila pintu pengisi dalam kondisi terbuka atau ada indikasi toleransi timbangan

melebihi batas yang ditetapkan. Sebelum digunakan alat penimbang harus disetel (*disetting*) terlebih dahulu seperti alat kartu berlubang, tombol digital atau jarum penunjuk (*dial rotating*) dan komputer. Proporsi campuran dan jumlah setiap campuran, kelembaban agregat, dikontrol secara manual, grafik atau secara digital untuk merekam berat campuran tiap bahan merupakan peralatan pengganti yang harus disediakan untuk kendali pabrik yang baik.

Perekam harus menghasilkan dua atau lebih catatan sesuai dengan data awal dan lokasi pekerjaan atau proyek, lokasi pengecoran, kadar kelembaban pasir, sarana pengiriman, tanda tangan pengemudi, tanda tangan wakil pembeli, dan jumlah air yang ditambahkan di lokasi proyek.

b). Penimbangan secara otomatis individual

Sistem ini menyediakan timbangan secara terpisah untuk penakaran dari masing-masing ukuran agregat dan setiap material lain yang akan diaduk. Penakaran dengan berat dimulai dengan menekan tombol starter tunggal, dan masing-masing penakar diisi secara serempak. Siklus penimbangan dan penuangan terhenti sendiri bila batas toleransi campuran terlampaui.

4. Penakaran berdasarkan volume

Bila agregat atau material bersifat semen akan dicampur berdasarkan volume, umumnya penakaran dan pencampuran dilakukan secara berlanjut. Untuk memperoleh hasil yang tepat, penakaran dengan volume tersebut dilakukan melalui pintu putar yang dikalibrasi, meneruskan bahan tersebut melalui bukaan yang dikalibrasi atau dengan metoda lain yang akan menghasilkan jumlah volume yang tepat dalam satuan waktu tertentu yang dapat diatur.

a). Kalibrasi

Bila data terbaru berdasarkan pengalaman dengan peralatan dan bahan tertentu yang akan digunakan tidak tersedia, harus dilakukan kalibrasi terhadap peralatan tersebut. Kalibrasi dilakukan sesuai ketentuan yang berlaku dan rekomendasi pabrik. Tujuan kalibrasi ini adalah sebagai acuan bagi operator dan pembeli yang berkaitan dengan alat penunjuk, alat hitung perputaran, dan alat pengontrol jumlah bahan yang diperlukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

b). Pengoperasian peralatan

Pengoperasian peralatan harus dilakukan oleh petugas (operator) yang bertanggung jawab untuk mengoperasikan dan yang mengetahui semua tahap penggunaannya. Operator harus memahami seluk beluk bagaimana membuat penyesuaian bila terjadi perubahan di dalam sistem manapun yang dapat mengakibatkan mutu beton menjadi kurang baik. Pengemasan harus dilakukan dengan hati-hati untuk menjamin bahwa bahan-bahan yang digunakan dalam produksi adalah seragam, dan dalam kondisi yang sama seperti saat digunakan dalam kalibrasi. Peralatan harus dikalibrasi kembali bila diketahui terjadi perubahan pada sumber atau kondisi material, perubahan dalam operasi, dan atau perubahan penting dalam proporsi.

Oleh karena adanya kemungkinan terjadinya variabilitas dalam mutu produk, maka campuran harus dicek terhadap kadar udara, *slump* dan jumlah produk

paling sedikit sekali setiap hari produksi atau pada setiap produksi sebanyak maksimum 80 m<sup>3</sup>.

e. Bahan Bersifat Semen

1. Penakaran

Untuk kebutuhan produksi dengan kapasitas tinggi, cepat dan ketelitian yang tinggi, penakaran semen sebaiknya ditimbang dengan peralatan otomatis. Seluruh peralatan harus dilengkapi pintu untuk keperluan pemeriksaan dan pengambilan contoh uji setiap saat diperlukan. Silo dan penimbang bahan harus dilengkapi dengan alat/ slang peniup angin dan atau alat penggetar dengan maksud mempelancar dalam alat pencampur. Semen harus ditempatkan terpisah dari bahan-bahan beton lainnya sebelum penuangan dalam alat pencampur. Bila campuran menggunakan semen pozzolan atau terak, harus digunakan silo terpisah. Dalam hal penakaran secara kumulatif, cara ini dapat digunakan jika semen ditimbang terlebih dahulu sebelum penimbangan bahan-bahan lainnya.

2. Penuangan ke dalam alat pencampur

Perhatian khusus harus diberikan untuk mencegah kehilangan bahan bersifat semen saat penuangan ke dalam mesin pengaduk (*mixer*). Pada pengadukan dengan beberapa tahap pemasukan bahan, kehilangan bahan bersifat semen harus diperkecil dengan menuangkannya melalui corong karet. Pada pengadukan dengan sistem langsung, seluruh bahan, semen dan pozzolan dapat dituangkan bersama agregat dengan baik melalui corong karet penuangan khusus. Untuk memperoleh pencampuran yang baik, mesin pengaduk harus dilengkapi dengan sebuah pipa untuk menuang ke bagian tengah mesin pengaduk setelah air dan agregat masuk kedalam mesin pengaduk (*mixer*). Variasi cara penuangan bahan-bahan ke dalam mesin pengaduk selama pelaksanaan pencampuran dapat berpengaruh terhadap keseragaman mutu dari setiap siklus pengadukan.

f. Penakaran Air

1. Peralatan penakaran

Pada pekerjaan-pekerjaan besar dan pada pabrik-pabrik penakaran dan pencampuran terpusat dengan skala produksi yang tinggi, ketelitian penakaran air didapatkan dengan penggunaan alat penakar berat atau alat ukur yang bekerja secara otomatis. Peralatan dan metode-metode yang digunakan dalam seluruh kondisi pelaksanaannya harus mampu mengukur dalam toleransi 1 (satu) persen dari yang disyaratkan. Tangki atau silinder tegak dengan lubang penuanganditengahnya dapat diijinkan sebagai alat bantu penimbangan, tetapi tidak boleh digunakan sebagai alat pengukuran langsung. Untuk ketelitian pengukuran harus digunakan alat ukur digital. Paling tidak, harus menggunakan gelas ukur. Semua peralatan penakaran air harus dirancang sehingga mudah untuk dikalibrasi, sehingga ketelitian pengukuran dapat dengan cepat diperiksa kebenarannya.

2. Penentuan kelembaban agregat dan koreksinya.

Penghitungan koreksi jumlah seluruh air pencampur tergantung pada tingkat ketelitian dan variasi kelembaban agregat (terutama pasir) yang digunakan pada saat pengadukan. Agregat dengan permukaan kering akan menyerap air bebas

dalam campuran beton. Pemakaian alat pengukur kadar kelembaban pasir sering dilakukan di pabrik pembuatan beton, dan bila kelembaban agregat dapat dijaga secara baik, maka penentuan jumlah air pencampur dapat dikompensasikan dengan kadar kelembaban pasimya. Kontrol kelembaban dapat juga dilakukan dengan koreksi langsung, memakai alat kompensator otomatis dimana jumlah air dapat diproporsikan didasarkan pada kadar kelembaban agregat yang ada.

### 3. Jumlah seluruh air pencampur

Keseragaman dalam penakaran jumlah air pencampur, selain ketepatan penimbangan air yang ditambahkan, juga perlu diperhitungkan adanya sumber air tambahan seperti air pembilas *mixer* yang perlu dikontrol. Besarnya toleransi yang diijinkan adalah sebesar  $\pm 3\%$  dari total air pencampur.

#### g. Penakaran Bahan Tambahan

Dalam praktek, penggunaan bahan tambahan dalam campuran beton umum dilakukan. Toleransi dalam penakaran dan penuangan serta mekanisme penuangan sebagaimana dijelaskan sebelumnya untuk bahan-bahan lainnya, juga berlaku untuk bahan tambahan. Peralatan penakar dan pencampur bahan tambahan yang digunakan harus dapat dengan mudah dikalibrasi. Bila penunjuk waktu alat ukur volume (*dispensers*) tidak diaktifkan untuk bahan tambahan volume besar, harus digunakan tabung kontrol berskala yang secara visual dapat dibaca sekaligus dapat digunakan untuk penakaran.

#### h. Pengukuran bahan untuk pekerjaan skala kecil

Jika volume beton pada suatu pekerjaan cukup kecil, pelaksanaan penakaran dan pencampuran dapat dilakukan di lokasi konstruksi. Dalam hal ini dapat menggunakan beton siap pakai atau penggunaan alat pencampur yang dapat dipindahkan atau alat pencampur kontinyu. Jika kedua-duanya tidak tersedia, penakaran harus dilakukan dengan hati-hati dengan cara yang umum digunakan di lokasi pekerjaan. Kantong bahan bersifat semen harus dilindungi dari kelembaban dan pengantongan non standar jangan digunakan kecuali setelah ditimbang tepat.

#### i. Pertimbangan lain

Selain ketelitian dalam penakaran bahan-bahan yang digunakan, pelaksanaan kegiatan pekerjaan secara benar harus dilakukan guna memperoleh keseragaman mutu beton. Bahan-bahan yang dicampurkan dalam setiap kali pengadukan harus dijamin memiliki tingkat keseragaman yang baik, demikian juga urutan penuangan dan pencampuran harus sesuai dengan yang telah ditetapkan. Bila memungkinkan, ruang kontrol pusat pencampuran, harus ditempatkan dalam posisi dimana operator dengan cermat dan jelas dapat melihat timbangan dan alat pengukuran dengan mudah selama penakaran dan pencampuran beton, serta penuangan adukan beton, tanpa meninggalkan tempat duduknya.

Beberapa kekurangan yang biasa terjadi dan perlu dihindari adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya tumpang tindih siklus pencampuran,
2. Terbangnya bahan-bahan,
3. Berkurang atau bertambahnya sebagian campuran bahan dari siklus pencampuran yang berbeda.

### 2.2.9.3 Pencampuran

#### a. Persyaratan Umum

Pencampuran harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan produksi beton dengan mutu yang seragam. Karena itu, peralatan dan metode yang digunakan harus mampu mencampur bahan-bahan beton secara efektif terutama untuk campuran yang mengandung agregat dengan besar butiran maksimum untuk produksi beton yang seragam dengan *slump* praktis terendah. Rekomendasi terhadap ukuran agregat maksimum dan *slump* yang diinginkan berdasarkan jenis dan elemen konstruksi disyaratkan dalam revisi SNI 03-2847-1992 yang biasanya dituangkan pula dalam rencana kerja dan syarat-sarat (RKS). Pencampuran yang homogen, kapasitas transportasi dan metode pengecoran yang sama baiknya harus diupayakan agar beton tetap plastis dan tidak terjadi adanya sambungan dingin (*cold joints*) selama pengerjaan.

#### b. Peralatan Pencampur

Mesin pengaduk (*mixer*) dapat merupakan salah satu bagian dari usaha pencampuran beton terpusat atau alat campur yang dapat dipindahkan. *Mixer* yang dirancang dengan baik dilengkapi pisau dalam wadah berbentuk drum yang menjamin pencampuran bahan dapat berlangsung secara baik melalui gerakan sejajar sumbu putar atau suatu gerakan menggulung (*rolling*), saling membalikkan dan mencampur. Persyaratan teknis berbagai tipe *mixer* harus sesuai dengan standar *mixer* yang berlaku yang diberikan oleh asosiasi beton siap pakai.

Tipe-tipe peralatan pencampur yang umum adalah sebagai berikut:

##### 1. Drum *mixer* yang dapat dimiringkan (*Tilting drum mixer*)

*Mixer* bentuk drum yang berputar, dimana saat pengeluaran isinya dengan cara mengungkit atau memiringkan sumbu drum, sedangkan saat pencampurannya, sumbu drum dapat disesuaikan pada posisi horizontal atau miring.

##### 2. Drum *mixer* yang tidak dapat dimiringkan (*Non-tilting drum mixer*)

*Mixer* bentuk drum yang berputar, dimana waktu pengisian, pencampuran dan pengeluaran isinya, posisi sumbu drum tetap horizontal.

##### 3. *Mixer* tegak (*Vertical shaft mixer*)

*Mixer* tipe ini sering juga disebut *mixer* turbin atau *mixer* panci. Pencampuran dilakukan dengan memutar baling-baling atau pedal pada sumbu vertikal yang dipasang di pusat wadah berbentuk panci yang tidak bergerak atau yang berputar berlawanan arah terhadap perputaran baling-baling. Proses pengadukan dapat diamati dan jika diperlukan, dapat dengan mudah dilakukan penyesuaian. Tipe *mixer* ini sangat baik untuk pengadukan beton yang relatif kering dan banyak dipakai di laboratorium pengujian beton dan di pabrik-pabrik pembuatan barang-barang dari beton.

##### 4. *Mixer* pedal (*Paddle mixer*)

*Mixer* ini menggunakan pisau-pisau yang dipasang horizontal dan cocok untuk campuran beton yang relatif kering. *Mixer* ini juga digunakan terutama dalam produksi barang-barang beton pracetak.

5. Truk pencampur (*Truck mixer*)

Dikenal 2 (dua) tipe truk pencampur yang menggunakan drum berputar, yaitu: tipe dengan pengeluaran isi dari belakang drum dan tipe dengan pengeluaran isi dari bagian muka drum. Pada tipe pertama, pencampuran dengan sumbu miring adalah yang banyak dipakai. Kedua tipe tersebut menggunakan sirip-sirip yang dipasang pada drum untuk mengaduk beton pada posisi pengadukan dan mengeluarkan beton pada saat drum diputar ke arah sebaliknya.

6. Alat pencampur kontinu (*Continuous mixing equipment*)

Pencampuran dilakukan dengan pisau berbentuk spiral yang berputar dengan kecepatan tinggi yang ditempatkan dalam tabung besar tertutup pada posisi miring 150 sampai 250 terhadap garis horizontal.

c. Beton yang dicampur di pusat pengadukan

Beton yang dicampur di pusat pengadukan adalah beton yang seluruhnya dicampur dalam alat pencampur (*mixer*) yang dipasang tetap di suatu tempat, kemudian dikirim ke tempat lain dengan alat pengangkut. Peralatan transportasi ini dapat berupa truk *mixer* yang berfungsi sebagai agigator atau truk yang atasnya terbuka dengan atau tanpa agigator. Adanya kecenderungan terjadinya segregasi, membatasi jarak yang memungkinkan dapat dilayani dengan peralatan tanpa dilengkapi agigator.

Pencampuran pada pusat pengadukan beton biasanya dilakukan sampai diperoleh campuran yang homogen, dimana selanjutnya diangkut dengan menggunakan truk *mixer* dengan drum terus berputar. Jumlah maksimum volume beton yang dapat diangkut truk pencampur dibatasi sampai 63 % volume drum.

d. Beton yang dicampur di truk

Pencampuran dalam truk merupakan proses dimana bahan-bahan beton ditakar terlebih dahulu di pusat pencampuran beton dan dimasukkan ke dalam truk pencampur beton siap pakai untuk pencampuran dan pengiriman sampai lokasi konstruksi/proyek. Untuk mendapatkan hasil yang baik, volume seluruh bahan yang dicampur tidak boleh melampaui 63 persen dari volume drum.

e. Pengisian dan pencampuran

Cara dan urutan pengisian bahan-bahan ke dalam *mixer* merupakan langkah kerja yang sangat penting untuk memastikan bahwa beton tersebut dicampur dengan baik.

Untuk mesin pengaduk di pusat pencampuran, perlu dilakukan pencampuran awal pada saat adanya aliran bahan-bahan masuk ke dalam *mixer*.

Dalam mesin pengaduk berupa truk (*mixer* truk), seluruh prosedur pemasukan bahan harus direncanakan dengan baik untuk menghindari penggumpalan material, terutama pasir dan semen, khususnya pada bagian atas drum selama pengisian. Untuk ini, penuangan bahan ke dalam drum dimulai dengan agregat kasar sebanyak 10 % dan air terlebih dahulu sebelum pasir dan semen.

Penuangan air kedalam campuran perlu mendapat perhatian khusus. Setelah seluruh bahan-bahan lain tercampur, biasanya sekitar seperempat sampai sepertiga air harus ditambahkan pada saat-saat akhir pengadukan. Pipa penuangan air harus dirancang sesuai kebutuhan dan ukurannya sedemikian hingga dapat masuk dengan baik di



dalam *mixer* dan penuangan diakhiri dalam waktu 25 persen pertama dari waktu pencampuran.

Bahan-bahan tambahan kimia harus dituangkan ke dalam *mixer* (pencampur) pada saat yang sama sesuai urutan pencampuran bahan dalam setiap siklus pencampuran. Bahan-bahan tambahan cair harus dituangkan dengan air atau pada pasir lembab, dan bahan-bahan tambahan yang berupa bubuk harus diaduk ke dalam *mixer* (pencampur) dengan bahan kering lain. Bila bahan tambahan yang digunakan lebih dari satu macam, masing-masing harus ditakar dan diaduk (*batched*) secara terpisah, kecuali jika pencampuran sebelumnya menunjukkan kesesuaian dan bahan-bahan tersebut harus diencerkan lebih dulu sebelum masuk ke dalam *mixer* (pencampur).

#### 1. Pencampuran di pusat pengadukan

Prosedur untuk pengisian bahan ke dalam *mixer* (pencampur) terpusat lebih bebas dibanding pengisian bahan-bahan ke dalam truk pencampur (*truck mixers*). Ini disebabkan drum pencampur sentral yang berputar tidak diisi penuh seperti halnya truk pencampur dan baling-baling serta metoda pencampurannya juga sangat berbeda. Dalam truk pencampur, sedikit sekali terjadi proses pelipatan (*folding action*) dibandingkan dengan pengaduk (*mixer*) tetap. Bagaimanapun, ukuran *batch* tidak boleh melampaui kapasitas yang diijinkan pabrik seperti yang ditandai pada pelat nama *mixer* (pencampur).

Waktu pencampuran yang dibutuhkan harus didasarkan pada kemampuan *mixer* untuk memproduksi beton yang seragam untuk seluruh produksi. Rekomendasi yang disarankan dari pabrik dan spesifikasi umum, seperti 60 detik (1 menit) untuk 3/4 m<sup>3</sup> ditambah 15 detik (1/4 menit) untuk setiap tambahan meter kubik dari kapasitas, dapat digunakan sebagai acuan baku untuk menetapkan awal waktu pencampuran. Batas waktu akhir pencampuran yang digunakan harus didasarkan pada hasil uji kinerja *mixer* dalam tenggang waktu sesering mungkin sepanjang pekerjaan berlangsung. Waktu pencampuran diukur sejak waktu seluruh bahan telah masuk ke dalam *mixer*. Pengukuran waktu dalam setiap siklus pencampuran dengan indikator yang dapat didengar (*audible*) digunakan dalam kombinasi dengan pembatas yang mana mencegah terjadinya kelebihan atau kekurangan penakaran dan waktu pencampuran dari setiap siklus pencampuran. Untuk mencegah terjadinya pengeluaran isi *mixer* sebelum waktu yang ditentukan, indikator ini diperlukan baik pada automatic plants maupun manual plant. *Mixer* harus dirancang untuk bekerja dan berhenti pada beban maksimum.

#### 2. Pencampuran di truk pengadukan

Biasanya 70 sampai 100 putaran kecepatan aduk yang disyaratkan untuk truk pencampur. Dengan urutan pengisian yang baik, umumnya truk pencampur dapat menghasilkan beton yang seragam dan homogen dalam 30 sampai 40 putaran.

Jumlah seluruh putaran pada pencampuran tidak boleh melebihi 300 putaran. Ini untuk mencegah terjadinya penggerusan pada agregat yang lunak, kehilangan *slump*, keausan pada dinding *mixer* dan efek lain yang tidak diinginkan, khususnya untuk beton dalam cuaca panas.

Pencampuran akhir dapat dilaksanakan di tempat produksi, dalam perjalanan ke lokasi proyek atau pula dilaksanakan di lokasi proyek.

Jika waktu tambahan telah dilampaui setelah pencampuran dan sebelum pengeluaran isi *mixer*, kecepatan putaran dikurangi atau dihentikan. Selanjutnya, sebelum pengeluaran isinya, *mixer* harus diputar kembali untuk menjaga plastisitas dan keseragaman campuran dengan kecepatan pengadukan selama kira-kira 30 putaran.

a). Memperpanjang waktu pengangkutan

Langkah ini sering disebut pencampuran kering untuk mengantisipasi terjadinya perjalanan yang lama dan kondisi lalu lintas berat sehingga keterlambatan pengecoran beton tidak dapat dielakkan, dengan menunda pencampuran semen dengan air. Bagaimanapun bila semen tercampur dengan agregat dalam keadaan lembab akan terjadi proses hidrasi semen. Oleh karena itu, penyimpanan bahan-bahan yang digunakan dalam cara ini perlu diperhatikan.

Salah satu cara ialah mencampurkan bahan-bahan kering ke dalam truk *mixer* beton siap pakai dan mengangkutnya sampai lokasi pekerjaan, selanjutnya seluruh air pencampur ditambahkan dan diaduk hingga homogen. Untuk menghasilkan adukan yang seragam, kecepatan pencampuran dan penambahan air harus diatur sedemikian hingga seluruh bagian drum dapat tercampur dengan baik, yaitu dengan menyemprotkan air bertekanan dari muka dan belakang drum pencampur. Biasanya pencampuran akan mencapai kondisi sempurna dengan jumlah putaran 70 sampai 100 kali putaran. Jumlah volume beton yang dapat diangkut dengan truk pencampur (*truck mixer*) dengan metoda ini adalah 63 persen dari volume drum.

3. Air

a). Air pencampur

Air yang diperlukan untuk pencampuran beton sampai konsistensi (*slump*) yang diinginkan dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jumlah putaran dan kecepatan pencampuran, waktu pengeluaran dan temperatur lingkungan. Dalam cuaca dingin dan penyerahan (pengiriman) segera, terjadinya masalah seperti penurunan *slump*, air pencampur berlebihan, permasalahan dalam pengeluaran isi, penanganan dan pengecoran, jarang terjadi. Sebaliknya akan terjadi bila penyerahan pengirimannya lambat atau tidak beraturan dan cuaca panas. Kehilangan kelecakan selama cuaca panas dapat diperkecil dengan mempercepat penyerahan dan pengecoran serta dengan pengendalian temperatur beton. Juga dianjurkan untuk menggunakan bahan penghambat pengerasan beton (*retarder*) untuk memperpanjang waktu pengerasan setelah dicorkan (ditempatkan). Bila memungkinkan semua air pencampur harus dicampurkan di pusat pengadukan. Walaupun demikian, yang diinginkan dalam udara panas adalah untuk menunda penambahan sebagian air pencampur sampai *mixer* tiba di lokasi pekerjaan, kemudian sisa air yang dibutuhkan ditambahkan, serta tambahan 30 putaran pada kecepatan pencampuran sehingga air tambahan dapat tercampur dengan sempurna.

b). Penambahan air di tempat pekerjaan

Faktor air-semen maksimum tidak boleh dilampaui. Jika semua air yang diijinkan oleh spesifikasi belum ditambahkan saat mulai pencampuran,

diperbolehkan menambah air sisa di tempat penyerahan. Harus dicatat bahwa sekali sebagian dari satu siklus pencampuran telah dikeluarkan, menjadi tidak praktis untuk mempehitungkan faktor air-semen yang dihasilkan dengan penambahan air.

Produksi beton dengan *slump* yang berlebihan atau menambahkan air melebihi proporsi faktor air-semen yang ada untuk menyesuaikan kehilangan *slump* akibat keterlambatan dalam penyerahan atau pengecoran, tidak diperbolehkan.

Penggunaan bahan kimia pembantu yang menambah plastisitas beton (*superplasticizer*) diperbolehkan untuk meningkatkan *slump*, selama faktor air-semen yang rendah tetap terjaga. Penambahan dapat dilakukan oleh pemasok beton atau kontraktor dengan berbagi teknik sesuai ketentuan yang berlaku. Bila bahan tambahan ini digunakan, penggetaran untuk pemadatan dapat dikurangi, tetapi untuk elemen dinding dan beton tercetak miring, beberapa getaran masih diperlukan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap dalam adukan.

c). Air pencuci

Pada umumnya, produsen beton perlu mencuci dan membilas bagian belakang sirip pengaduk dengan mencuci keseluruhan dan membuang air pencucinya setelah pengecoran selesai. Udara panas dan rancangan campuran yang berbeda mensyaratkan dilakukannya pencucian dan pembuangan air pencuci pada setiap kali selesai pengadukan. Air bilas tidak diperbolehkan tertinggal dalam *mixer*, air tersebut harus dibuang sebelum penggantian siklus pengadukan. Peraturan tentang pengendalian polusi akibat bahan sisa telah membuat air pencuci terus bertambah; karena beberapa pertimbangan, sering dilakukan penggunaan kembali air bekas pencuci dan sisa agregat sebagai bahan pencampur dalam pembuatan beton. Hal ini dapat dilakukan sepanjang dilakukan pengendalian mutu secara baik yang dibuktikan dengan tidak menurunnya mutu beton yang dihasilkan.

f. Temperatur campuran

Keseragaman beton untuk setiap pengadukan dari suatu *mixer*, terutama yang menyangkut *slump*, kebutuhan air bebas, dan kadar udara, juga tergantung pada keseragaman temperatur beton. Oleh karena itu, perlu ada pembatasan temperatur minimum dan maksimum pada beton dan ini dikendalikan sepanjang proses pembetonan.

#### 2.2.9.4 Transportasi

a. Umum

Beton dapat diangkut dengan berbagai metoda dan peralatan, seperti *mixer* truk, truk terbuka bagian atas dengan dan tanpa agitator, buket yang ditarik oleh truk atau gerbong kereta api (*railroad car*), dengan pipa baja (*pipeline*), pipa karet (*hose*) atau ban berjalan (*conveyor belts*). Transportasi yang digunakan harus secara efisien mengirim beton sampai tempat pengecoran tanpa mengubah secara berarti sifat-sifat yang diinginkan seperti: faktor air-semen, *slump*, kadar udara dan homogenitas. Masing-masing metoda transportasi mempunyai keuntungan dalam kondisi-kondisi

tertentu seperti: jenis bahan dan proporsi campuran, tipe dan pencapaian ke tempat pengecoran, kapasitas pengiriman yang dibutuhkan, lokasi pusat pencampuran (*batch plant*), kondisi cuaca, dan lain-lainnya. Kondisi-kondisi variasi ini harus secara hati-hati ditinjau dalam memilih tipe transportasi yang terbaik dan cocok secara ekonomis untuk memperoleh beton berkualitas pada tempatnya.

b. Drum Berputar

Dengan metoda ini, truk *mixer* seperti yang diuraikan dimuka bertindak selaku unit transportasi bergerak. Drum diputar pada kecepatan pengisian selama masa pengisian bahan-bahan dan dikurangi hingga kecepatan pengadukan atau dihentikan setelah pengisian bahan-bahan lengkap. Waktu yang berlalu sebelum pengeluaran beton dapat sama seperti untuk pencampur truk (*truk mixer*) dan volume yang dibawa dapat ditingkatkan sampai 80 persen dari kapasitas drum (lihat ASTM C 94).

c. Badan Truk Dengan dan Tanpa Suatu Agitator

Unit-unit yang digunakan dalam bentuk transportasi ini biasanya terdiri dari truk dengan badan yang bagian atasnya terbuka menjulang, walaupun tempat sampah bagian bawah truk telah digunakan dengan baik. Badan metal perlu mempunyai bidang-kontak efektif dan pada umumnya dirancang untuk penuangan beton di bagian bawah ketika badan dimiringkan. Suatu pintu penuangan dan *vibrator* (alat penggetar) pada atas badan harus disediakan pada titik penuangan untuk kontrol aliran. Suatu agitator membantu penuangan dan besi strip mencampur beton *unloaded*. Air tidak boleh ditambahkan pada beton dalam badan truk karena tidak ada pencampuran dilakukan oleh agitator.

Gunakan penutup pelindung badan truk selama periode cuaca *inclement*, pembersihan yang sesuai dari semua bidang-kontak, dan memperlancar kontribusi *haul roads* terhadap efisiensi mutu dan operasional dari bentuk transportasi ini. Waktu penyerahan (pengiriman) maksimum biasanya disyaratkan adalah 30 sampai 45 menit, walaupun kondisi cuaca boleh memerlukan waktu lebih pendek atau mengijinkan waktu lebih panjang.

d. Buket beton pada truk atau lori

Metoda pengangkutan beton massa ini biasa digunakan dari tempat pengadukan sampai ke lokasi dekat pengecoran. Sebuah alat pengangkut (*crane*) lalu mengangkat buket isi beton tersebut sampai lokasi pengecoran sesungguhnya. Adakalanya gerbong pemindah yang berjalan pada rel kereta api digunakan untuk mengangkut beton dari pusat pengadukan ke buket-buket beton yang bekerja pakai kabel-kabel pengangkut.

Pemindahan beton dari gerbong pemindah ini harus dikendalikan dengan baik untuk mencegah segregasi. Waktu penyerahan (pengiriman) untuk transportasi memakai buket-buket beton ini adalah sama seperti pada unit-unit tanpa pengadukan lainnya, biasanya 30 sampai 45 menit.

e. Metoda-metoda lainnya

Transportasi beton dengan cara pemompaan dan dengan ban berjalan (*belt conveyors*) akan dibahas tersendiri dalam pasal 9 dan 10 pada ACI 304R-89. Penyerahan (pengiriman) dengan helikopter telah digunakan untuk daerah yang sulit dijangkau, di mana peralatan pengangkutan lainnya tidak bisa digunakan. Sistem ini

biasanya menggunakan salah satu metoda lainnya untuk mengangkut beton ke helikopter yang selanjutnya mengangkat beton tersebut dengan buket ringan ke lokasi pengecoran.

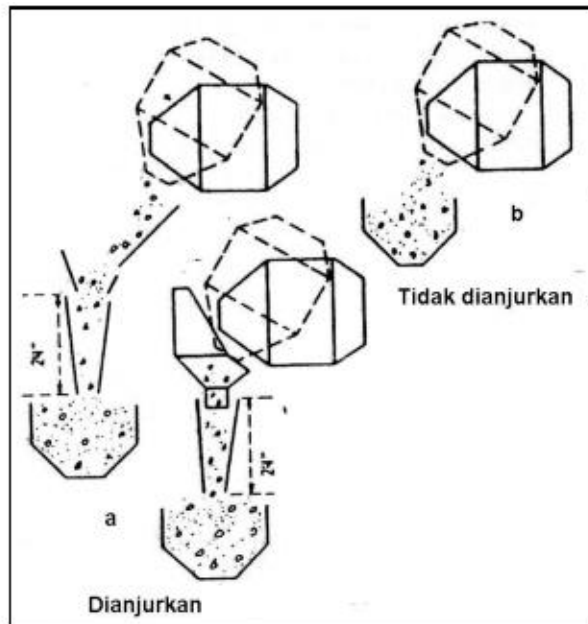
### 2.2.9.5 Pencurahan

#### a. Pengeluaran Isi *Mixer*

Mesin pengaduk (*mixer*) harus mampu untuk menuang bahan beton yang mempunyai *slump* terendah yang disyaratkan untuk elemen struktur tertentu, tanpa terjadi segregasi atau pemisahan agregat kasar dari mortar. Sebelum menuangkan keluar, beton yang diangkut dalam truk *mixer*, drum harus diputar terlebih dahulu pada kecepatan pencampuran sebanyak 30 putaran untuk mengaduk ulang bahan-bahan yang tertahan pada mulut pengeluaran drum untuk setiap siklus pengadukan.

#### b. Cara-cara Yang Benar dan Tidak Benar Dalam Penanganan Adukan Beton

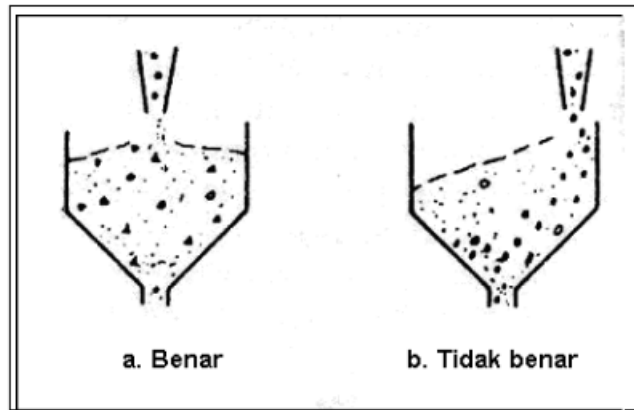
Keseragaman beton yang diperoleh dari pengadukan yang efektif dalam *mixer* akan rusak jika pengeluaran beton dari *mixer* tersebut tidak dikendalikan dengan baik (lihat Gambar 2.9 s/d Gambar 2.13)



**Gambar 2.9 - Pengendalian pemisahan adukan beton yang dituang dari *mixer***

#### Keterangan:

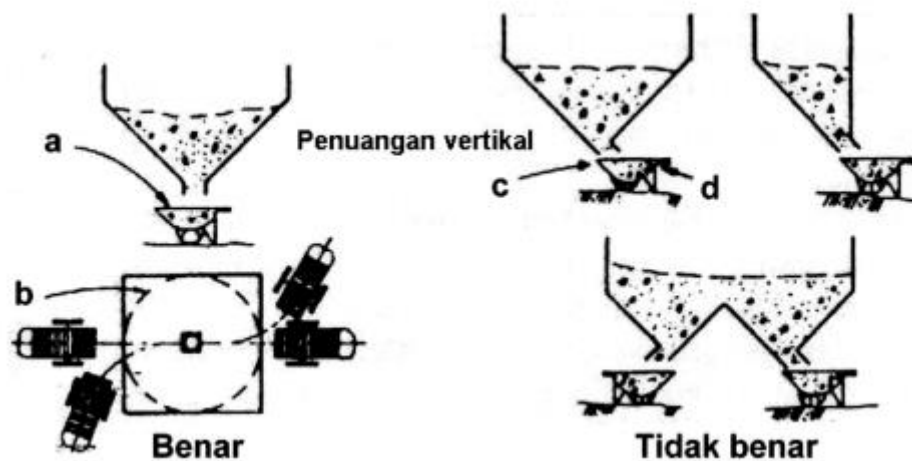
- a = Dua cara penuangan beton yang disetujui untuk mencegah terjadinya pemisahan (segregasi) tanpa melihat panjangnya saluran penuangan atau ban berjalan (*conveyor*) yang menuangkan adukan beton kedalam buket, mobil (*car*), truk, atau corong (*hoppers*).
- b = Penuangan beton harus jatuh ditengah-tengah buket, mobil, truk, atau corong (*hopper*).



**Gambar 2.10 - Penuangan beton ke dalam corong atau buke**

**Keterangan:**

- a. Benar = penuangan beton langsung ditengah-tengah bukaan pengeluaran
- b. Tidak benar = penuangan beton jatuh disisi miring corong (*hopper*)



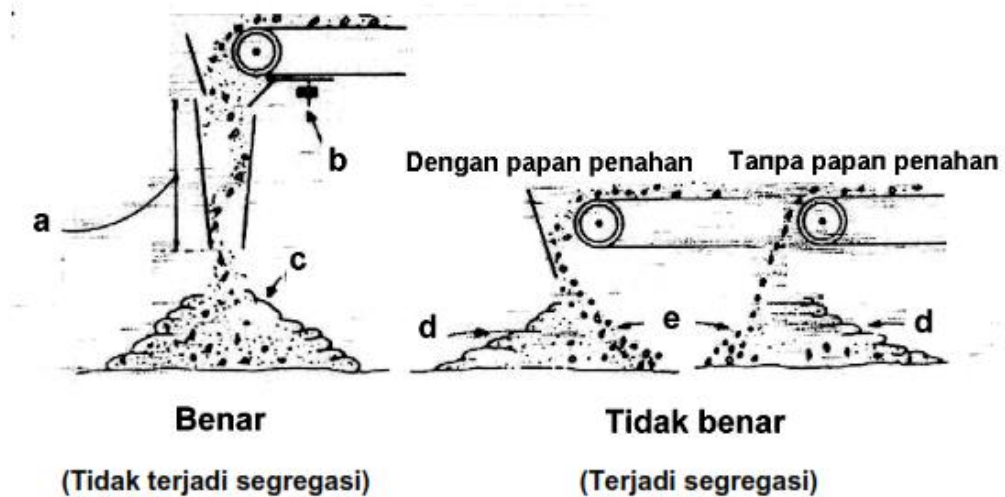
**Gambar 2.11 - Penuangan dari corong pengisian untuk mengisi kereta dorong (buggy) pengangkut adukan beton**

**Keterangan:**

- a = tanpa terjadi segregasi
- b = persegi atau bundar
- c = mortar
- d = agregat

Benar = Penuangan dari bukaan ditengah jatuh vertikal masuk ke tengah kereta dorong (*buggy*), dengan cepat dialirkan melalui corong yang mempunyai dua pintu penuangan dari sisi yang berlawanan.

Tidak benar = Pintu corong yang miring akan mempengaruhi aliran adukan beton bila tidak dikendalikan, dan dapat menyebabkan pemisahan sewaktu pengisian kereta dorong (*buggy*).



**Gambar 2.12 - Pengendalian pemisahan (segregasi) beton pada ujung ban berjalan**

**Keterangan:**

a = tinggi jatuh 600 mm

b = beban/pemberat dari karet

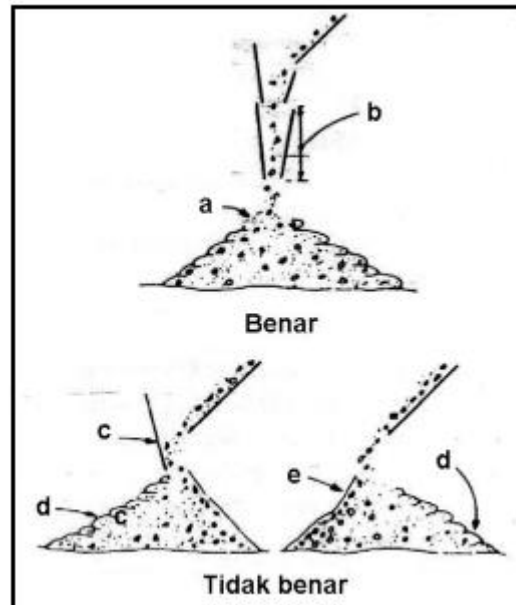
c = tidak terjadi pemisahan

d = mortar

e = agregat kasar

Benar = Pengaturan diatas mencegah terjadinya pemisahan bahan dalam beton saat penuangan kedalam corong, buket, mobil pengangkut, truk atau cetakan.

Tidak benar = Ujung ban berjalan tidak diberi alat pengendali yang sesuai atau tanpa penahan sama sekali sehingga menyebabkan terjadinya pemisahan antara mortar dan agregat kasar.



b. Diberi ruang dengan minimum tinggi jatuh 600 mm

**Gambar 2.13 - Pengendalian segregasi pada ujung saluran adukan beton**

**Keterangan:**

a = tanpa pemisahan

b = tinggi jatuh 600 mm

c = papan penahan

d = mortar

e = agregat kasar

Benar = Pengaturan seperti diatas dapat mencegah terjadinya pemisahan bahan dalam beton saat penuangan kedalam corong, buket, mobil pengangkut, truk atau cetakan.

Tidak benar = Tidak tepat atau tidak mempunyai kendali pada ujung saluran adukan beton yang sembarang, betapun pendeknya. Biasanya, papan penahan hanya mengubah arah pemisahan.

Penuangan dari *mixer*, truk *mixer* atau lainnya dengan posisi miring sama baiknya dengan saluran yang panjang tapi tidak berlaku untuk beton yang dituang kedalam saluran lainnya atau pada ban berjalan.

c. Kinerja *Mixer*

Kinerja *mixer* biasanya ditentukan oleh serangkaian uji keseragaman yang dibuat pada pengambilan contoh uji dari dua atau tiga lokasi dalam *batch* beton setelah diaduk untuk jangka waktu tertentu (lihat ASTM C 94 dan CE-CRD-C55). Persyaratan kinerja *mixer* didasarkan pada perbedaan yang diijinkan dari hasil pengujian dua contoh uji yang diambil dari dua lokasi sembarang atau dari satu lokasi individual dan rata-rata dari semua lokasi. NRMCA mempunyai suatu uraian prosedur mengenai hal ini dan merupakan suatu acuan yang sangat baik.



Di antara beberapa pengujian yang digunakan untuk mengontrol kinerja *mixer*, yang paling umum: kadar udara, *slump*, berat isi mortar padat, kadar agregat kasar dan kuat tekan.

Aspek penting lainnya dari kinerja *mixer* adalah keseragaman beton antar siklus pencampuran yang dipengaruhi oleh keseragaman material dan penakarannya serta efisiensi *mixer*. Pengamatan visual atas beton selama pencampuran dan pengeluarannya dari *mixer* dapat membantu dalam memelihara keseragaman campuran, terutama sekali keseragaman kelecakannya. Alat perekam konsistensi, seperti yang beroperasi dan kuat arus dalam ampere, mendukung penggerak motor elektrik yang menggerakkan drum *mixer* telah terbukti bermanfaat.

Metoda kontrol yang paling efektif untuk menjaga keseragaman antar siklus pencampuran (*batch-to-batch*) adalah menjadwalkan secara teratur program pengujian beton basah yang mencakup berat isi (*unit weight*), kadar udara, *slump*, dan temperatur. Walaupun pengujian kekuatan merupakan ukuran yang sangat baik dalam pengendalian mutu dipekerjaan, hasil-hasilnya diperoleh sangat terlambat untuk dijadikan pegangan praktis dalam mengontrol produksi harian pekerjaan beton.

#### d. Pemeliharaan

*Mixer* harus dirawat dengan baik untuk mencegah kebocoran mortar dan material kering. Permukaan *mixer* bagian dalam harus dijaga tetap bersih dan pisau-pisau pengaduk yang sudah aus harus diganti. *Mixer* yang tidak memenuhi uji kinerja sesuai Pasal 2.2.9.4.c tidak boleh dipakai sampai dilakukan perbaikan dan pemeliharaan yang diperlukan.

### 2.2.9.6 Pematatan

Maksud pematatan beton adalah untuk memastikan bahwa diperoleh kepadatan maksimum dan bahwa kontak menyeluruh antara beton dengan permukaan baja penulangan dan acuan dapat dicapai.

Pematatan menyeluruh sangat penting karena menghasilkan:

- a. Kekuatan maksimum
- b. Beton yang padat dan kedap air
- c. Pembentukan sudut dengan baik
- d. Penampilan permukaan yang baik
- e. Ikatan yang baik dengan penulangan baja, dan
- f. Selimut (penutup) beton yang padat pada penulangan baja.

Beton harus dipadatkan dengan benar untuk menjamin bahwa kekuatan, ketahanan dan penyelesaian permukaan yang disyaratkan dapat dipenuhi. Pematatan dapat dilaksanakan dengan penggetar (*vibrator*) celup atau "poker", penggetar acuan luar (*external*), penggetar permukaan, penggetar papan perata atau menggunakan batang tongkat (*hand rodding*). (Pematatan dengan tangan tidak boleh digunakan untuk beton struktural).

Di tempat penulangan rapat, seperti pada angker pada pekerjaan *post-tensioning* beton, langkah-langkah khusus mungkin perlu untuk menjamin pengecoran dan pematatan beton yang menyeluruh. Langkah-langkah tersebut mencakup:

- a. Desain kembali campuran
- b. Memperkecil ukuran agregat kasar

- c. Penggunaan bahan tambahan lain
- d. Penyesuaian jarak antara penulangan
- e. Menaikan intensitas getaran.

Kebanyakan pemadatan dilakukan dengan penggetar berfrekuensi tinggi yang digetarkan di dalam (*internally*) atau di luar (*externally*) massa beton.

*Vibrator* luar (*external*), yang menggunakan listrik atau udara dan dipasang dengan kencang pada acuan, seringkali dipakai dalam pekerjaan pracetak di mana penampang melintang tipis dan banyak penulangan. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan suatu penyelesaian permukaan berstandar tinggi pada unit pracetak. Biasanya dipakai bersamaan dengan penggetar dalam (*internal*).

Penggetar acuan luar hanya dipakai pada acuan khusus (*purpose-build*) yang ditulangi pada titik-titik penempatan penggetar. Penggunaan penggetar acuan luar yang salah dapat menyebabkan kerusakan pada acuan dengan pengaruh terhadap bentuk permukaan beton tadi.

Penggetar dalam (*internal*) memberikan cara paling efektif untuk pemadatan beton. Penggetar standar mempunyai poros (*shaft*) dengan keseimbangan eksentris dan dijalankan dengan kecepatan tinggi (5.000 hingga 13.000 putaran per menit). Penggetar ini digerakkan dengan listrik, udara bertekanan (kompresi) atau motor *internal combustion* dan dibuat dalam berbagai ukuran dengan diameter dari 25 hingga 150 mm.

Papan perata bergetar tidak cukup efektif untuk digunakan tersendiri, dan penggetar permukaan harus dilengkapi dengan penggetar dalam di sekitar pinggir pelat kereb dan bagian yang tebal lainnya. Hal ini digunakan untuk membentuk permukaan atas beton dan memerlukan penempatan papan perata yang tepat untuk memberi profil permukaan yang ditentukan.

#### **2.2.9.7 Pekerjaan Akhir**

Penyelesaian akhir termasuk pekerjaan pinggir (*edging*), sambungan, penghalusan (*floating*), perataan (*trowelling*), dan penyapuan. Kegiatan ini tidak boleh dimulai sebelum pengerasan awal berlangsung, yang ditandai oleh hilangnya air permukaan bebas dan hilangnya kilap (*sheen*) permukaan.

Dalam kondisi banyak angin, mungkin perlu menutup retak pada permukaan dengan penyelesaian kembali.

Semen tidak boleh dipakai untuk menyerap air permukaan karena ini dapat berakibat permukaan lemah, atau permukaan berbukuk.

#### **2.2.9.8 Perawatan**

- a. Alasan Perawatan

Tujuan perawatan adalah menahan kelembaban di dalam beton pada waktu semen berhidrasi, dan oleh karena itu usahakan tercapai kekuatan struktur yang diinginkan dan tingkat kededapan (*impermeabilitas*) yang disyaratkan untuk ketahanannya. Permukaan beton yang tidak dirawat akan terkikis lebih cepat dari pada yang dirawat, dan dalam lingkungan agresif, permeabilitas tinggi dapat menyebabkan berkaratnya penulangan.

Perawatan yang kurang dapat menyebabkan pula penyusutan beton lebih banyak.

## b. Perawatan Beton

### 1. Umum

Setelah beton dicor dan dipadatkan, beton harus dilindungi serta dirawat dengan memadai, sesuai dengan syarat-syarat teknik.

Semua sifat-sifat beton seperti kekuatan, kerapatan air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas volume meningkat sesuai dengan umur beton selama terdapat kondisi yang memadai untuk hidrasi yang berlanjut dari semen. Peningkatan itu berlangsung dengan cepat pada umur awal tetapi berlanjut dengan lebih lambat untuk suatu masa yang tidak dapat ditentukan.

Dua kondisi diperlukan:

- a). Adanya kelembaban
- b). Suhu yang memadai

Penguapan air beton yang baru dicor menyebabkan berhentinya proses hidrasi. Kehilangan air juga dapat menyebabkan beton menyusut, sehingga menyebabkan tegangan tarik pada permukaan yang mengering. Jika tegangan tersebut terjadi sebelum beton memperoleh kekuatan yang cukup, dapat terjadi retakan permukaan.

### 2. Cara-cara Perawatan

Beton dapat dipelihara kelembabannya dengan beberapa cara perawatan yaitu:

- a). Cara-cara yang memberikan tambahan kelembaban pada permukaan beton pada waktu masa pengerasan awal. Cara-cara ini termasuk menggenangi, menyiram dan menutupi dengan penutup basah (misalnya karung, tanah, pasir atau jerami).
- b). Cara-cara yang mencegah kehilangan kelembaban dari beton dengan menutup permukaan. Hal ini dapat dilakukan dengan kertas tahan air, lembaran plastic cairan pembentuk membran (disemprot), dan acuan-acuan yang ditinggal di tempat.
- c). Perawatan suhu tinggi, misalnya perawatan uap dan *auto claving*. Suhu tinggi mempercepat reaksi kimia dan kelembaban diberikan oleh uap atau dipertahankan oleh ruangan *auto clave*.

Perawatan harus dilanjutkan tanpa gangguan selama mungkin paling sedikit untuk masa yang disyaratkan (umumnya 7 hari), dimulai dari saat beton telah diberi penyelesaian awal.

## c. Perawatan Dengan Uap

Beton kekuatan tinggi, dengari perawatan uap hingga 30 MPa atau lebih untuk pemindahan gaya prategang (*transfer prestress*) atau pembongkaran cetakan, biasanya tidak memerlukan perawatan lebih lanjut.

Perawatan uap biasanya hanya dilakukan pada pabrik pracetak, karena membutuhkan peralatan dan Instrumentasi rumit untuk menjamin pengendalian ketat yang perlu untuk mencegah kerusakan akibat suhu tinggi pada beton yang baru dicetak. Penguapan tidak boleh dimulai sampai beton telah mencapai pengerasan (*maturity*) awal. Suhu beton harus dinaikkan secara terkendali. Uap tidak boleh mengenai beton

secara langsung atau pada acuan, yang akan menyebabkan pemanasan setempat yang berlebihan.

Suhu di bawah penutup uap tidak boleh melampaui 80°C, dan penutup tidak boleh dilepas sampai suhu permukaan beton dalam batas 40°C dari suhu setempat. Termometer pencatat, contoh pengujian yang cukup dan catatan lengkap diperlukan untuk perawatan uap yang memuaskan.

### 2.2.9.9 Pengawasan Pelaksanaan Beton Volume Besar

#### a. *Batching*

*Batching* beton volume besar yang tepat membutuhkan sedikit yang berbeda dari *batching* yang akurat, konsisten, dapat diandalkan yang penting untuk kelas beton lainnya. ACI 221R menyajikan informasi tentang pemilihan dan penggunaan agregat dalam beton. ACI 304R menyajikan informasi tentang penanganan, pengukuran, dan penumpukan semua bahan yang digunakan dalam pembuatan beton.

Konsistensi dalam *batching* dapat ditingkatkan dengan langkah-langkah berikut:

1. Selesai penyaringan agregat kasar di pabrik *batching*, lebih disukai pada layar bergetar horizontal tanpa penyimpanan perantara;
2. Kalibrasi rentang skala yang sesuai untuk rentang bobot *batch* yang akan digunakan;
3. Fitur penimbangan otomatis dan aliran bahan yang terputus;
4. *Interlock* untuk mencegah pengisian ulang saat beberapa material tertinggal dalam *hopper* skala;
5. Perangkat untuk membaca instan perkiraan kadar air pasir; dan
6. Peralatan yang mampu memilih otomatis secara otomatis dan mengatur berbagai bahan *batch* dalam berbagai proporsi campuran. Dalam *mixer* pusat pabrik besar, *batch* besar yang biasa digunakan untuk beton massa juga cenderung untuk meminimalkan efek variasi.

#### b. Pencampuran

*Mixer* untuk beton volume besar harus mampu pemakaian beton merosot rendah dengan cepat dan dengan konsisten distribusi agregat besar seluruh *batch*. Ini adalah yang terbaik dicapai dengan *mixer* besar yang miring pada tanaman pusat stasioner.

Kapasitas paling umum *mixer* drum (3 m<sup>3</sup>), tetapi hasil yang baik telah dicapai dengan *mixer* kecil seperti (1.5 m<sup>3</sup>) dan lebih besar (9 m<sup>3</sup>).

Spesifikasi untuk pencampuran rentang waktu dari minimal 1 menit untuk halaman kubik pertama ditambah 15 detik untuk halaman kubik setiap tambahan (80 detik untuk pertama kubik ditambah 20 detik untuk setiap meter kubik tambahan) kapasitas *mixer* (ACI 304R; ASTM C 94) ke 1-1/2 min untuk yd<sup>3</sup> pertama 2 ditambah 30 detik untuk halaman kubik setiap tambahan (1-1/2 menit untuk pertama 1-1/2 m<sup>3</sup> ditambah 40 detik untuk setiap meter kubik tambahan) kapasitas (USBR 1981). Pencampuran bahan oleh pita makan selama *batching* membuatnya mungkin untuk mengurangi periode pencampuran. Beberapa pencampuran air dan kasar agregat harus membawa bahan lainnya ke dalam *mixer* untuk mencegah menempel dan menyumbat. Pencampuran

kali harus dapat diperpanjang atau disingkat tergantung pada hasil *mixer* tes kinerja. Kriteria untuk tes ini ditemukan dalam ASTM C 94. Pencampuran waktu terbaik dikendalikan oleh perangkat waktu yang mencegah pelepasan mekanisme pelepasan sampai pencampuran waktu telah berlalu.

c. Pencurahan

Pencurahan termasuk persiapan konstruksi horizontal sendi, transportasi, penanganan, pencurahan, dan konsolidasi beton terdapat di ACI 304R; USBR 2001.

d. Perawatan

Beton volume besar sebaiknya dirawat dengan air, yang memberikan manfaat tambahan pendingin dalam cuaca hangat. Dalam cuaca dingin, menyembuhkan kecil diperlukan luar kelembaban disediakan untuk mencegah beton kering selama perlindungannya awal dari titik beku; Namun, beton harus tidak jenuh ketika terkena pembekuan. Cuaca di atas titik beku, ketika kelembaban mungkin akan hilang dari permukaan beton, beton massa harus disembuhkan air untuk setidaknya 14 hari, atau sampai dua kali saat ini jika pozzolan digunakan sebagai salah satu bahan cementitious. Kecuali ketika isolasi yang diperlukan dalam cuaca dingin, permukaan sendi horizontal konstruksi harus disimpan lembab sampai pembasahan tidak akan memberikan pendinginan bermanfaat. Perawatan harus dihentikan cukup lama untuk memastikan bahwa permukaan terbebas dari air tapi masih basah dan bersih sebelum beton baru ditempatkan. Penggunaan cairan-membran menyembuhkan senyawa bukanlah metode perawatan terbaik untuk beton volume besar, tetapi berlaku mana menyembuhkan lembab tidak praktis, seperti dalam kondisi di bawah titik beku atau mana aplikasi air dapat merusak disiapkan untuk menghambat kerja. Jika digunakan pada sambungan konstruksi, itu harus benar-benar dihapus oleh *sandblasting* atau peledakan air untuk mencegah penurunan atau kehilangan obligasi.

### 2.2.9.10 Pengawasan Pelaksanaan Beton Memadat Sendiri

a. Pencampuran

Waktu yang tepat untuk menambahkan bahan tambah dan prosedur yang dilaksanakan harus disetujui oleh pihak pengawas pekerjaan setelah uji coba komposisi *mix design*. Apabila pada akhirnya harus dilakukan penyesuaian terhadap desain campuran awal maka penyesuaian yang terjadi hanya boleh dilakukan dengan penyesuaian atau penambahan bahan tambah

b. Proses Pencampuran

Perlu dilakukan pengujian terhadap beton basah maksimum 50 m<sup>3</sup> pengiriman untuk menjaga konsistensi dan homogenitas produksi. Penyesuaian proporsi campuran terutama pada kadar air (*water content*) harus dilakukan berdasarkan hasil pengawasan *aggregate moisture content*. Kehilangan *flow* pada saat beton basah saat akan dituang dapat diatasi dengan penambahan *superplasticizer*.

c. Pengecoran

Sebelum pengecoran dilakukan harus dipastikan pemasangan tulangan dan acuan sudah dipasang sesuai desain atau rancangan. Penyedia jasa diharapkan mampu mempertimbangkan pengaruh yang mungkin terjadi dari *pumping* pada acuan bagian bawah (*cold joint*).

d. Pekerjaan Akhir

Permukaan harus diratakan sesuai dengan dimensi yang telah direncanakan dan pekerjaan akhir pada pengecoran dilakukan secepat mungkin sebelum beton menjadi kaku.

e. Perawatan

Perawatan beton harus dilakukan sesegera mungkin karena SCC cenderung lebih cepat mengering dibandingkan beton normal.

### 2.2.9.11 Pengawasan Pelaksanaan Di Cuaca Panas

Jika suhu sekeliling mungkin melampaui 32°C, sebagian atau semua tindakan pencegahan berikut harus diambil untuk mencegah pengerasan beton lebih awal:

- a. Pengecoran beton dilakukan pada waktu suhu udara setempat kemungkinan di bawah 32°C (pada pagi hari atau di waktu malam, terutama untuk pengecoran pelat lantai).
- b. Melindungi timbunan agregat dari panas matahari.
- c. Menyemprot timbunan agregat kasar dengan air.
- d. Penambahan pecahan es sebagai pengganti air campuran.
- e. Penyuntikan nitrogen cair kedalam campuran pada waktu campuran berada di dalam pengaduk.
- f. Pembungkusan atau penanaman pipa persediaan air.
- g. Pengecatan tanki air dengan cat putih.
- h. Pendinginan penulangan dan acuan dengan semprotan air.
- i. Melindungi daerah kerja dan tangki air dari panas matahari.
- j. Pembuatan penahan angin.
- k. Mengurangi waktu untuk pengecoran dan penyelesaian.
- l. Menutupi pekerjaan yang sudah selesai tanpa ditunda-tunda.
- m. Segera dimulai perawatan.

Beton tidak boleh dicor pada pekerjaan bila:

- a. Suhu udara setempat di atas 35°C.
- b. Suhu udara setempat mungkin akan melampaui 35°C dalam waktu 2 jam setelah pengecoran.

### 2.2.10 Pengendalian Produksi Beton Di Lapangan

Pengendalian produksi beton ini dilakukan di lokasi pekerjaan setelah memenuhi persyaratan yang di bab 2.2.3 rancangan campuran beton dan telah mendapat persetujuan pengawas pekerjaan. Pengawas pekerjaan harus memastikan bahwa selalu dibuat catatan-catatan mengenai material yang dipakai, operasi *batching*, sifat-sifat beton baru, pengecoran dan perawatan beton dan kekuatan tekan dari spesimen uji yang diambil. Ketentuan semen *portland* ini didasarkan pada SNI 4810:2013.

Keseluruhan keterangan ini akan membentuk gambaran yang lengkap mengenai produksi beton pada suatu periode waktu. Spesifikasi Teknik akan memberikan batas-batas pengendalian untuk penerimaan dan penolakan, tetapi pengawas pekerjaan harus dapat menentukan kecenderungan penurunan kualitas sebelum terjadi kemungkinan penolakan mutlak. Jika pengujian agregat dan pemeriksaan *batch* dilakukan secara teratur, dapat dibuat

suatu korelasi antara kekuatan sekitar 7 hari dan sifat-sifat material. Sebagai tambahan, korelasi yang baik antara kekuatan beton pada 7 dan 28 hari (atau umur lain) dapat diperoleh.

### 2.2.10.1 Pengambilan Sampel

#### a. Peralatan

1. Cetakan untuk spesimen dan pengencangnya harus dibuat dari baja, besi cor, atau material lainnya yang tidak menyerap air, tidak reaktif dengan beton semen *portland* atau semen hidrolis lainnya. Dimensi dan bentuk cetakan harus dijaga tidak berubah dalam semua kondisi. Cetakan harus kedap air dan tidak bocor ketika digunakan.

Ketentuan uji kebocoran air dijelaskan dalam *Test methods for elongation, absorption, and water leakage section of specification ASTM C470/C470M*. Perapat celah yang cocok, seperti pelumas kental (*heavy grease*), tanah liat, atau lilin harus digunakan bila diperlukan untuk pencegahan kebocoran pada sambungan cetakan. Pelat dasar cetakan harus melekat erat pada cetakan. Cetakan dapat digunakan kembali harus dilapis tipis dengan minyak pelumas untuk memudahkan cetakan dilepas.

2. Cetakan silinder

Cetakan silinder untuk spesimen uji beton harus memenuhi persyaratan ASTM C470/C470M.

3. Cetakan balok

Cetakan balok harus mempunyai bentuk dan dimensi yang disyaratkan untuk menghasilkan spesimen yang ditetapkan. Permukaan dalam cetakan harus halus. Sisi-sisi, bagian bawah dan ujung harus tegak lurus satu sama lain dan harus benar-benar lurus dan tidak terpuntir. Simpangan maksimal dari penampang melintang nominal tidak boleh melampaui 3 mm [1/8 in] untuk cetakan berukuran tinggi atau lebar 150 mm [6 in.] atau lebih. Cetakan harus menghasilkan selisih panjang spesimen tidak lebih dari 2 mm [1/16 in] dibanding panjang yang disyaratkan.

4. Batang pematik

Batang baja bundar, halus, lurus, berdiameter sesuai dengan persyaratan dalam tabel 2.21. Panjang batang pematik minimal 100 mm [4 in.] lebih panjang dari kedalaman cetakan bila batang digunakan untuk menusuk, tetapi dengan panjang total maksimum 600 mm [24 in.]. Ujung batang harus dibulatkan salah satu atau keduanya dengan bentuk setengah bola (*hemispherical*).

**Tabel 2.21 - Persyaratan diameter batang pematik**

Diameter silinder atau lebar balok mm [in.]	Diameter atau Batang mm [in.]
< 150 [6]	10 ± 2 [3/8 ± 1/16]
≥ 150 [6]	16 ± 2 [5/8 ± 1/16]

## 5. Penggetar

Harus digunakan penggetar internal. Pada waktu digunakan, penggetar harus memiliki frekuensi minimum 9000 getaran per menit [150 Hz]. Diameter penggetar maksimum seperempat diameter cetakan silinder atau seperempat lebar cetakan balok.

Penggetar yang berbentuk lain harus memiliki garis keliling yang setara dengan lingkaran penggetar bundar. Gabungan panjang batang penggetar dan elemen penggetar harus melampaui kedalaman bagian yang digetarkan minimum 75 mm [3 in.]. Frekuensi penggetar harus diperiksa secara periodik dengan *tachometer reed*-penggetar atau peralatan yang sesuai lainnya.

## 6. Palu

Harus digunakan palu dengan kepala karet atau *rawhide* seberat  $(0,6 \pm 0,2)$  kg [ $(1,25 \pm 0,50)$  lb].

## 7. Alat pengambil beton basah

Alat pengambil beton basah memiliki ukuran cukup besar sehingga beton yang diambil cukup mewakili beton yang akan di uji tetapi juga cukup kecil sehingga tidak tumpah ketika dituangkan ke dalam cetakan. Untuk mengisi silinder beton, digunakan sendok beton. Untuk mengisi cetakan balok, digunakan sekop atau sendok beton.

## 8. Alat finishing

*Roskam* atau sendok perata (*trowel*).

## 9. Peralatan *slump*

Peralatan untuk mengukur *slump* harus sesuai ASTM C143/C143M.

## 10. Wadah sampel

Wadah sampel harus terbuat dari metal yang cukup tebal, gerobak dorong, atau lempeng yang rata, bersih dan tidak menyerap air dengan kapasitas yang cukup besar sehingga memudahkan pengadukan ulang seluruh sampel dengan sekop atau sendok aduk.

## 11. Alat uji kadar udara

Alat untuk mengukur kadar udara harus sesuai ASTM C173/C173M atau ASTM C231.

## 12. Alat ukur temperatur

Alat untuk mengukur temperatur harus sesuai ASTM C1064/C1064M.

## b. Persyaratan Uji

### 1. Spesimen silinder

Spesimen untuk kekuatan tekan atau kekuatan tarik belah harus dicor pada cetakan silinder dan dibiarkan mengeras dalam posisi tegak. Jumlah dan ukuran cetakan silinder harus sesuai dengan spesifikasi teknis. Selain itu, tinggi silinder harus dua kali diameter dan diameter silinder minimal 3 kali ukuran maksimum nominal agregat kasar.



Bila ukuran maksimum nominal agregat kasar lebih dari 50 mm [2 in.], maka sampel beton harus diayak basah melalui saringan 50 mm [2-in.] seperti yang dijelaskan dalam ASTM C172. Untuk uji penerimaan kekuatan tekan yang disyaratkan, silinder harus berukuran 150 mm x 300 mm (6 in. x 12 in.) atau 100 mm x 200 mm (4 in. x 8 in.)

## 2. Spesimen balok

Spesimen kekuatan lentur harus balok beton yang dicor dan mengeras dalam posisi horizontal. Jumlah balok yang dicor harus sesuai dengan spesifikasi teknis. Panjang benda uji minimal lebih panjang 50 mm [2 in.] dari tiga kali tingginya. Rasio lebar terhadap tinggi maksimum 1,5 balok standar harus berukuran penampang (150 x 150) mm [(6 x 6) in.] dan harus digunakan untuk beton dengan ukuran maksimum nominal agregat kasar 50 mm [2 in.]. Bila ukuran maksimum nominal agregat kasar lebih dari 50 mm [2 in.], ukuran penampang melintang balok yang lebih kecil harus minimum tiga kali ukuran maksimum nominal agregat kasar. Kecuali jika ditetapkan dalam spesifikasi teknis, balok yang dibuat di lapangan tidak boleh memiliki lebar atau tinggi kurang dari 150 mm [6 in.].

## 3. Teknisi lapangan

Teknisi lapangan yang melakukan pembuatan dan perawatan spesimen untuk pengujian harus memiliki sertifikat yang sesuai.

### c. Pengambilan Contoh Beton

1. Pengambilan sampel yang digunakan untuk membuat spesimen uji sesuai standar ini harus memenuhi ASTM C172 kecuali jika disetujui suatu prosedur alternatif.
2. Catat identifikasi sampel sesuai lokasi tempat pengambilan dan waktu pembuatannya.

## 2.2.10.2 Pengujian Beton Basah

### a. *Slump*

Segera ukur dan catat *slump* setiap kali pengadukan di mana spesimen dibuat setelah diaduk ulang dalam bak penampung, sesuai ASTM C143/C143M.

### b. Kadar Udara

Ukur dan catat kadar udara sesuai ASTM C173/C173M atau ASTM C231. Beton yang telah digunakan untuk uji kadar udara tidak boleh digunakan untuk pembuatan spesimen uji.

### c. Temperatur

Ukur dan catat temperatur sesuai ASTM C1064/C1064M.

## 2.2.10.3 Pembuatan Benda Uji

### a. Penempatan Cetakan

Letakkan cetakan spesimen pada permukaan yang keras dan datar, bebas getaran dan gangguan lainnya, di tempat yang dekat dengan lokasi di mana spesimen akan disimpan.

b. Pengecoran Silinder

Pilih batang pematik sesuai dengan 2.2.9.1.1).d) dan tabel 2.21 (dibawah batang pematik) atau penggetar sesuai dengan 2.2.9.1.1).e). Tentukan metoda pemadatan sesuai tabel 2.22, kecuali disyaratkan metoda lain. Jika metoda pemadatan adalah penusukan, tentukan persyaratan pencetakan sesuai tabel 2.23. Jika metoda pemadatan adalah penggetaran, tentukan persyaratan pencetakan sesuai Tabel 2.24. Pilih sendok beton sesuai 2.2.9.1.1).g).

Sementara memasukkan adukan beton ke dalam cetakan, gerakkan sendok beton mengelilingi dinding cetakan untuk menjamin distribusi beton yang merata dengan segregasi minimal. Setiap lapisan beton harus dipadatkan sesuai yang disyaratkan. Dalam memasukkan lapisan terakhir terakhir tambahkan sejumlah beton untuk memenuhi cetakan setelah pemadatan selesai.

**Tabel 2.22 - Metoda persyaratan pemadatan**

<b>Slump mm (in.)</b>	<b>Metoda Pemadatan</b>
≥ 25 [1]	Penusukan atau penggetaran
< 25 [1]	Penggetaran

**Tabel 2.23 - Persyaratan pencetakan dengan penusukan**

<b>Tipe dan ukuran benda uji</b>	<b>Jumlah lapis yang kira-kira sama tebal</b>	<b>Jumlah penusukan tiap lapis</b>
Silinder : Diameter, mm [in.] 100 [4] 150 [6] 225 [9]	2 3 4	25 25 50
Balok : Lebar, mm [in] 150 [6] sampai dengan 200 [8] > 200 [8]	2 3 atau lebih dengan tebal sama, masing-masing maksimal 150 mm [6 in.]	Lihat 2.2.9.3.3) Lihat 2.2.9.3.3)

**Tabel 2.24 - Persyaratan pencetakan dengan penggetaran**

<b>Tipe dan ukuran benda uji</b>	<b>Jumlah lapis</b>	<b>Jumlah penusukan penggetar per lapis</b>	<b>Perkiraan tebal per lapis mm [in.]</b>
Silinder : Diameter, mm [in.] 100 [4] 150 [6] 225 [9]	2 2 2	1 2 4	$\frac{1}{2}$ tinggi benda uji $\frac{1}{2}$ tinggi benda uji $\frac{1}{2}$ tinggi benda uji
Balok : Lebar, mm [in] 150 [6] sampai dengan 200 [8] > 200 [8]	1 2 atau lebih	Lihat 2.2.9.3.4).b) Lihat 2.2.9.3.4).b)	Tinggi benda uji 200 [8] sedekat mungkin

c. Pengecoran Balok

Pilih batang pematik sesuai 2.2.10.1.a.4 dan tabel 2.21 atau penggetar sesuai 2.2.10.1.a.5. Tentukan metoda pemadatan dari tabel 2.22, kecuali ditentukan metoda

lainnya. Jika metoda pemadatan dengan penusukan, tentukan persyaratan pencetakan sesuai tabel di atas.

Jika metoda pemadatan dengan penggetaran, tentukan persyaratan pencetakan sesuai tabel 2.24. Tentukan jumlah penusukan per lapis, satu tusuk per 14 cm<sup>2</sup> [2 in.<sup>2</sup>] dari luas permukaan bagian atas balok. Pilih peralatan pengecoran sesuai 2.2.10.1.a.7. Gunakan sendok beton atau sekop, masukkan beton ke dalam cetakan per lapis. Masukkan beton sedemikian rupa sehingga setiap lapis terdistribusi merata dengan segregasi minimum. Setiap lapis harus dipadatkan sesuai yang disyaratkan. Dalam penuangan untuk lapisan akhir, tambahkan beton sampai cetakan penuh.

#### d. Pemadatan

Metoda pemadatan pada standar ini dilakukan dengan penusukan atau penggetaran internal.

##### 1. Penusukan

Masukkan beton dalam cetakan dalam beberapa lapis yang disyaratkan dengan volume beton yang kira-kira sama. Tusuk setiap lapis beton secara merata seluruh penampang melintang dengan batang pemadat yang ujungnya bulat dengan jumlah tusukan yang disyaratkan. Tusuk lapis bawah sampai dasar cetakan. Pada penusukan lapis ini, harus hati-hati jangan merusak bagian bawah cetakan. Untuk setiap lapis di atasnya, batang pemadat harus menembus sampai lapisan dibawahnya kira-kira 25 mm [1 in.]. Untuk setiap lapis tusukan, ketuk sisi luar cetakan 10 kali sampai dengan 15 kali dengan palu karet untuk menutup lubang yang ditinggalkan oleh batang pemadat dan untuk melepaskan gelembung udara yang mungkin terperangkap. Gunakan kedua tangan untuk menekan ringan tutup cetakan silinder yang sangat rentan terhadap kerusakan jika diketuk dengan palu. Setelah pengetukan, sekop setiap lapis beton sepanjang sisi dan ujung cetakan balok dengan *trowel* atau alat lain yang sesuai. Cetakan yang kurang penuh harus diisi dengan adukan beton yang sama selama pemadatan lapis atas. Beton yang berlebihan harus diambil.

##### 2. Penggetaran

Pertahankan durasi getaran yang seragam untuk setiap jenis beton, penggetar, dan cetakan benda uji. Durasi penggetaran yang diperlukan tergantung pada kelecakan beton dan efektifitas penggetar. Biasanya penggetaran sudah cukup apabila permukaan beton terlihat halus dan gelembung-gelembung udara muncul dan pecah dipermukaan. Penggetaran dilanjutkan hanya untuk mencapai pemadatan beton yang cukup. Isi cetakan dan getarkan dalam jumlah lapis yang kira-kira sama setiap lapisnya. Masukkan adukan beton setiap lapis ke dalam cetakan sebelum penggetaran dilakukan pada lapis tersebut. Dalam pemadatan spesimen, masukkan penggetar secara pelan-pelan dan jangan biarkan penggetar menyentuh dasar atau dinding cetakan. Perlahan-lahan tarik penggetar sehingga tidak ada gelembung udara besar-besaran yang tertinggal di dalam benda uji. Sewaktu melakukan penuangan lapis terakhir, hindari mengisi terlalu penuh lebih dari 6 mm [ $\frac{1}{4}$  in.].

a). Silinder

Jumlah penusukan penggetar per lapis sesuai Tabel 4. Bila dibutuhkan lebih dari satu penusukan per lapis, dalam setiap lapis berikutnya juga diperlukan distribusi penusukan secara merata. Penggetar diperbolehkan menembus lapisan yang di getarkan, sampai masuk ke lapisan dibawahnya kira-kira 25 mm [1 in.]. Setelah setiap lapis digetar, ketuk sisi luar cetakan dengan palu karet minimal 10 kali, untuk menutup rongga-rongga yang terjadi dan melepaskan gelembung udara yang terperangkap. Gunakan tangan terbuka untuk menepuk cetakan karton atau cetakan metal sekali pakai yang mudah rusak jika diketuk dengan palu karet.

b). Balok

Masukkan penggetar pada interval tidak melampaui 150 mm [6 in.] sepanjang garis tengah dari panjang balok. Untuk spesimen lebih lebar dari 150 mm [6 in.], gunakan alternatif penusukan dengan dua garis. Batang penggetar diperbolehkan masuk ke dalam lapisan bawahnya kira-kira 25 mm (1 in.). Setelah setiap lapis digetarkan, ketuk sisi luar cetakan minimal 10 kali dengan palu untuk menutup lubang yang terjadi dengan getaran dan untuk melepaskan rongga udara yang terperangkap.

e. Penyelesaian Permukaan

Lakukan semua penyelesaian permukaan dengan sesedikit mungkin manipulasi untuk menghasilkan permukaan yang rata dengan tepi cetakan tanpa terjadinya lekukan atau tonjolan lebih dari 3,3 mm [1/8 in.].

1. Silinder

Setelah pemadatan ratakan permukaan atas dengan menusukkan batang pemadat apabila kekentalan cukup atau dengan roskam atau sendok aduk. Jika diinginkan, lapisi permukaan atas (kaping) beton basah silinder dengan pasta kental semen *portland* yang tipis, biarkan mengeras, dan kemudian dirawat bersama-sama dengan spesimen tersebut. Lihat pasal Material *Capping* ASTM C617.

2. Balok

Setelah pemadatan beton, gunakan roskam atau sendok aduk untuk menghasilkan permukaan atas yang rata.

f. Identifikasi

Tandai spesimen untuk mengidentifikasi beton yang diwakilinya. Gunakan metoda yang tidak merusak permukaan bagian atas beton. Jangan tandai pada penutup yang dapat dilepaskan. Jika cetakan dilepas, tandai specimen uji sesuai dengan identitas sebelumnya.

#### 2.2.10.4 Perawatan Benda Uji

a. Perawatan Standar

Metode perawatan standar digunakan bila spesimen dibuat dan dirawat.

1. Penyimpanan

Jika spesimen tidak bisa dicetak di tempat di mana spesimen akan menerima perawatan awal, segera setelah penyelesaian permukaan, pindahkan spesimen ke tempat perawatan awal untuk disimpan. Lantai pendukung untuk tempat penyimpanan spesimen harus rata atau dengan kemiringan tidak lebih dari 20 mm per m ( $\frac{1}{4}$  in per ft). Jika cetakan sekali pakai silinder beton dipindahkan, angkat dan tahan bagian bawah silinder dengan sendok aduk yang besar atau dengan alat yang serupa. Segera perbaiki, jika permukaan bagian atas rusak sewaktu pemindahan spesimen ke tempat penyimpanan awal.

## 2. Perawatan awal

Segera setelah pencetakan dan *finishing*, spesimen harus disimpan maksimum 48 jam dalam rentang temperatur dari 16 °C dan 27 °C [60 °F dan 80 °F] dan pada suatu lingkungan yang mencegah kehilangan kelembaban pada spesimen. Untuk campuran beton dengan kekuatan yang disyaratkan 40 MPa [6 000 psi] atau lebih besar, temperatur perawatan awal harus antara 20 °C dan 26 °C [68 °F dan 78 °F]. Berbagai prosedur yang dapat digunakan selama periode perawatan awal untuk menjaga kondisi kelembaban dan temperatur yang disyaratkan. Harus digunakan prosedur yang sesuai atau kombinasi prosedur-prosedur. Lindungi semua spesimen dari cahaya matahari langsung dan jika perlu gunakan peralatan *radiant heating*. Temperatur ruang penyimpanan benda uji harus dikendalikan dengan menggunakan peralatan pemanas dan peralatan pendingin, sebagaimana diperlukan. Catat temperatur maksimum-minimum dengan menggunakan *thermometer*. Jika digunakan cetakan karton, jaga agar permukaan luar cetakan tetap kering.

## 3. Perawatan Akhir

### a). Silinder

Untuk melengkapi perawatan awal dan dalam 30 menit setelah cetakan dilepas, rawat spesimen dengan permukaan basah pada temperature ( $23 \pm 2$ ) °C [(73,5  $\pm$  3,5) °F] dengan menggunakan tangki air atau ruang basah sesuai ASTM C511, kecuali bila dikaping (*capping*) dengan mortar belerang sesaat sebelum diuji. Bila dikaping (*capping*) dengan mortar belerang, ujung atas dan bawah silinder (permukaan silinder) harus kering untuk mencegah terbentuknya uap di bawah atau di dalam kaping (*capping*) yang lebih besar dari 6 mm [ $\frac{1}{4}$  in.] seperti dijelaskan ASTM C617. Untuk periode kurang dari 3 jam sebelum pengujian, temperatur perawatan standar tidak diperlukan asalkan silinder dijaga tetap lembab dan temperatur lingkungan dipertahankan antara 20 °C dan 30 °C [68 °F dan 86 °F].

### b). Balok

Balok harus dirawat dengan cara sama seperti silinder [lihat 2.2.10.4.a.3.a)] kecuali bahwa balok harus disimpan dalam air jenuh kalsium hidroksida pada temperatur ( $23 \pm 2$ ) °C [(73,5  $\pm$  3,5) °F] selama minimal 20 jam sebelum dilakukan pengujian. Pengeringan permukaan balok harus dicegah setelah balok dikeluarkan dari air sampai dilakukan pengujian.

b. Perawatan Di Lapangan

Perawatan di lapangan adalah metode perawatan yang digunakan untuk spesimen yang dibuat dan dirawat.

Simpan silinder di dalam atau di atas struktur sedekat mungkin dengan lokasi beton yang dicor. Lindungi semua permukaan silinder dengan cara sama seperti struktur yang dicor. Siapkan silinder dengan temperatur dan kondisi kelembaban yang sama seperti struktur yang dicor. Uji spesimen dalam kondisi kelembaban yang dihasilkan dari perlakuan perawatan yang disyaratkan. Untuk mencapai kondisi ini, specimen dibuat untuk menentukan kapan struktur mampu memikul beban atau kapan bekisting boleh dibuka.

c. Perawatan Beton Ringan Struktural

Rawat silinder beton ringan struktural sesuai ASTM C330.

### 2.2.10.5 Pengangkutan Benda Uji

Sebelum diangkut, rawat dan lindungi spesimen sesuai Pasal 10. Spesimen tidak boleh dipindahkan sampai paling sedikit 8 jam setelah pengikatan akhir. Selama pengangkutan, lindungi spesimen dengan bahan yang empuk untuk mencegah kerusakan akibat benturan. Selama cuaca dingin, lindungi spesimen dari pembekuan dengan bahan pelindung yang sesuai. Cegah pengeringan selama pemindahan dengan membungkus spesimen dengan plastik, lap basah, kubur dalam pasir atau kencangkan tutup plastik yang rapat pada cetakan plastik. Waktu pengangkutan tidak boleh melebihi 4 jam.

### 2.2.10.6 Pengujian Beton Kering

a. Benda Uji

1. Benda uji tidak diperkenankan untuk diuji jika salah satu diameternya berbeda lebih dari 2% dengan diameter bagian lainnya dari benda uji yang sama.

Hal ini dapat terjadi bila cetakan sekali pakai rusak atau berubah bentuk pada saat pemindahan, pada saat cetakan sekali pakai yang bersifat fleksibel berubah bentuk ketika pencetakan atau bila pengeboran inti bergeser waktu pengeboran.

2. Tidak satupun dari benda uji tekan diperkenankan berbeda dari posisi tegak lurus terhadap sumbu lebih dari  $0,5^\circ$  (kira-kira sama dengan 3 mm untuk setiap 300 mm).

Ujung benda uji tekan yang tidak rata sebesar 0,050 mm harus dilapisi kaping, dipotong atau digosok sesuai dengan SNI 03-6369-2000, atau jika ujung-ujungnya memenuhi persyaratan, lapis neoprene dengan pengontrol baja dapat digunakan sebagai pelapis.

Diameter yang digunakan untuk perhitungan luas penampang melintang dari benda uji harus ditetapkan mendekati 0,25 mm dari rata-rata 2 (dua) diameter yang diukur tegak lurus di tengah-tengah benda uji.

3. Jumlah silinder yang diukur untuk menetapkan diameter rata-rata dapat dikurangi menjadi 1 (satu) untuk 10 (sepuluh) benda uji atau 3 (tiga) benda uji per hari, pilih mana yang lebih besar, bila benda uji diketahui dibuat dari satu kelompok cetakan yang dapat digunakan kembali atau cetakan sekali pakai yang secara konsisten

menghasilkan benda uji dengan diameter rata-rata dalam rentang 0,5 mm. Bila diameter rata-rata tidak di dalam rentang 0,5 mm atau bila silinder tidak dibuat dari satu kelompok cetakan, masing-masing silinder yang diuji harus diukur dan nilai ini harus digunakan dalam perhitungan kuat tekan satuan benda uji itu. Bila diameter diukur pada frekuensi yang dikurangi, luas penampang melintang yang diuji pada hari tersebut harus dihitung dari rata-rata diameter 3 (tiga) silinder atau lebih yang dianggap mewakili grup yang diuji hari tersebut.

4. Panjang harus diukur sampai mendekati 0,05 D (diameter penampang benda uji) bila perbandingan panjang terhadap diameter kurang dari 1,8 atau lebih dari 2,2, atau bila isi silinder ditetapkan dari dimensi yang diukur.
5. Panjang dan diameter benda uji silinder memiliki perbandingan tertentu dimana benda uji standar memiliki rasio L/D  $\approx$ 1,8 sampai dengan 2,2 dengan faktor koreksi = 1.

b. Langkah Pelaksanaan

1. Perlakuan benda uji

Uji tekan benda uji yang dirawat lembab harus dilakukan sesegera mungkin setelah pemindahan dari tempat pelembaban. Benda uji harus dipertahankan dalam kondisi lembab dengan cara yang dipilih selama periode antara pemindahan dari tempat pelembaban dan pengujian. Benda uji harus diuji dalam kondisi lembab pada temperatur ruang.

2. Toleransi waktu pengujian

Semua benda uji untuk umur uji yang ditentukan harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini

**Tabel 2.25 - Toleransi waktu yang diizinkan**

Umur uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	$\pm$ 15 menit atau 2,1 %
24 jam	$\pm$ 30 menit atau 2,1 %
3 hari	$\pm$ 2 menit atau 2,8 %
7 hari	$\pm$ 6 menit atau 3,6 %
28 hari	$\pm$ 20 menit atau 3,0 %
90 hari	$\pm$ 2 menit atau 2,2 %

3. Penempatan benda uji

Letakkan landasan tekan datar bagian bawah, dengan permukaan kerasnya menghadap ke atas pada meja atau bidang datar mesin uji secara langsung di bawah blok setengah bola.

Bersihkan permukaan landasan tekan atas, landasan tekan bawah dan permukaan benda uji kemudian letakkan benda uji pada landasan tekan bawah.

- a). Lakukan verifikasi nilai nol dan dudukkan landasan sebelum pengujian, pastikan penunjuk beban sudah menunjukkan nol. Dalam hal penunjuk tidak sempurna menunjukkan nol, atur penunjuk. Pada saat landasan atas yang didudukan

pada setengah bola diturunkan untuk membebani benda uji, putar bagian yang dapat bergerak perlahan-lahan dengan tangan sehingga kedudukan yang rata tercapai.

- b). Teknik yang digunakan untuk melakukan verifikasi dan mengatur penunjuk beban nol akan beragam tergantung pada pembuat mesin. Pelajari manual atau alat kalibrasi mesin tekan untuk mendapatkan teknik yang benar.

#### 4. Rentang beban

Lakukan pembebanan secara terus menerus dan tanpa kejutan:

- a). Untuk mesin pengujian tipe ulir, kepala mesin tekan yang bergerak harus bergerak pada kecepatan mendekati 1,3 mm/menit, pada saat mesin bergerak tanpa beban. Untuk mesin yang digerakan secara hidrolis, beban harus diberikan pada kecepatan gerak yang sesuai dengan kecepatan pembebanan pada benda uji dalam rentang 0,15 Mpa/detik sampai dengan 0,35 Mpa/detik. Kecepatan gerak yang ditentukan harus dijaga minimal selama setengah pembebanan terakhir dari fase pembebanan yang diharapkan dari siklus pengujian;
- b). Selama periode  $\frac{1}{2}$  (setengah) pertama dari 1 (satu) fase pembebanan yang diharapkan, pembebanan yang lebih cepat diperbolehkan;
- c). Jangan membuat perubahan pada kecepatan gerak dari dasar mendatar kapanpun saat benda uji kehilangan kekakuan secara cepat sesaat sebelum hancur.

#### 5. Pembebanan

Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan. Catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

#### c. Perhitungan

Hitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan sebagai mana yang diuraikan pada Pasal 5 dan nyatakan hasilnya dengan dibulatkan ke 1 (satu) decimal dengan satuan 0,1 MPa.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

Kuat tekan beton dengan benda uji silinder, dinyatakan dalam MPa atau N/mm<sup>2</sup>;

P adalah gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N);

A adalah luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm<sup>2</sup>

Jika perbandingan panjang (L) terhadap diameter (D) benda uji kurang dari 1,8, koreksi hasil yang diperoleh dengan mengalikan dengan faktor koreksi yang sesuai seperti pada tabel berikut:



**Tabel 2.26 - Faktor koreksi rasio panjang (L) dengan diameter (D) benda uji**

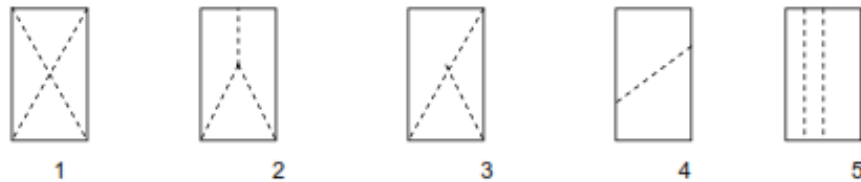
L/D	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00
FAKTOR	2,00	0.98	0.96	0.93	0,87

Koreksi faktor di atas berlaku untuk beton ringan dengan bobot isi antara  $1600 \text{ kg/m}^3$  sampai dengan  $1920 \text{ kg/m}^3$  dan untuk beton normal. Koreksi faktor ini berlaku untuk kondisi kering atau basah saat pembebanan. Nilai yang tidak terdapat pada tabel harus ditetapkan dengan interpolasi. Faktor koreksi berlaku untuk kuat tekan beton nominal 15 MPa sampai dengan 45 MPa. Untuk angka di atas 45 MPa perlu dilakukan uji perbandingan yang lebih lanjut di laboratorium.

d. Laporan

Laporan harus meliputi:

1. Nomor identifikasi;
2. Diameter (dan panjang, jika di luar rentang 1,8 D dan 2,2 D) dalam mm;
3. Luas penampang melintang, dalam mm;
4. Beban maksimum, dalam kN;
5. Kuat tekan yang dihitung mendekati 0,1 MPa;
6. Bentuk kehancuran, jika berbeda dari kerucut biasa (lihat Gambar 2.14);
7. Cacat pada benda uji atau pada lapisan perata permukaan tekan;
8. Umur benda uji.



Keterangan:

- 1 Bentuk kehancuran kerucut
- 2 Bentuk kehancuran kerucut dan belah
- 3 Bentuk kehancuran kerucut dan geser
- 4 Bentuk kehancuran geser
- 5 Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak (kolumnar).

**Gambar 2.14 - Sketsa gambar tipe/bentuk kehancuran pada benda uji**

### 2.2.10.7 Evaluasi Mutu Beton

Ketepatan operator tunggal dari pengujian silinder yang dibuat dari contoh beton yang tercampur baik, yang dibuat di lingkungan laboratorium dan di bawah kondisi lapangan yang normal diberikan pada tabel dibawah ini

**Tabel 2.27 - Rentang koefisien variasi yang dapat diterima**

	Koefisien Variasi	Rentang yang dapat diterima	
		2 hasil	3 hasil
Operator tunggal			
Kondisi laboratorium	2,37 %	6,6 %	7,8 %
Kondisi lapangan	2,87 %	8,0 %	9,5 %

Nilai di atas berlaku untuk silinder beton ukuran diameter 150 mm dan panjang 300 mm dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai dengan 55 MPa. Untuk angka di atas 55 MPa perlu dilakukan uji perbandingan lebih lanjut di laboratorium.

## 2.3 Pengawasan Material Baja

### 2.3.1 Baja Struktur

Baja struktur adalah bahan struktur jembatan baja seperti jembatan baja seperti jembatan rangka baja, gelagar baja, gelagar baja komposit termasuk elemen baja seperti gelagar, pelat, baut, mur, ring, diafragma yang digunakan sebagai suatu komponen struktur jembatan.

#### a. Baja Struktur

Berikut ini uraian tentang ketentuan kekuatan minimum baja struktur yang akan dijelaskan pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 2.28 - Ketentuan kekuatan minimum baja struktur**

Mutu Baja Struktur		Kuat Leleh	Kuat Tarik Putus
		Minimum (MPa)	
Grade		250	400
Grade		345	450
Grade		485	585
Grade 690	Tebal Pelat ≤ 63,5 mm	690	760
	Tebal Pelat > 63,5 mm	620	690

Mutu baja dan data yang berkaitan lainnya harus ditandai dengan jelas pada unit-unit yang menunjukkan identifikasi selama fabrikasi dan pemasangan.

#### b. Baut, Mur dan Ring

1. Baut dan mur harus memenuhi ketentuan dari ASTM A307-14e1 *Mild Steel Bolts and Nuts (Grade A)*, dan mempunyai kepala baut dan mur berbentuk segi enam (*hexagonal*)

2. Baut, mur dan ring dari baja geser mutu tinggi

Baut, mur dan ring dari baja mutu tinggi harus difabrikasi dari baja karbon yang dikerjakan secara panas dan memenuhi ketentuan dari ASTM F3125/F3125M-15a dengan kekuatan leleh minimum 92 ksi (634 MPa) dan 130 ksi (896 MPa) masing-masing untuk tipe A320 dan A490 dan elongasi (*elongation*) minimum 14%. Baut mutu tinggi boleh digunakan bila memenuhi ketentuan berikut:

- a). Sifat mekanisnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- b). Diameter batang, luas tumpu kepala baut, dan mur atau penggantinya harus lebih besar dari nilai nominal yang ditetapkan dalam ketentuan yang berlaku. Ukuran lainnya boleh berbeda
- c). Cara penarikan baut dan prosedur pemeriksaan untuk alat sambung boleh berbeda dari ketentuan yang berlaku selama persyaratan gaya tarik minimum alat sambung terpenuhi dan prosedur penarikannya dapat diperiksa.

**Tabel 2.29 - Ketentuan beban tarik baut untuk tipe *critical slip joint***

Ukuran Nominal (mm) dan Nilai Putaran Ulir- <i>pitch</i> (mm)	Beban Tarik Minimum dengan Metoda Pengukuran Panjang (kN)	
	Tipe A325	Tipe A490
M12 x 1,75	50,6	70
M16 x 2,0	94,2	130
M20 x 2,5	147	203
M22 x 2,5	182	251
M24 x 3,0	212	293
M27 x 3,0	275	381
M30 x 3,5	337	466
M36 x 4,0	490	678

Keterangan: M12 x 1,75 adalah Baut dengan diameter 12 mm (termasuk ulir) dan pitch adalah pergerakan dalam 1 putaran 360° baut sebesar 1,75 mm.

Baut dengan standar mutu yang lain dapat digunakan apabila produsen dapat memberikan data kekuatan material (*proof load* dan gaya tarik putus) dan gaya tarik minimum baut. Kunci torsi harus diverifikasi terhadap beban tarik minimum baut dengan menggunakan alat ukur.

3. Baut dan mur harus ditandai untuk identifikasi sesuai dengan ketentuan dari ASTM F3125/F3125M-15a. Ukuran baut harus sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar.
- c. Paku Penghubung Geser Yang Dilas  
Paku penghubung geser (*shear connector studs*) harus memenuhi ketentuan dari AASHTO M169-15 *Steel Bars, Carbon, Cold Finished, Standard Quality, Grade 1015, 1018 atau 1020*, baik baja "*semi-killed*" maupun "*fully killed*".
  - d. Bahan Untuk Keperluan Pengelasan  
Bahan untuk keperluan pengelasan yang digunakan dalam pengelasan logam dari kelas baja yang memenuhi ketentuan dari SNI 03-6764-2002 harus memenuhi ketentuan dari AWS D1.5M/D1.5:2015. Diameter kawat las (*electrode*) las harus sesuai dengan posisi pengelasan dan ketebalan pelat.
  - e. Sertifikat  
Semua bahan baku atau acuan yang dipasok untuk pekerjaan, bilamana diminta oleh Pekerjaan, harus disertai sertifikat dari pabrik pembuatnya yang menyatakan bahwa bahan tersebut telah di produksi sesuai dengan formula standar dan memenuhi semua ketentuan dalam pengendalian mutu dari pabrik pembuatannya. Sertifikat harus menunjukkan semua hasil pengujian sifat-sifat fisik bahan baku, dan diserahkan kepada Pengawas pekerjaan tanpa biaya tambahan.

### 2.3.2 Penanganan Material Baja

Seluruh bahan harus disimpan sesuai dengan ketentuan Seksi 1.11 Spesifikasi Umum dengan ketentuan tambahan berikut:

- a. Seluruh bagian struktur baja dan bentuk lainnya harus ditempatkan di atas penyangga kayu atau penahan gelincir di atas lantai gudang atau tempat penyimpanan yang mempunyai drainase yang memadai.
- b. Bagian struktur berbentuk gelagar I atau profil kanal harus disimpan dengan bagian badan (*web*) balok dalam posisi tegak untuk mencegah tergenangnya air dan tertahannya kotoran pada bagian badan (*web*) gelagar tersebut.
- c. Semua elemen sejenis harus disimpan di suatu tempat untuk kemudahan pengenalan dan selama penyimpanan semua elemen harus diletakkan sedemikian rupa sehingga semua tanda pengiriman pada elemen tersebut dapat ditemukan tanpa menggeser atau memindah elemen yang bersebelahan.
- d. Seluruh baut dan perlengkapan kecil harus disimpan dalam wadah atau kaleng di lokasi yang kering dan tidak terekspos cuaca.

### 2.3.3 Pengendalian Mutu Material Baja

#### a. Baja

Kecuali ditunjukkan lain dalam gambar, baja karbon untuk paku keling, baut atau dilas harus sesuai dengan ketentuan AASHTO M183M - 90: *Structural Steel*. Baja lainnya harus mempunyai tegangan leleh minimum sebesar 2500 kg/cm<sup>2</sup> dan tegangan tarik minimum sebesar 4000 kg/cm<sup>2</sup>. Baja struktur untuk gelagar komposit harus mempunyai tegangan leleh minimum sebesar 3500 kg/cm<sup>2</sup> dan tegangan tarik minimum sebesar 4950 kg/cm<sup>2</sup>.

Mutu baja, dan data yang berkaitan lainnya harus ditandai dengan jelas pada unit-unit yang menunjukkan identifikasi selama fabrikasi dan pemasangan.

#### b. Baut, Mur dan Ring

Baut dan mur harus memenuhi ketentuan dari ASTM A307 Grade A, dan mempunyai kepala baut dan mur berbentuk segienam (*hexagonal*).

Baut, mur dan ring dari baja tegangan tinggi harus difabrikasi dari baja karbon yang dikerjakan secara panas memenuhi ketentuan dari AASHTO M164M - 90 dengan tegangan leleh minimum 5700 kg/cm<sup>2</sup> dan pemuluran (*elongation*) minimum 12 %.

Baut dan mur harus ditandai untuk identifikasi sesuai dengan ketentuan dari AASHTO M164M - 90. Ukuran baut harus sebagaimana ditunjukkan dalam gambar.

#### c. Paku Penghubung Geser Yang Dilas

Paku penghubung geser (*shear connector studs*) harus memenuhi ketentuan dari AASHTO M169 - 83: *Steel Bars, Carbon, Cold Finished, Standard Quality, Grade 1015, 1018 atau 1020*, baik baja "*semi-killed*" maupun "*fully killed*".

#### d. Bahan Untuk Keperluan Pengelasan

Bahan untuk keperluan pengelasan yang digunakan dalam pengelasan logam dari kelas baja yang memenuhi ketentuan dari AASHTO M183 - 90, harus memenuhi ketentuan dari ASTM A233.

e. Sertifikat

Semua bahan baku atau cetakan yang dipasok untuk pekerjaan, bilamana diminta oleh pengawas pekerjaan, harus disertai sertifikat dari pabrik pembuatnya yang menyatakan bahwa bahan tersebut telah di produksi sesuai dengan formula standar dan memenuhi semua ketentuan dalam pengendalian mutu dari pabrik pembuatnya. Sertifikat harus menunjukkan semua hasil pengujian sifat-sifat fisik bahan baku, dan diserahkan kepada pengawas pekerjaan tanpa biaya tambahan.

Ketentuan ini harus digunakan, tetapi tidak terbatas, pada produk-produk atau bagian-bagian yang dirol, baut, bahan dan pembuatan landasan (*bearing*) jembatan dan galvanisasi.

## 2.4 Pengawasan Material Kayu

Semua kayu yang digunakan untuk pekerjaan jembatan kayu harus sesuai dengan SNI 7973-2013, dan disetujui oleh Pengawas pekerjaan. Kayu harus mempunyai kelas kuat I (setara E1 2) atau mempunyai minimal kelas kuat II (setara E 10) dan berat jenis minimal 0,7 ton/m<sup>3</sup> atau sebagaimana yang disyaratkan dalam Gambar Desain dengan perlindungan-perlindungan terhadap rayap dan pelapukan. Kayu yang digunakan pada lokasi permanen yang terbuka harus dilakukan pengawetan yang disetujui oleh Pengawas pekerjaan. Untuk konstruksi sementara, kayu yang tidak memenuhi spesifikasi boleh digunakan dengan persetujuan pengawas pekerjaan.

Tingkat kelurusan bahan kayu diukur dari ujung ke ujung diberikan toleransi 1/300 dari panjang efektif kayu.

Material pendukung mencakup pelat baja pengaku, baut sambungan, paku, klem serta bahan-bahan lain yang diperlukan dalam pekerjaan struktur kayu. Mutu bahan yang digunakan sebagai pendukung harus sesuai dengan persyaratan dalam gambar rencana atau disetujui oleh pengawas pekerjaan.

a. Paku

Paku diproduksi dalam beberapa ukuran, bentuk dan bahan. Biasanya ukuran diameternya berkisar antara 2,75 sampai 8 mm, dan panjangnya antara 40 sampai 200 mm.

Sambungan paku harus dipasang tegak lurus terhadap bidang permukaan kayu kecuali disyaratkan lain.

b. Pelat Baja (*Punch Metal Plate*)

Pelat baja merupakan salah satu bagian *joint*/sambungan diantara bidang elemen batang kayu. Pelat baja yang diproduksi dengan digalvanis dengan ukuran antara 0,9 sampai 2,5 mm, pemasangannya membutuhkan peralatan khusus dari pabrik. Untuk struktur truss kayu minimal ketebalan pelat baja harus tidak kurang dari 35 mm.

c. Baut

Biasanya kepalanya berbentuk *nut*/bulat, segi empat atau segi delapan. Diameternya berukuran antara 12 sampai 30 mm. Untuk memudahkan pemasangan, besarnya lubang kayu tempat baut, diperbolehkan toleransinya melebihi diameter baut sebesar 1 mm.

d. Skrup

Skrup yang digunakan biasanya berdiameter antara 6 sampai 20 mm, dengan panjang antara 25 sampai 300 mm.

e. Pasak

Diameter minimum pasak sebesar 6 mm.

f. Dimensi Kayu

Toleransi dimensi untuk papan kayu padat yang dibentuk dengan gergaji harus  $\pm 5$  mm terhadap lebar,  $\pm 3$  mm tebal penampang melintang papan, dan  $\pm 10$  mm terhadap panjang papan. Toleransi papan kayu ini harus dalam kondisi dimana kayu padat dalam kondisi kadar air tidak lebih dari 15% pada saat pelaksanaan konstruksi.

Toleransi dimensi untuk balok kayu padat yang dibentuk dengan gergaji harus  $\pm 5$  mm terhadap lebar dan tebal penampang melintang balok, dan  $\pm 20$  mm terhadap panjang balok. Toleransi balok kayu ini harus dalam kondisi dimana kayu padat dalam kondisi kadar air tidak lebih dari pada saat pelaksanaan konstruksi.

Toleransi dimensi untuk kayu gelondongan  $\pm 5$  mm terhadap diameter dan  $\pm 20$  mm terhadap panjang. Toleransi kayu gelondongan ini harus dalam kondisi dimana kayu padat dalam kondisi kadar air tidak lebih dari 15% pada saat pelaksanaan konstruksi.

g. Untuk dimensi kayu yang lebih lebar/lebih tebal/lebih panjang daripada ukuran desainnya namun masih dalam toleransi dimensi seperti yang disebutkan pada butir f) diperhitungkan volume pembayarannya sesuai ukuran desain.

h. Dimensi lebar, tebal, dan panjang kayu merupakan dimensi rata-rata, dimana lebar dan tebal diambil dari rata-rata penampang tegak lurus sumbu arah memanjangnya diukur setiap 2 m panjang terhitung, dan panjang diambil dari panjang rata-rata dari keempat sisi kayu.

i. Pada sudut-sudut sisi kayu arah memanjang tidak diperkenankan ada cacat kayu wanvlak, serta tidak diperkenankan adanya cacat retak-retak disetiap sisi kayu.

#### 2.4.1 Penanganan Material Kayu

Kayu yang dikirim ke lokasi pekerjaan harus ditumpuk dan diatur pada tempat tertentu dan tidak diperbolehkan menyentuh tanah secara langsung sepanjang waktu penyimpanan.

Kayu bulat harus disusun dengan cara sedemikian sehingga setiap batang kayu bebas terhadap batang yang berdekatan dengan jarak tidak kurang dari 7 cm.

Kayu gergajian harus disusun serupa dengan kayu bulat diatur tegak lurus pada lapis di bawahnya atau dipisahkan dengan tumpukan untuk mencegah perubahan bentuk kayu.

Kayu pada setiap lapis dipisahkan dari kayu-kayu yang berdampingan dengan jarak horizontal paling sedikit 2 cm. Semua kayu yang ditumpuk di tempat pekerjaan harus dilindungi dengan baik.

Pemasokan kayu gergajian dan atau gelondongan tidak boleh diberikan dalam bentuk lainnya sebelum dilakukan uji mutu atau atas instruksi pengawas pekerjaan.

## 2.4.2 Pengendalian Mutu Material Kayu

### a. Penerimaan Bahan

Bahan yang diterima harus diperiksa oleh pengawas penerimaan bahan dengan mengecek/memeriksa bukti tertulis yang menunjukkan bahwa bahan-bahan yang telah diterima harus sesuai dengan ketentuan persyaratan bahan pada Spesifikasi Umum 2018 pasal 1.7.18,2.

### b. Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok dan cara kerja, proses serta hasil akhir harus dipantau dan dikendalikan seperti yang disyaratkan dalam standar rujukan dalam Spesifikasi Umum 2018 pasal 1.7.18.2.

### c. Perlindungan Terhadap Pasang Surut

Tiang-tiang/pilar pada daerah pasang surut harus dilindungi seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana, terhadap organisme laut serta suatu pembungkus logam atau menggunakan bahan pencegah lain. Perlindungan tersebut adalah diperlukan untuk paling sedikit 30 cm di bawah muka air terendah, dan 30 cm di atas muka air tertinggi atau pada muka air rendah sebagai akibat penggerusan pasang surut.

### d. Perlindungan dengan *Petroleum Jelly*

Semua ujung-ujung penampang kayu jembatan harus dilapisi dengan *petroleum jelly* yang dipanaskan atau bahan-bahan lain yang telah diperiksa dan mendapatkan persetujuan pengawas pekerjaan.

Kecuali pada bagian-bagian yang memerlukan pengecatan, pelapisan dengan tir atau pengawetan dengan *petroleum jelly*, maka semua permukaan kayu harus diberi 2 lapis *creosote* sebelum pemasangan pada posisinya.

### e. Perlindungan dengan Minyak Pengawet Kayu

Setiap pekerjaan penyelesaian pada sambungan kayu harus diberi perlindungan pada kedua ujung sambungan dengan minyak *creosote*. Semua bagian yang ditutup dengan minyak *creosote* harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan pengecatan dan masing-masing bagian tidak boleh diminyaki selama atau segera sesudah hujan dan selama permukaan kayu masih lembab/basah. Setiap pemakaian minyak *creosote* pada bagian yang sama harus diberi selang waktu paling lama 48 jam atau telah tercapai kering permukaan.

Semua lubang baut yang dibor sesudah pengawetan harus diawetkan dengan minyak *creosote* dengan menggunakan alat penyemprot lubang bor. Setiap lubang yang belum terisi, sesudah diberi minyak *creosote* harus disumbat dengan sumbat *creosote*.

### f. Perlindungan dengan Ter

Permukaan atas papan lantai kendaraan jembatan harus diberi lapisan ter kemudian diberi satu lapisan aspal cair, diberikan dalam keadaan panas, dan kemudian ditaburi dengan lapisan tipis pasir kasar yang bersih. Permukaan batang-batang yang akan ditutup dengan lapisan logam dan juga bagian dalam penutup logam itu, harus diberi ter sebelum dipasang seperti disyaratkan. Semua pemberian ter harus diselesaikan sebelum memulai pengecatan, dan ter tidak diberikan selama atau segera sesudah hujan atau selama permukaan kayu basah.

## 2.5 Pengawasan Material Lainnya

### 2.5.1 Timbunan Tanah dan Khusus/Ringan

#### 2.5.1.1 Timbunan Biasa

- a. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari bahan galian tanah atau bahan galian batu.
- b. Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut SNI-03-6797-2002 (AASHTO M145-91(2012)) atau sebagai CH menurut "*Unified atau Casagrande Soil Classification System*". Bila penggunaan tanah yang berplastisitas tinggi tidak dapat dihindarkan, bahan tersebut harus digunakan hanya pada bagian dasar dari timbunan atau pada penimbunan kembali yang tidak memerlukan daya dukung atau kekuatan geser yang tinggi. Tanah plastis seperti itu sama sekali tidak boleh digunakan pada 30 cm lapisan langsung di bawah bagian dasar perkerasan atau bahu jalan atau tanah dasar bahu jalan. Sebagai tambahan, timbunan untuk lapisan ini bila diuji dengan SNI 1744:2012, harus memiliki nilai CBR tidak kurang dari karakteristik daya dukung tanah dasar yang diambil untuk rancangan dan ditunjukkan dalam gambar atau tidak kurang dari 6% jika tidak disebutkan lain (CBR setelah perendaman 4 hari bila dipadatkan 100 % kepadatan kering maksimum (MDD) seperti yang ditentukan oleh SNI 1742:2008).
- c. Tanah sangat ekspansif yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25, atau derajat pengembangan yang diklasifikasikan oleh AASHTO T258-81 (2013) sebagai "*very high*" atau "*extra high*" tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif adalah perbandingan antara *Indeks Plastisitas / PI* - (SNI 1966:2008) dan *persentase kadar lempung* (SNI 3423:2008).
- d. Bahan untuk timbunan biasa tidak boleh dari bahan galian tanah yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

Tanah yang mengandung organik seperti jenis tanah OL, OH dan Pt dalam sistem USCS serta tanah yang mengandung daun-daunan, rumput-rumputan, akar, dan sampah.

  1. Tanah dengan kadar air alamiah sangat tinggi yang tidak praktis dikeringkan untuk memenuhi toleransi kadar air pada pemadatan (melampaui Kadar Air Optimum + 1%).
  2. Tanah ekspansif yang mempunyai sifat kembang susut tinggi dan sangat tinggi dalam klasifikasi Van Der Merwe dengan ciri-ciri adanya retak memanjang sejajar tepi perkerasan jalan.

#### 2.5.1.2 Timbunan Pilihan

- a. Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud dimana bahan-bahan ini telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh Pengawas pekerjaan. Seluruh timbunan lain yang digunakan harus dipandang sebagai timbunan biasa (atau drainase *porous* bila ditentukan atau disetujui).
- b. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas untuk timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau disetujui oleh pengawas pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus, bila diuji sesuai dengan SNI 1744:2012,



memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100% kepadatan kering maksimum sesuai dengan SNI 1742:2008.

- c. Bahan timbunan pilihan yang digunakan pada lereng atau pekerjaan stabilisasi timbunan atau pada situasi lainnya yang memerlukan kuat geser yang cukup, bilamana dilaksanakan dengan pemadatan kering normal, maka timbunan pilihan dapat berupa timbunan batu atau kerikil lempungan bergradasi baik atau lempung pasiran atau lempung berplastisitas rendah. Jenis bahan yang dipilih, dan disetujui oleh pengawas pekerjaan akan tergantung pada kecuraman dari lereng yang akan dibangun atau ditimbun, atau pada tekanan yang akan dipikul.

### 2.5.1.3 Timbunan Ringan

Timbunan ringan ini merupakan teknologi terbaru yang bisa diaplikasikan sebagai timbunan jalan atau fondasi jalan, yang memiliki karakteristik seperti beton namun sangat ringan. Timbunan ringan ini merupakan campuran pasir, semen, air dan busa (*foam*) dengan komposisi tertentu. Berikut merupakan ketentuan bahan-bahan dalam pembuatan timbunan ringan berdasarkan Surat Edaran Menteri PUPR No. 46/SE/M/2015.

- a. Semen yang digunakan harus sesuai SNI 15-2049-2004, SNI 15-7064-2004 dan SNI 15-0302-2004.
- b. Agregat halus yaitu pasir yang digunakan harus memenuhi spesifikasi Tabel 7.2 dan Gambar 7.1. Agregat pasir tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat dan material-material gembur/mudah hancur (*clay lumps and friable particles*) lebih dari 4% (SNI 03-6819-2002). Agregat pasir harus bebas dari arang, benda-benda dari kayu serta kotoran-kotoran lainnya yang tidak dikehendaki.
- c. Cairan busa (*foam agent*), yang digunakan harus dapat menghasilkan gelembung dengan nilai berat isi sebesar 0,075 – 0,085 t/m<sup>3</sup> bila bercampur dengan air menggunakan alat pembangkit busa (*foam generator*). Cairan busa ini akan menghasilkan material ringan mortar-busa bila dicampur dengan pasir, semen dan air sesuai komposisi desain campuran.
- d. Air untuk mencampur material ringan mortar – busa harus sesuai spesifikasi SNI 7974:2013.

### 2.5.2 Perkerasan Aspal

Asbutan Campuran Panas Hambar Dingin (*Cold Paving Hot Mix Asbuton*) atau CPHMA yang dipasok dapat berbentuk dalam kemasan kantong. CPHMA dalam kemasan kantong hasil produksi beberapa waktu yang lalu dan agar dapat digunakan dimasukkan ke dalam kemasan kantong yang kedap air dengan berat 25 - 40 kg serta agar mudah penanganannya saat dihampar di lokasi pekerjaan.

Kemasan CPHMA harus berlabel yang memuat informasi:

- a. Logo pabrik (produsen);
- b. Kode pengenal antara lain: CPHMA, berat, kadar aspal total, ukuran butiran maksimum campuran dan tanggal produksi.

CPHMA yang belum dipergunakan harus disimpan dalam ruangan yang terlindung dari hujan dan matahari. Tinggi tumpukan tidak boleh lebih dari 2 meter. CPHMA tidak boleh menggumpal pada saat akan dihampar.

### 2.5.3 Landasan

#### a. Baja Untuk Landasan

##### 1. Lapisan pelat baja

Lapisan penulangan pelat baja untuk bantalan perletakan harus memenuhi AASHTO M183 - 90. Tepi-tepi pelat harus dikerjakan dengan rapi untuk menghindari penakikan. Pelat harus terbungkus penuh dalam *elastomer* untuk mencegah korosi.

##### 2. Landasan logam

Landasan logam harus berupa perletakan blok berongga (*pot*), geser (*sliding*), rol (*roller*), sendi (*knuckle*), goyang (*rocker*), yang disetel atau perletakan lainnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar dan disetujui oleh pengawas pekerjaan.

Bahan harus memenuhi spesifikasi AASHTO yang berkaitan.

#### b. *Elastomer* Untuk Landasan

*Elastomer* yang digunakan dalam perletakan jembatan harus mengandung baik karet alam maupun karet chloroprene sebagai bahan baku *polymer*. Karet yang diolah kembali atau karet vulkanisir tidak boleh digunakan. Bahan *elastomer*, sebagaimana yang ditentukan dari pengujian, harus memenuhi ketentuan tabel 2.28 berikut ini.

**Tabel 2.30 - Ketentuan bahan *elastomer***

Pengujian	Metode ASTM	Ketentuan
Kuat Tarik	D 412	min. 169 kg/mm <sup>2</sup>
Pemuluran sampai putus	D412	min. 350 %
Pengaturan Tekan, 22 jam pada 67°C	D 395 (metode B)	maks. 25 %
Kuat Sobek	D 624 (Die C)	min. 13 kg/cm <sup>2</sup>
Kekerasan (Shore A)	D2240	65 ± 5
Kekerasan terhadap Ozone, regangan 20%, 100 jam pada 38 ± 10°C	D1149 (kecuali 100 ± 20 bagian per 100.000.000)	Tidak ada keretakan
Kekakuan pada temperature rendah, Modulus Young pada 35°C	D797	maks. 350 kg/cm <sup>2</sup>
Kerapuhan pada temperatur rendah, 5 jam pada - 40°C	D 736	Memenuhi

Setelah pengujian percepatan penuaan (*aging*) sesuai dengan ASTM D573 selama 70 jam pada 100°C, maka elastometer tidak boleh menunjukkan kemunduran yang melebihi tabel 2.29 berikut ini.

**Tabel 2.31 - Kemunduran *elastomer* setelah pengujian percepatan penuaan**

Kuat Tarik, % perubahan	maks. 15
Pemuluran sampai putus	50 % (tetapi tidak kurang dari 300 % pemuluran total bahan)
Kekerasan	maks. 10 angka

Landasan antara *elastomer* dengan logam harus sedemikian rupa hingga bilamana diuji untuk pemisahan, tidak terjadi kerusakan pada *elastomer* atau antara *elastomer* dengan logam. Bahan *polymer* dalam paduan *elastomer* harus berupa *neoprene* dan tidak boleh kurang dari 60 % volume total landasan.

#### **2.5.4 Siar Muai (*Expansion Joint*) Tipe *Asphaltic Plug***

Beberapa ketentuan yang harus diawasi oleh pengawas pekerjaan terdiri dari:

a. Struktur Sambungan Siar Muai (*Expansion Joint Structure*)

Jenis struktur sambungan ekspansi tergantung pada jumlah pergerakan lantai yang diperlukan dan sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar. Sambungan pelat atau siku, sambungan baja bergerigi (*steel finger joint*) dan sambungan berpenutup neoprene harus mempunyai bentuk yang disetujui oleh Pengawas pekerjaan. Bagian baja dan baut jangkar harus sesuai dengan AASHTO M120 Kelas A. Bagian logam harus dilindungi terhadap korosi.

b. Bahan Pengisi Sambungan (*Joint Filler*)

Bahan pengisi sambungan harus dari jenis kenyal yang tidak dikeluarkan pracetak (*premoulded non-extruding resilient type*), sesuai dengan AASHTO M153 - 84 atau AASHTO M213 - 81.

c. Penutup Sambungan (*Joint Sealer*)

Bahan untuk penutup sambungan horisontal harus sesuai dengan AASHTO M173 - 84 : *Hot Poured Elastic Sealer*, Sebagai alternatif, penutup dari bitumen karet yang dicor panas seperti *Expandite Plastic Grade 99* atau yang sejenis dapat digunakan dengan persetujuan dari pengawas pekerjaan. Sambungan vertikal dan miring harus ditutup dengan sambungan *Expandite Plastic*, dempul bitumen, Thioflex 600 dua bagian persenyawaan polysulfida, atau bahan sejenis yang disetujui oleh pengawas pekerjaan.

Persenyawaan dasar sambungan (*joint priming compound*) harus sebagaimana yang disarankan oleh pabrik bahan penutup yang dipilih untuk digunakan.

Bahan sambungan untuk dasar (*primer*) dan penutup (*sealer*) sambungan harus dicampur dan digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.

d. *Waterstops*

Jenis dan bahan *waterstops* harus terinci dalam gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh pengawas pekerjaan.

e. Bahan-bahan Lain

Semua bahan lainnya yang diperlukan untuk sambungan harus sesuai dengan gambar dan disetujui oleh pengawas pekerjaan.

### 2.5.5 Epoxy resin

*Epoxy resin* adalah resin cair sintesis yang mengandung grup kimia epoksid, yang diubah menjadi benda padat yang keras dan kuat dengan penambahan bahan perawatan atau pengeras (*hardener*). Dipakai sebagai pelapis, perekat dan untuk beragam kegunaan lain pada pelaksanaan, pemeliharaan dan perbaikan bangunan beton. Dapat dimodifikasi dengan penggunaan bahan penambah kelenturan (*flexibiliser*), pelarut, pengisi (*filler*) dan pewarna (*pigmen*).

#### a. Sifat *Epoxy resin*

*Epoxy resin* pada umumnya mempunyai kekuatan rekatan tarik dan tekan yang tinggi, ketahanan yang tinggi terhadap lembab dan oksidasi, dan ketahanan kimia tinggi khususnya terhadap lingkungan alkali.

Jenis *epoxy resin* terdiri dari:

1. Hidrofil, cepat menyerap air pada waktu tidak dirawat sehingga kehilangan kekuatan yang berarti. Hanya sesuai dipakai pada kondisi kering.
2. Hidrofobik, tidak menyerap air dalam kondisi tidak dirawat (toleran terhadap air). Sesuai untuk permukaan kering maupun lembab.
3. Sifat fleksibel, tahan terhadap perubahan bentuk (*distorsi*) seperti lentur atau perpanjangan, dalam keadaan terawat.
4. Tahan panas, dapat menahan panas tinggi yang diberikan tanpa kehilangan sifat-sifat mekanis. Kebanyakan *epoxy resin* menjadi lembek dan kehilangan sifat-sifat mekanisnya jika dipanasi hingga suhu distorsi panasnya. Suhu tersebut biasanya diantara 90°C - 180°C tetapi dapat mencapai 300°C.

#### b. Penggunaan *Epoxy resin*

Beberapa penggunaan *epoxy resin* termasuk:

1. Perekatan bahan termasuk logam, beton dan karet neoprene.
2. Perekatan beton basah pada beton kering.
3. Perbaikan pada beton dengan memakai adukan *epoxy* atau beton *epoxy*.
4. Perbaikan retak-retak pada beton dengan penyuntikan *epoxy resin*.
5. Penyambungan tiang pancang beton.
6. Pembuatan permukaan tidak licin (*non-skid*) dengan *epoxy resin* dan pasir.
7. Perlindungan permukaan logam terhadap karat dengan cat *epoxy*.

#### c. Pemakaian *Epoxy resin*

##### 1. Pemilihan

Beberapa faktor yang harus diperhitungkan pada saat memilih *epoxy resin* untuk pemakaian tertentu ialah:

- a) Kondisi kerja dan pembebanan yang diperkirakan untuk menentukan kekuatan, ketahanan terhadap benturan yang diperlukan dan apakah diperlukan *epoxy resin* keras atau fleksibel.
- b) Suhu setempat dan suhu permukaan.
- c) Kecepatan/tingkat perawatan pada waktu yang tersedia untuk pemakaian.

##### 2. Persiapan permukaan

Pemakaian *epoxy resin* yang berhasil tergantung pada persiapan permukaan yang benar. Mencakup penghilangan debu, sisik, minyak, pelumas dan kotoran lain. Tergantung pada formulasinya, mungkin perlu suatu permukaan yang kering.

Persiapan permukaan tergantung pada sifat serta komposisi bahan yang akan dilekatkan. Untuk permukaan beton dan logam, pembersihan dengan semprotan penggerus (*abrasif*) adalah cara persiapan permukaan yg lebih disukai. Rekomendasi pabrik harus dilakukan untuk persiapan permukaan lain, khususnya plastik dan karet.

3. Perbandingan campuran

Perbandingan (proporsi) campuran dari *epoxy resin* dan pengeras (*hardener*) harus benar-benar sesuai dengan petunjuk pabrik untuk mendapatkan sifat tertentu yang diharapkan dari suatu produk.

Perbandingan campuran dari resin dan pengeras (*hardener*) yang disyaratkan pabrik untuk suatu produk direncanakan untuk mendapatkan resin terawat (*cured*) dengan sifat-sifat khusus. Dengan menambahkan jumlah pengeras atau bahan perawatan yang kurang daripada rekomendasi pabrik, akan menghasilkan kepadatan (*density*) ikatan (*cross link*) rendah antara molekul *epoxy*, mengakibatkan kekerasan (*toughness*) dan kelenturan yang lebih baik tetapi ketahanan kimia kurang baik dan suhu distorsi panas lebih rendah.

Penambahan pengeras dalam jumlah berlebih dari yang disarankan dapat menyebabkan “perawatan berlebih” dengan menambah kegetasan (*brittleness*) dalam beberapa kasus tetapi lebih lembut dalam kasus lain. Pengeras yang berlebih akan berakibat pada ketahanan kimia lebih rendah dan sifat-sifat kurang baik (bermutu rendah).

Tingkat perawatan *epoxy resin* tidak tergantung pada proporsi antara *epoxy resin* dengan pengeras. Oleh karena itu, menambah proporsi pengeras tidak akan menambah tingkat perawatan *epoxy*.

4. Pengadukan

Pengadukan *epoxy resin* dan pengeras disarankan menggunakan pengaduk listrik atau tenaga udara yang berbentuk *paddle*.

5. Adukan *epoxy* dan beton

Agregat harus kering oven dan bergradasi baik untuk meminimumkan rongga. Ukuran maksimum agregat tidak boleh melebihi 20% tebal bagian yang akan diisi. Pemadatan dengan tangan atau mesin (*tamping*) sangat penting karena adukan *epoxy* dan beton tidak memadatkan sendiri dan perlu pengerjaan kedalam posisinya.

6. Metode kerja perbaikan pada beton retak

Tahapan yang disarankan untuk menyuntikkan *epoxy* pada retak ialah sebagai berikut:

- a) Menghilangkan semua kontaminan sepanjang retakan seperti debu dan pelumas.
- b) Sepanjang retakan yang terdapat diantara lokasi pentil (*nipple*) diisi dengan pasta *epoxy*.
- c) Pasangkan pentil pada tangkai (*stock*) pada titik terendah dan suntikkan *epoxy* yang mempunyai viskositas rendah dan karakteristik kekuatan yang diperlukan.
- d) Pasangkan pentil berikutnya dan pompa *epoxy* pada tiap tangkai (*stock*) berurutan dimana ada *epoxy*.
- e) Setelah penyuntikan pada semua titik dan masa perawatan minimum 12 jam, lepaskan ujung penyuntikan.

- f) Hilangkan penutup *epoxy* sepanjang retakan dengan menggerinda (*grinding*) atau melunakkan dengan pemanasan dan pengelupasan.

Catatan:

- a) *Epoxy* dengan sifat lentur dipakai dimana dapat terjadi gerakan pada retakan.
- b) Memotong alur vee sepanjang retakan tidak disarankan karena dapat berakibat retakan terisi bubuk beton yang menghambat penetrasi *epoxy*. Pemotongan alur menyebabkan perbaikan yang tampak lebih jelas dan kurang enak dilihat daripada cara yang dijelaskan diatas.
- c) Tangkai (*stock*) pentil dapat dipasang dalam lubang bor pada retakan selain daripada pemasangan pada permukaan beton dengan pasta *epoxy*. Cara ini biasanya dapat dilakukan dengan baik untuk retak lebar tetapi retak yang sempit dapat ditutup oleh bubuk beton yang dihasilkan akibat pengeboran dan penetrasi *epoxy* dapat terhambat dengan cara seperti pada pemotongan vee.
- d) Kit peralatan, berisi semua *epoxy* yang perlu dan ujung penyuntik untuk menyuntikan *epoxy* pada retakan beton, tersedia di pasar.
- e) Salah satu teknik yang dipasarkan mencakup penggunaan peralatan yang menggunakan dua pompa meteran untuk mengalirkan komponen *epoxy resin* dan pengeras dari suatu *epoxy* yang cepat mengeras pada kepala (*head*) pencampur. Campuran *epoxy* disuntik langsung kedalam retak melalui ujung (*gasket*) khusus.

### 2.5.6 Geotekstil

Geotekstil merupakan bahan tekstil yang umumnya lolos air yang dipasang bersama pondasi, tanah, batuan atau material geoteknik lainnya sebagai suatu kesatuan dari sistem struktur, atau suatu produk buatan manusia.

- a. Serat (*fiber*) yang digunakan untuk membuat geotekstil dan tali (*thread*) yang digunakan untuk menyambung geotekstil dengan cara dijahit, harus terdiri dari polimer sintetik rantai panjang yang terbentuk dari sekurang-kurangnya 95% berat poliolefin atau poliester. Serat dan tali harus dibentuk menjadi suatu jejaring yang stabil sedemikian rupa sehingga filamen (serat menerus) atau untaian serat (*yarn*) dapat mempertahankan stabilitas dimensinya relatif terhadap yang lainnya, termasuk *selvage* (bagian tepi teranyam dari suatu lembar geotekstil yang sejajar dengan arah memanjang geotekstil).
- b. Geotekstil yang digunakan untuk drainase bawah permukaan, pemisah (*separator*) dan stabilisasi harus memenuhi persyaratan fisik yang tertera pada Tabel 3.5.2.1 Spesifikasi Umum 2018.
- c. Seluruh nilai, kecuali Ukuran Pori-pori Geotekstil (*Apparent Opening Size, AOS*), dalam spesifikasi ini menunjukkan Nilai Gulungan Rata-rata Minimum (*Minimum Average Roll Value, MARV*) pada arah utama terlemah (yaitu nilai rata-rata hasil pengujian dari suatu rol dalam suatu lot yang diambil untuk uji kesesuaian atau uji jaminan mutu harus memenuhi atau melebihi nilai minimum yang tertera dalam spesifikasi ini). Nilai Ukuran Pori-pori Geotekstil (*AOS*) menunjukkan nilai gulungan rata-rata maksimum.

Prosedur pelaksanaan konstruksi sangat berpengaruh terhadap kinerja perkuatan timbunan di atas tanah yang sangat lunak. Dengan demikian dibutuhkan pengawas konstruksi yang kompeten dan profesional. Pengawas lapangan harus dilatih dengan cukup sehingga mampu mengawasi setiap tahapan konstruksi dan memastikan bahwa:

- a. Bahan yang dikirimkan ke lokasi proyek telah sesuai dengan kebutuhan;
- b. Geosintetik tidak rusak selama konstruksi;

- c. Tahapan konstruksi yang dibutuhkan telah diikuti dengan benar.

### 2.5.7 Pasangan Batu

Beberapa ketentuan mengenai pasangan batu berdasarkan bagian-bagiannya, adalah sebagai berikut:

- a. Batu

Batu harus bersih, keras, tanpa bagian yang tipis atau retak dan harus dari jenis yang diketahui awet. Bila perlu, batu harus dibentuk untuk menghilangkan bagian yang tipis atau lemah.

Batu harus rata, lancip atau lonjong bentuknya dan dapat ditempatkan saling mengunci bila dipasang bersama-sama.

Terkecuali diperintahkan lain oleh pengawas pekerjaan, batu harus memiliki ketebalan yang tidak kurang dari 15 cm, lebar tidak kurang dari satu setengah kali tebalnya dan panjang yang tidak kurang dari satu setengah kali lebarnya.

- b. Adukan

Ketentuan mengenai adukan diuraikan sebagai berikut:

1. Semen harus memenuhi ketentuan dalam AASHTO M85.
2. Agregat halus harus memenuhi ketentuan dalam AASHTO M45
3. Kapur tohor harus memenuhi ketentuan dalam jumlah residu, letupan dan lekukan (popping & pitting), dan penahan air sisa untuk kapur jenis N dalam ASTM C20
4. Air harus memenuhi ketentuan spesifikasi sebagaimana diuraikan di atas.

- c. Drainase *Porous*

1. Bahan *porous* untuk penimbunan kembali atau penyaring (*filter*)

- a) Bahan *porous* untuk penimbunan kembali atau bahan penyaring (*filter*) haruslah keras, awet dan bersih. Bahan tersebut harus bebas dari bahan organik, gumpalan lempung, dan bahan lain yang tidak dikehendaki. Bahan padas lapuk atau bekas bongkaran beton tidak boleh digunakan.
- b) Gradasi partikel bahan yang disyaratkan tergantung dari fungsi masing-masing keperluan dalam pekerjaan dan tergantung dari karakteristik bahan untuk sisi hulu atau sisi hilir dari air yang akan melewatinya, dan juga tergantung dari tersedianya bahan. Gradasi yang disyaratkan untuk masing-masing keperluan akan ditentukan oleh Pengawas pekerjaan, dimana penentuannya harus dapat menjamin bahwa "pipng" (hanyutnya butir-butir halus) dari bahan arah "hulu" (sebelum bahan *porous*) ke bahan *porous*, atau dari bahan *porous* ke bahan arah "hilir" (setelah bahan *porous*), tidak akan terjadi.

Gradasi-gradasi tersebut harus sesuai dengan kriteria berikut ini:

$$\text{i) } \frac{D_{15}(\text{filter})}{D_{85}(\text{tanah})} < 5$$

$$\text{ii) } 4 < \frac{D_{15}(\text{filter})}{D_{15}(\text{tanah})} < 20$$

$$\text{iii) } \frac{D_{50}(\text{filter})}{D_{50}(\text{tanah})} < 25$$

Dimana  $D_{15}$ ,  $D_{50}$ , dan  $D_{85}$  adalah ukuran partikel dari kurva gradasi masing-masing pada 15%, 50% dan 85% berat yang lebih halus. Istilah "filter" merujuk pada bahan pelindung yang lebih kasar; dan istilah "tanah" merujuk pada bahan yang lebih halus dan dilindungi dari "piping".

- c) Batas-batas gradasi untuk bahan porous untuk penimbunan kembali dan penyaring (*filter*) yang akan mengalirkan aliran air tanpa "piping" dari timbunan lempung sampai pasangan batu kosong berdiameter 30 cm.

Pasangan batu kosong harus dilindungi oleh kerikil, dan kerikil dilindungi oleh pasir, dan pasir oleh pasir kelanauan atau oleh anyaman penyaring (*filter*) plastik. Data ini hanya merupakan penuntun umum saja dan tidak harus digunakan sebagai dasar untuk menyetujui atau menolak bahan-bahan di atas.

- d) Bilamana bahan arah "hilir" (setelah bahan porous) dari bahan porous yang ditimbun kembali bukan bahan berbutir, tetapi digunakan lubang sulingan atau pipa berlubang banyak (*perforated pipe*) maka pemilihan dan persetujuan atas bahan porous untuk penimbunan kembali harus didasarkan atas kriteria berikut ini:

$$\text{i) } D_{85}(\text{bahan untuk penimbunan kembali}) > 0,2 D(\text{lubang})$$

dan

$$\text{ii) } D_{50}(\text{bahan untuk penimbunan kembali}) > 0,04 D(\text{lubang})$$

Dimana  $D_{85}$  dan  $D_{50}$  didefinisikan pada butir 2) di atas dan  $D$  (lubang) adalah diameter dalam dari lubang sulingan atau pipa berlubang banyak (*perforated pipe*).

- e) Setiap ukuran bahan porous untuk penimbunan kembali dapat digunakan untuk arah "hilir" (setelah bahan porous) dari suatu anyaman penyaring (*filter*) plastik.

Sebagai contoh, untuk drainase bawah permukaan perkerasan, dapat digunakan bahan porous untuk penimbunan kembali yang terdiri dari kerikil kasar berbutir seragam, bilamana bahan porous tersebut dibungkus anyaman penyaring (*filter*) plastik yang cocok, akan tetapi umumnya haruslah terdiri dari pasir halus. Dalam segala hal, ijuk tidak boleh digunakan sebagai pengganti anyaman penyaring (*filter*) plastik.



2. Bahan landasan untuk drainase pipa dan beton

Bahan berbutir yang digunakan sebagai landasan dapat berupa kerikil berpasir atau batu pecah dan harus memenuhi ketentuan berikut ini:

- a). Ukuran Butiran Maksimum (SNI 03-3422-1994)  
20 mm atau kurang, tetapi paling sedikit dua kali celah maksimum antara dua pipa yang disambung tanpa adukan.
- b). Lolos Ayakan No. 200 (SK SNI M-02-1994-03)  
Maksimum 15 %
- c). Indeks Palstisitas (SNI 03-1966-1990)  
Maksimum 6
- d). Batas Cair (SNI 03-1967-1990)  
Maksimum 25

Bahan-bahan tersebut harus bergradasi menerus, bukan bergradasi seragam.

3. Anyaman penyaring (*filter*) plastik

Anyaman penyaring *filter* plastik haruslah dari anyaman geotekstil sintetis yang disetujui oleh pengawas pekerjaan. Pemilihan lubang anyaman yang paling sesuai (*Mesh Opening Size/ MOS*) untuk anyaman penyaring (*filter*) harus didasarkan pada kurva gradasi tanah pada arah hulu dari anyaman penyaring (*filter*).

4. Pipa berlubang banyak (*perforated pipe*) dan pipa sulingan

Pipa berlubang banyak (*perforated pipe*) untuk drainase bawah tanah harus merupakan pipa tanah liat yang diameter bagian dalam sekitar 10 cm dan memenuhi ketentuan yang disyaratkan AASHTO M179-84.

Pipa yang dipasang sebagai lubang sulingan melewati beton atau tembok pasangan batu atau pelapisan (*lining*) selokan harus berdiameter dalam 5 cm dan harus dari bahan yang disetujui oleh pengawas pekerjaan, yang cukup kuat untuk menahan perubahan bentuk selama pelaksanaan dan pengerasan adukan atau beton.

5. Adukan (mortar)

Adukan yang digunakan untuk mengunci sambungan pipa haruslah adukan semen yang sesuai dengan spesifikasi sebagaimana diuraikan di atas.

### 2.5.8 Pasangan Batu Kosong dan Bronjong

a. Kawat Bronjong

1. Haruslah baja berlapis seng yang memenuhi AASHTO M279 Kelas 1, dan ASTM A239. Lapisan galvanisasi minimum haruslah 0,26 kg/m<sup>2</sup>.
2. Karakteristik kawat bronjong adalah:
  - a). Tulangan tepi, diameter : 5,0 mm, 6 SWG
  - b). Jaringan, diameter : 4,0 mm, 8 SWG
  - c). Pengikat, diameter : 2,1 mm, 14 SWG
  - d). Kuat Tarik : 4200 kg/cm<sup>2</sup>
  - e). Perpanjangan diameter : 10 % (minimum)

3. Anyaman haruslah merata berbentuk segi enam yang teranyam dengan tiga lilitan dengan lubang kira-kira 80 mm x 60 mm yang dibuat sedemikian rupa hingga tidak lepas-lepas dan dirancang untuk diperoleh kelenturan dan kekuatan yang diperlukan.

Keliling tepi dari anyaman kawat harus diikat pada kerangka bronjong sehingga sambungan-sambungan yang diikatkan pada kerangka harus sama kuatnya seperti pada badan anyaman.

4. Keranjang haruslah merupakan unit tunggal dan disediakan dengan dimensi yang disyaratkan dalam gambar dan dibuat sedemikian sehingga dapat dikirim ke lapangan sebelum diisi dengan batu.

b. Batu

Batu untuk pasangan batu kosong dan bronjong harus terdiri dari batu yang keras dan awet dengan sifat sebagai berikut:

1. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles harus kurang dari 35 %.
2. Berat isi kering oven lebih besar dari 2,3.
3. Peyerapan Air tidak lebih besar dari 4 %.
4. Kekekalan bentuk agregat terhadap natrium sulfat atau magnesium sulfat dalam pengujian 5 siklus (daur) kehilangannya harus kurang dari 10 %.

Batu untuk pasangan batu kosong haruslah bersudut tajam, berat tidak kurang dari 40 kg dan memiliki dimensi minimum 300 mm. Pengawas pekerjaan dapat memerintahkan batu yang ukurannya lebih besar jika kecepatan aliran sungai cukup tinggi.

c. Landasan

Landasan haruslah dari bahan drainase porous dengan gradasi yang dipilih sedemikian hingga tanah pondasi tidak dapat hanyut melewati bahan landasan dan juga bahan landasan tidak hanyut melewati pasangan batu kosong atau bronjong.

d. Adukan Pengisi (*Grout*)

Adukan pengisi untuk pasangan batu kosong yang diberikan harus beton 5 MPa seperti yang disyaratkan dalam spesifikasi.

## Contents

2. MATERIAL .....	2-1
2.1 Umum.....	2-1
2.2 Pengawasan Material Beton.....	2-1
2.2.1 Umum.....	2-1
2.2.2 Material.....	2-1
2.2.3 Rancangan Campuran Beton .....	2-23
2.2.4 Mortar dan <i>Grouting</i> .....	2-43
2.2.5 Beton Siklop.....	2-45
2.2.6 Beton Volume Besar .....	2-45
2.2.7 Beton Memadat Sendiri.....	2-47
2.2.8 Beton Di Cuaca Panas .....	2-47
2.2.9 Pelaksanaan Produksi Beton.....	2-48
2.2.10 Pengendalian Produksi Beton Di Lapangan .....	2-73
2.3 Pengawasan Material Baja.....	2-85
2.3.1 Baja Struktur .....	2-85
2.3.2 Penanganan Material Baja .....	2-87
2.3.3 Pengendalian Mutu Material Baja .....	2-87
2.4 Pengawasan Material Kayu .....	2-88
2.4.1 Penanganan Material Kayu .....	2-89
2.4.2 Pengendalian Mutu Material Kayu .....	2-90
2.5 Pengawasan Material Lainnya.....	2-91
2.5.1 Timbunan Tanah dan Khusus/Ringan.....	2-91
2.5.2 Perkerasan Aspal.....	2-92
2.5.3 Landasan.....	2-93
2.5.4 Siar Muai ( <i>Expansion Joint</i> ) Tipe <i>Asphaltic Plug</i> .....	2-94
2.5.5 <i>Epoxy resin</i> .....	2-95
2.5.6 Geotekstil.....	2-97
2.5.7 Pasangan Batu .....	2-98
2.5.8 Pasangan Batu Kosong dan Bronjong .....	2-100

Gambar 2.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP).....	2-17
Gambar 2.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) .....	2-18
Gambar 2.3 - Kemiringan dasar silo (tempat penyimpanan) agregat.....	2-50
Gambar 2.4 - Pengisian bin/silo agregat .....	2-51
Gambar 2.5 - Susunan peralatan penakar/pemasok yang diharapkan dan susunan peralatan penakar/pemasok yang dapat diterima.....	2-51
Gambar 2.6 - Susunan peralatan penakar yang buruk .....	2-52
Gambar 2.7 - Susunan peralatan penakar/silo yang lebih disukai .....	2-53
Gambar 2.8 - Susunan peralatan penakar/silo yang dapat diterima .....	2-53
Gambar 2.9 - Pengendalian pemisahan adukan beton yang dituang dari <i>mixer</i> .....	2-64
Gambar 2.10 - Penuangan beton ke dalam corong atau buke.....	2-65
Gambar 2.11 - Penuangan dari corong pengisian untuk mengisi kereta dorong ( <i>buggy</i> ) pengangkut adukan beton.....	2-65
Gambar 2.12 - Pengendalian pemisahan (segregasi) beton pada ujung ban berjalan ..	2-66
Gambar 2.13 - Pengendalian segregasi pada ujung saluran adukan beton.....	2-67
Gambar 2.14 - Sketsa gambar tipe/bentuk kehancuran pada benda uji.....	2-84
Tabel 2.1 - Syarat kimia utama .....	2-1
Tabel 2.2 - Syarat kimia tambahan .....	2-2
Tabel 2.3 - Syarat fisika utama .....	2-2
Tabel 2.4 - Syarat fisika tambahan .....	2-3
Tabel 2.5 - Selang waktu pengujian setelah pengambilan contoh .....	2-4
Tabel 2.6 - Ketentuan gradasi agregat .....	2-9
Tabel 2.7 - Ukuran contoh uji .....	2-12
Tabel 2.8 - Persyaratan fisis bahan tambahan untuk beton .....	2-13
Tabel 2.9 - Ukuran baja tulangan beton polos .....	2-18
Tabel 2.10 - Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir.....	2-19
Tabel 2.11 - Ukuran dan toleransi diameter BjTP .....	2-19
Tabel 2.12 - Toleransi berat per batang BjTS.....	2-20
Tabel 2.13 - Sifat mekanis.....	2-20
Tabel 2.14 - Tabel untuk tanda kelas baja tulangan beton .....	2-23
Tabel 2.15 - Volume pengambilan contoh uji beton basah.....	2-25
Tabel 2.16 - Jumlah lapisan yang diperlukan untuk benda uji .....	2-35
Tabel 2.17 - Diameter tongkat penumbuk dan jumlah tumbukan yang digunakan pada pencetakan benda uji .....	2-36
Tabel 2.18 - Nilai untuk pernyataan ketepatan sehubungan dengan pembuatan campuran dan pengujian dengan metode yang sesuai.....	2-39
Tabel 2.19 - Kriteria beton SCC .....	2-47
Tabel 2.20 - Toleransi penakaran yang biasa digunakan .....	2-49
Tabel 2.21 - Persyaratan diameter batang pepadat .....	2-74
Tabel 2.22 - Metoda persyaratan pemadatan .....	2-77
Tabel 2.23 - Persyaratan pencetakan dengan penusukan .....	2-77
Tabel 2.24 - Persyaratan pencetakan dengan penggetaran .....	2-77
Tabel 2.25 - Toleransi waktu yang diizinkan .....	2-82
Tabel 2.26 - Faktor koreksi rasio panjang (L) dengan diameter (D) benda uji .....	2-84
Tabel 2.27 - Rentang koefisien variasi yang dapat diterima.....	2-85
Tabel 2.28 - Ketentuan kekuatan minimum baja struktur .....	2-85
Tabel 2.29 - Ketentuan beban tarik baut untuk tipe <i>critical slip joint</i> .....	2-86
Tabel 2.30 - Ketentuan bahan <i>elastomer</i> .....	2-93

Tabel 2.31 - Kemunduran *elastomer* setelah pengujian percepatan penuaan ..... 2-94

### 3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON

#### 3.1 Umum

Meliputi aspek-aspek mengenai konstruksi beton dari persiapan acuan, perancah, dan pemasangan tulangan pada posisinya, sampai pengecoran dan perawatan beton pada acuannya. Selain itu juga akan dibahas terkait pekerjaan beton pra-tekan dan perbaikan beton yang cacat.

#### 3.2 Beton Bertulang

##### 3.2.1 Umum

Beton bertulang terdiri dari:

a. Beton Struktur

Beton struktur untuk standar jembatan baru minimum  $f'c$  20 MPa, pemakaian mutu beton yang agak tinggi ini sehubungan dengan pemakaian baja tulangan ulir dengan kuat tarik yang lebih tinggi.

b. Baja Tulangan

Baja tulangan terdiri dari:

1. Baja tulangan beton polos (BjTP)



**Gambar 3.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP)**

Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir.

2. Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)



**Gambar 3.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)**

Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton.

### 3. Jaringan Kawat Baja Las (*Wiremesh*)

Jaringan kawat baja las (JKBL) untuk tulangan beton adalah jaringan yang berbentuk segi empat dari kawat hasil penarikan dingin yang dibuat dengan pengelasan titik. JKBL adalah rangkaian material yang terbuat dari beberapa batang besi, baja atau aluminium dalam jumlah banyak dan umumnya dihubungkan dengan cara dilas. Penggunaan JKBL biasanya digunakan pada penulangan elemen struktur slab lantai.

## 3.2.2 Acuan (Formworks) dan Perancah (Falseworks)

### 3.2.1.1 Umum

Acuan dan perancah adalah bagian pekerjaan konstruksi yang tidak dapat di pisahkan, karena keduanya saling memerlukan. Ketentuan acuan dan perancah ini didasarkan pada SKNNI Kementerian Tenaga Kerja 2015.

Pada konstruksi memiliki bagian-bagiannya sendiri baik pada acuan maupun bagian perancah. Bagian pada acuan terdiri dari papan cetakan dan pengaku cetakan, sedangkan pada bagian perancah terdiri dari tiang acuan, pengaku atau penyokong, gelagar, pasak atau baji.

### 3.2.1.2 Pengawasan Pelaksanaan Pemasangan Acuan/Cetakan Beton

Dalam mengawasi pekerjaan pemasangan acuan/cetakan beton, pemilihan ketentuan berdasarkan materialnya, yaitu sebagai berikut:

#### a. Bahan Kayu

##### 1. Persiapan Lokasi Kerja

- a) Lokasi yang akan dipasang perancah diidentifikasi sesuai dengan gambar kerja.
- b) Lokasi yang akan dipasang perancah dibersihkan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
- c) Lokasi yang akan dipasang perancah diratakan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.

##### 2. Persiapan Alat dan Bahan

- a) Alat dan bahan yang dibutuhkan diidentifikasi berdasarkan gambar kerja dan spesifikasi teknis.
- b) Alat pengerjaan perancah dan acuan/cetakan disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
- c) Bahan perancah dan acuan/cetakan beton disiapkan sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis.

##### 3. Pemasangan Perancah dari Bahan Kayu

- a) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur.
- b) Balok/papan alas tiang perancah dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
- c) Posisi tiang perancah ditandai pada balok/papan alas sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
- d) Tiang perancah dipasang pada balok/papan alas sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
- e) Balok pengaku/*skoor* dipasang pada tiang perancah sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.

- f) Ketinggian perancah diukur untuk ditandai sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - g) Balok dudukan cetakan/acuan beton dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - h) Perancah yang sudah selesai dipasang, diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.
4. Pemasangan Acuan/Cetakan Beton dari Bahan Kayu
- a) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur.
  - b) Komponen acuan/cetakan beton dari bahan kayu dibuat sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - c) Komponen acuan/cetakan beton dari bahan kayu dirakit sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - d) Acuan/cetakan beton dari bahan kayu dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - e) Acuan/cetakan beton dari bahan kayu yang sudah selesai dipasang, diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.
- b. Bahan Logam
1. Persiapan Lokasi Kerja
- a) Lokasi yang akan dipasang perancah diidentifikasi sesuai dengan gambar kerja.
  - b) Lokasi yang akan dipasang perancah dibersihkan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - c) Lokasi yang akan dipasang perancah diratakan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
2. Persiapan Alat, Komponen Perancah dan Acuan/Cetakan Beton
- a) Alat, komponen perancah dan acuan/cetakan yang dibutuhkan diidentifikasi berdasarkan gambar kerja dan spesifikasi teknis.
  - b) Alat pengerjaan perancah dan acuan/cetakan disiapkan sesuai kebutuhan.
  - c) Komponen perancah dan acuan/cetakan disiapkan sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis.
3. Pemasangan Perancah Sistem Rangka (*Frame Scaffolding*)
- a) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur.
  - b) Balok/papan alas rangka perancah dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - c) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur.
  - d) Balok/papan alas rangka perancah dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - e) Posisi rangka perancah ditandai pada balok/papan alas sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - f) Rangka perancah dipasang pada dudukan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - g) Siku (*bracing*) dan pengaku dipasang pada tiang perancah dari besi sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - h) Dudukan balok perancah dipasang dengan ketinggian sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - i) Balok dudukan cetakan/acuan beton dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - j) Perancah yang sudah selesai dipasang diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.



4. Pemasangan Perancah Sistem Tiang Lepas
  - a) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur.
  - b) Balok/papan alas tiang perancah dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - c) Posisi tiang perancah ditandai pada balok/papan alas sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - d) Dudukan tiang (*shoe*) dipasang pada balok/papan alas.
  - e) Tiang perancah dipasang pada dudukan sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - f) Pengikat tiang mendatar dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - g) Siku (*bracing*) dan pengaku dipasang pada tiang perancah dari besi sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - h) Dudukan balok perancah dipasang dengan ketinggian sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - i) Balok dudukan cetakan/acuan beton dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - j) Perancah yang sudah selesai dipasang diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.
5. Pemasangan Acuan/Cetakan
  - a) Gambar kerja diinterpretasikan sesuai dengan prosedur standar.
  - b) Komponen acuan/cetakan dari bahan logam dirakit sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - c) Acuan/cetakan dari bahan logam dipasang sesuai dengan gambar kerja dan metode kerja.
  - d) Acuan/cetakan yang sudah selesai dipasang diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.

### 3.2.1.3 Pengawasan Pelaksanaan Pembongkaran Acuan/Cetakan Beton dan Perancah

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengawasi pekerjaan pembongkaran acuan/cetakan beton dan perancah, sebagai berikut:

- a. Persiapan Pembongkaran Perancah dan Acuan/Cetakan Beton
  1. Instruksi kerja pembongkaran perancah dan acuan/cetakan beton dari atasan diidentifikasi sesuai dengan prosedur standar.
  2. Alat untuk membongkar perancah dan acuan/cetakan beton disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
  3. Tempat untuk menyimpan komponen perancah dan acuan/cetakan beton hasil bongkaran harus disiapkan di luar lokasi pekerjaan.
- b. Pembongkaran Perancah dan Acuan/Cetakan Beton dari Bahan Kayu
  1. Pengaku/skur tiang perancah dibongkar sesuai dengan metode kerja.
  2. Balok dan tiang perancah dibongkar sesuai dengan metode kerja.
  3. Papan acuan/cetakan dibongkar sesuai dengan metode kerja.
  4. Bahan hasil bongkaran dibuang ke luar lokasi pekerjaan.
- c. Pembongkaran Perancah dan Acuan/Cetakan Beton dari Bahan Kayu
  1. Komponen perancah dibongkar sesuai dengan metode kerja.

2. Komponen acuan/cetakan dibongkar sesuai dengan metode kerja.
3. Komponen perancah dan acuan/cetakan dibersihkan sesuai dengan metode kerja.
4. Jumlah komponen perancah dan acuan/cetakan diinventarisasi kembali sesuai dengan jumlah semula.
5. Komponen perancah disimpan sesuai dengan ketentuan.

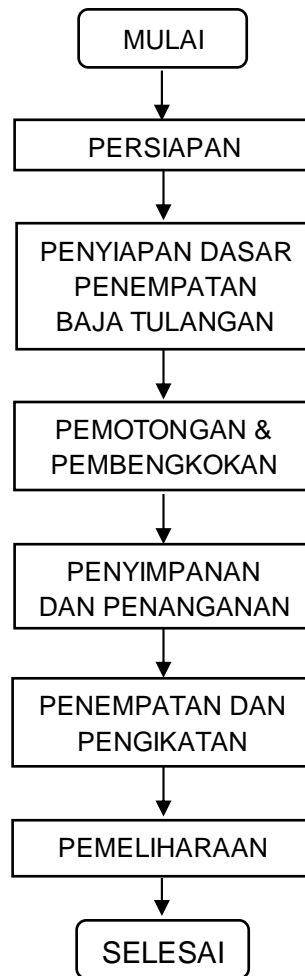
#### **3.2.1.4 Pengawasan Pemeliharaan Komponen Acuan/Cetakan Beton dan Perancah**

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengawasi pekerjaan pemeliharaan komponen acuan/cetakan beton dan perancah, sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan Komponen Perancah dan Acuan/Cetakan Beton yang Sudah Dibongkar
  1. Kondisi komponen perancah dan acuan/cetakan beton diidentifikasi sesuai dengan SOP.
  2. Daftar simak terkait potensi kerusakan diisi sesuai dengan hasil identifikasi.
  3. Kerusakan komponen perancah dan acuan/cetakan beton ditentukan berdasarkan hasil identifikasi.
- b. Pelaksanaan Pemeliharaan Komponen Perancah
  1. Teknis pemeliharaan komponen perancah ditentukan sesuai dengan tingkat kerusakan.
  2. Alat dan bahan untuk pemeliharaan komponen perancah disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
  3. Pemeliharaan komponen perancah dilakukan sesuai dengan SOP.
- c. Pelaksanaan Pemeliharaan Komponen Acuan/Cetakan Beton
  1. Teknis pemeliharaan komponen acuan/cetakan beton ditentukan sesuai dengan tingkat kerusakan.
  2. Alat dan bahan untuk pemeliharaan komponen acuan/cetakan beton disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
  3. Pemeliharaan komponen acuan/cetakan beton dilakukan sesuai dengan SOP.

### 3.2.3 Pengawasan Pekerjaan Penulangan

Dalam mengawasi pekerjaan penulangan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 3.3 - Bagan alir pekerjaan penulangan**

#### 3.2.3.1 Ketentuan Umum

Dalam mengawasi pekerjaan penulangan, ketentuan yang perlu diperhatikan oleh Pengawas Pekerjaan, sebagai berikut:

- a. Ketentuan Pelaksanaan Pengawasan
  1. Pengawasan pekerjaan baja tulangan dilakukan terhadap fabrikasi baja tulangan yang *request*-nya telah mendapatkan persetujuan dari semua pihak yang berkompeten.
  2. Pengawasan pekerjaan baja tulangan ini dilakukan sepanjang waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan mulai pemasokan, pemotongan, pembengkokan, penempatan, pengikatan dan dilakukan minimal 1 (satu) kali pencatatan pada setiap hari kerja atau setiap bagian konstruksi.
  3. Waktu pencatatan ditentukan oleh petugas lapangan (*inspektor*), pada saat mana uji petik pencatatan saat itu perlu dilakukan.

4. Catatan penyimpangan atau kondisi seketika yang dapat mempengaruhi hasil pengujian, harus dicatat pada kolom catatan yang telah disediakan.

b. Ketentuan Fasilitas Tempat Kerja

Penyedia Jasa harus menyediakan fasilitas di tempat kerja untuk pemotongan dan pembengkokan tulangan, baik jika melakukan pemesanan tulangan yang telah dibengkokkan maupun tidak, dan harus menyediakan persediaan (stok) batang lurus yang cukup di tempat, untuk pembengkokan sebagaimana yang diperlukan dalam memperbaiki kesalahan atau kelalaian.

c. Ketentuan Bahan

1. Baja Tulangan

a) Baja tulangan harus baja polos atau sirip dengan mutu yang sesuai dengan Gambar dan memenuhi Tabel 3.1.

**Tabel 3.1- Sifat Mekanis**

Kelas baja tulangan	Uji Tarik			Uji Lengkung		Rasio TS/YS (Hasil Uji)
	Kuat luluh/leleh (YS)	Kuat Tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm, Min.	Sudut Lengkung	Diameter Pelengkung	
	Mpa	Mpa	%		mm	
BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ( $d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	-
			11 ( $d \geq 10$ mm)	180°	5d ( $d \geq 19$ mm)	
BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 ( $d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ( $d \geq 13$ mm)	180°	5d ( $d \geq 19$ mm)	
BjTS 420A	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	9 ( $d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			8 ( $22 \leq d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $19 \leq d \leq 25$ mm)	
			7 ( $d \geq 29$ mm)	180° 90°	7d ( $19 \leq d \leq 25$ mm) 9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 420B	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	14 ( $d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ( $d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ( $22 \leq d \leq 36$ mm)	180°	5d ( $19 \leq d \leq 25$ mm)	
			10 ( $d > 36$ mm)	180° 90°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm) 9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 520	Min. 520 Maks. 645	Min. 650	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180° 90°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm) 9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 550	Min. 550 Maks. 675	Min. 687,5	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180° 90°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm) 9d ( $d > 36$ mm)	
BjTS 700	Min. 700 Maks. 825	Min. 805	7 ( $d \leq 25$ mm)	180°	5d ( $d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ( $d \geq 29$ mm)	180° 90°	7d ( $29 \leq d \leq 36$ mm) 9d ( $d > 36$ mm)	

Catatan:

- d adalah diameter nominal baja tulangan beton.
- Hasil uji lengkung tidak boleh menunjukkan retak pada sisi luar lengkungan benda uji lengkung.

b) Bila anyaman baja tulangan diperlukan, seperti untuk tulangan pelat, anyaman tulangan yang di las yang memenuhi SNI 03-6812-2002 dapat digunakan.

## 2. Tumpuan Untuk Tulangan

Tumpuan untuk tulangan harus dibentuk dari batang besi ringan atau bantalan beton pracetak dengan mutu  $f_c'$  20 MPa seperti yang disyaratkan disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan. Kayu, bata, batu atau bahan lain tidak boleh diijinkan sebagai tumpuan.

## 3. Pengikat Untuk Tulangan

Kawat pengikat untuk mengikat tulangan harus kawat baja lunak yang memenuhi SNI 07-6401-2000 yang dipasang bersilangan.

### d. Ketentuan Peralatan

#### 1. Mesin Pemotong Tulangan

#### 2. Mesin Pembengkok Tulangan (untuk diameter yang lebih besar 2 cm)

#### 3. Alat Bantu

### e. Ketentuan Pembengkokan

#### 1. Pembengkokan secara dingin

Terkecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan, seluruh baja tulangan harus dibengkokkan secara dingin dan sesuai dengan prosedur SNI 03-6816-2002, menggunakan batang yang pada awalnya lurus dan bebas dari lekukan-lekukan, bengkokan-bengkokan atau kerusakan.

Bila pembengkokan secara panas di lapangan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, tindakan pengamanan harus diambil untuk menjamin bahwa sifat-sifat fisik baja tidak terlalu berubah banyak.

#### 2. Kesalahan dalam pembengkokan

Bilamana terjadi kesalahan dalam membengkokkan baja tulangan, batang tulangan tidak boleh dibengkokkan kembali atau diluruskan tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan atau yang sedemikian sehingga akan merusak atau melemahkan bahan. Pembengkokan kembali dari batang tulangan harus dilakukan dalam keadaan dingin. Dalam segala hal batang tulangan yang telah dibengkokkan kembali lebih dari satu kali pada tempat yang sama tidak diizinkan digunakan pada pekerjaan.

#### 3. Penggantian Baja Tulangan

Kesalahan yang tidak dapat diperbaiki oleh pembengkokan kembali, atau bilamana pembengkokan kembali tidak disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, harus diperbaiki dengan mengganti seluruh batang tersebut dengan batang baru yang dibengkokkan dengan benar dan sesuai dengan bentuk dan dimensi yang disyaratkan.

### f. Ketentuan Penempatan Tulangan

#### 1. Tebal Selimut Beton

Baja tulangan harus dipasang sedemikian sehingga selimut beton yang menutup bagian luar baja tulangan adalah sebagai berikut:

- a) 3,5 cm untuk beton yang tidak terekspos langsung dengan udara atau terhadap air tanah atau terhadap bahaya kebakaran.
- b) Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.2 untuk beton yang terendam tertanam atau terekspos langsung dengan cuaca atau timbunan tanah tetapi masih dapat diamati untuk pemeriksaan.
- c) 7,5 cm untuk seluruh beton yang terendam tertanam dan tidak bisa dicapai, atau untuk beton yang tak dapat dicapai yang bila keruntuhan akibat karat pada baja tulangan dapat menyebabkan berkurangnya umur atau struktur, atau untuk beton yang ditempatkan langsung di atas tanah atau batu, atau untuk beton yang berhubungan dengan kotoran pada selokan atau cairan korosif lainnya.

**Tabel 3.2-Tebal selimut beton minimum dari baja tulangan untuk beton yang tidak terekspos tetapi mudah dicapai**

Ukuran Batang Tulangan yang akan diselimuti (mm)	Tebal Selimut Beton Minimum (cm)
Batang 16 mm dan lebih kecil	3,5
Batang 19 mm dan 22 mm	5,0
Batang 25 mm dan lebih besar	6,0

2. Pengikat Batang Tulangan

- a) Batang tulangan harus diikat kencang dengan menggunakan kawat pengikat sehingga tidak tergeser pada saat pengecoran. Pengelasan tulangan pembagi atau pengikat (*stirrup*) terhadap tulangan baja tarik utama tidak diperkenankan.
- b) Simpul dari kawat pengikat harus diarahkan membelakangi permukaan beton sehingga tidak akan terekspos.

3. Penyambungan Tulangan

- a) Seluruh tulangan harus disediakan sesuai dengan panjang total yang ditunjukkan pada Gambar. Penyambungan (*splicing*) batang tulangan, terkecuali ditunjukkan pada Gambar, tidak akan diizinkan tanpa persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan.
- b) Setiap penyambungan yang dapat disetujui harus dibuat sedemikian hingga penyambungan setiap batang tidak terjadi pada penampang beton yang sama dan harus diletakkan pada titik dengan tegangan tarik minimum.
- c) Bilamana penyambungan dengan tumpang tindih disetujui, maka panjang tumpang tindih minimum haruslah 40 diameter batang dan batang tersebut harus diberikan kait pada ujungnya.

4. Pengelasan Baja Tulangan

- a) Pengelasan pada baja tulangan tidak diperkenankan, terkecuali terinci dalam Gambar atau secara khusus diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan secara tertulis.
- b) Bilamana Pengawas Pekerjaan menyetujui pengelasan untuk sambungan, maka sambungan dalam hal ini adalah sambungan dengan panjang penyaluran penuh yang memenuhi ketentuan dari AWS D1.4/D1.4M:2011.
- c) Pendinginan terhadap pengelasan dengan air tidak diperkenankan.

g. Ketentuan Penggantian Ukuran Batang

Penggantian batang dari ukuran berbeda akan hanya diizinkan bila secara jelas disahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana baja tulangan diganti, maka luas penampang yang dipasang harus sama atau lebih besar daripada ukuran yang tertera pada Gambar.

h. Ketentuan Pada Masing-Masing Langkah Kerja

1. Persiapan

- a) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan kesesuaian kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metode kerja dan gambar kerja.
- b) Harus dipastikan penanggung jawab kegiatan telah ditetapkan dan berada di lokasi kegiatan.
- c) Referensi seperti patok-patok ketinggian telah dipasang dan sesuai.
- d) Penyedia jasa menyediakan petugas pengendalian lalu lintas.
- e) Penyedia jasa menyediakan petugas pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
- f) Penyedia jasa menyediakan petugas penanganan lingkungan.
- g) Pembengkokan sesuai dengan gambar kerja.
- h) Metode pembengkokan lihat ketentuan umum butir (3.2.3.1.e).

2. Penyiapan Formasi

Dasar untuk penempatan baja tulangan dapat merupakan *Wet Lean Concrete*, acuan (bekisting) telah dilakukan pemeriksaan dan telah disetujui.

3. Pembengkokan

Batang tulangan dengan diameter 2 cm dan yang lebih besar harus dibengkokkan dengan mesin pembengkok.

4. Penyimpanan dan Penanganan

a) Pemberian Label

Penyedia Jasa harus mengangkut tulangan ke tempat kerja dalam ikatan, diberi label, dan ditandai dengan label logam yang menunjukkan ukuran batang, panjang dan informasi lainnya sehubungan dengan tanda yang ditunjukkan pada diagram tulangan.

b) Pemeliharaan

Penyedia Jasa harus menangani serta menyimpan seluruh baja tulangan sedemikian untuk mencegah distorsi, kontaminasi, korosi, atau kerusakan.

5. Penempatan dan Pengikatan

a) Pembersihan Tulangan

Tulangan harus dibersihkan sesaat sebelum pemasangan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, oli, cat, karat dan kerak, percikan adukan atau lapisan lain yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.

b) Penempatan Tulangan

Tulangan harus ditempatkan akurat sesuai dengan Gambar dan dengan kebutuhan selimut beton minimum yang disyaratkan atau seperti yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

6. Pemeliharaan
  - a) Bilamana baja tulangan tetap dibiarkan terekspos untuk suatu waktu yang cukup lama, maka seluruh baja tulangan harus dibersihkan dan diolesi dengan pasta semen (semen dan air saja).
  - b) Tidak boleh ada bagian baja tulangan yang telah dipasang boleh digunakan untuk memikul perlengkapan pemasok beton, jalan kerja, lantai untuk kegiatan bekerja atau beban konstruksi lainnya.

### 3.2.3.2 Tata Cara Pada Masing-Masing Langkah Kerja

- a. Pengawasan Pekerjaan Persiapan
  1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
  2. Cek ulang metoda pemasangan dan perakitan.
  3. Cek ulang ketersediaan material, pastikan tidak ada perubahan.
  4. Cek dan amati ulang kesiapan alat, pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  5. Cek ulang kesiapan tenaga kerja, jumlah dan kualifikasinya pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  6. Ada penanggung jawab dari penyedia jasa untuk mengatasi kondisi khusus.
  7. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  8. Ada kesiapan pengendalian lalu lintas.
  9. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  10. Diagram pembengkokan sudah dibuat dan sudah disetujui pengawas pekerjaan.
  11. Penyedia jasa sudah menyerahkan daftar berat satuan nominal dalam Kg untuk setiap ukuran dan mutu baja tulangan.
  12. Pemeriksaan fasilitas tempat kerja untuk pemotongan dan pembengkokan tulangan.
  13. Tersedia mesin pembengkok untuk batang tulangan dengan diameter 2 (dua) cm atau lebih.
- b. Pengawasan Pekerjaan Penyiapan Formasi
  1. Dasar penempatan baja tulangan (*Wet Lean Concrete/Acuan*) telah memenuhi persyaratan.
- c. Pengawasan Pekerjaan Pembengkokan
  1. Diameter, panjang dan pembengkokan baja tulangan sesuai dengan Gambar Kerja.
  2. Baja tulangan dengan diameter 2 cm dan yang lebih besar dibengkokkan dengan mesin pembengkok.
  3. Jumlah batang tulangan yang dibengkokkan sesuai dengan Gambar Kerja.
  4. Penampang yang mengecil karena karat yang berlebihan atau oleh sebab lain tidak boleh dipakai.



5. Tidak boleh dilakukan pembengkokan pelurusan ulang apabila terjadi kesalahan dalam membengkokan baja tulangan, kecuali disetujui lain oleh pengawas pekerjaan.
  6. Batang tulangan yang dibengkokan kembali lebih dari 1 (satu) kali pada tempat yang sama, tidak diijinkan untuk digunakan.
  7. Pembengkokan ulang harus dilakukan dalam keadaan dingin terkecuali disetujui lain oleh pengawas pekerjaan.
- d. Pengawasan Pekerjaan Penyimpanan dan Penanganan
1. Baja tulangan yang telah dibengkokan diikat dan diberi label sesuai dengan peruntukannya.
  2. Penyimpanan sesuai untuk mencegah kontaminasi, korosi dan kerusakan.
- e. Pengawasan Pekerjaan Penempatan dan Pengikatan
1. Sebelum pemasangan, tulangan harus dibersihkan.
  2. Tebal selimut beton sesuai.
  3. Tidak diijinkan pengelasan tulangan pembagi terhadap tulangan baja tarik utama.
  4. Penyambungan setiap batang tidak dilakukan pada penampang beton yang sama.
  5. Sambungan ditempatkan pada titik dengan tegangan tarik minimum.
  6. Sambungan tumpang tindih (*overlap*) minimum harus 40 (empat puluh) kali diameter.
  7. Sambungan tumpang tindih, batang harus dibuat kait pada ujungnya.
  8. Pengelasan sambungan hanya boleh dilakukan apabila secara khusus diijinkan secara tertulis oleh pengawas pekerjaan.
  9. Simpul kawat pengikat harus diarahkan membelakangi permukaan beton.
  10. Penggantian ukuran batang hanya diijinkan apabila telah disarankan oleh pengawas pekerjaan.
- f. Pengawasan Pekerjaan Pemeliharaan
1. Baja tulangan diberi acian semen apabila pekerjaan pengecoran masih lama dilaksanakan.
  2. Rangkaian yang telah dipasang tidak boleh digunakan untuk jalan kerja, lantai kegiatan kerja atau dibebani.

### 3.3 Beton Pra-tekan

#### 3.3.1 Umum

Suatu bagian bangunan pratekan berada dibawah tekanan secara permanen (tetap) hal ini menghilangkan retakan-retakan secara efektif. Jika bagian itu agak dibebani lebih dan retakan akibat tegangan terbentuk, ini akan menutup pada waktu pembebanan lebih dihilangkan dengan syarat baja tidak mengalami peregangan berlebih. Dengan beton bertulang, baja tidak diperbolehkan bekerja pada keadaan tegangan tinggi, karena

perpanjangan baja akan menimbulkan retakan dengan pengaruh yang tidak diinginkan terhadap ketahanan dan lendutan.

Komponen beton pratekan biasanya lebih kecil dari komponen beton bertulang. Ukuran lebih kecil ini mengurangi kuantitas baja dan beton tetapi diimbangi dengan perlunya penggunaan bahan mutu tinggi.

Terdapat dua sistem pemberian prategang pada beton, yaitu menegangkan sebelum dicor atau menegangkan setelah di cor. Masing-masing cara tersebut disebut dengan pre-tension dan post-tension. Dalam kedua hal tersebut penegangan dilakukan sebelum pemberian beban mati dan hidup pada komponen.

### 3.3.2 Pemasangan Unit-Unit Beton Pracetak

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengawasi pekerjaan pemasangan unit-unit beton pracetak, sebagai berikut:

a. Penerimaan Unit-unit

Bilamana unit-unit difabrikasi di luar tempat kerja, maka Penyedia Jasa harus memeriksa mutu dan kondisi pada saat barang tiba di tempat dan harus segera melapor secara tertulis kepada Pengawas Pekerjaan untuk setiap cacat atau kerusakan. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas semua kerusakan yang terjadi pada unit-unit setelah barang tiba di tempat.

b. Tumpuan Unit-unit

1. Unit-unit yang diletakkan diatas landasan karet *elastomer*

Bilamana unit-unit akan diletakkan di atas landasan karet *elastomer*, maka landasan tersebut harus diletakkan sebagaimana ditunjukkan dalam gambar rencana dan harus ditahan pada posisinya dengan merekatkan permukaan beton yang berkontak langsung dengan landasan, menggunakan bahan perekat yang disetujui untuk mencegah pergeseran landasan selama pemasangan unit-unit.

2. Unit-unit yang ditanamkan pada mortar semen

Bilamana gambar rencana menunjukkan bahwa unit-unit harus ditanamkan pada mortar semen, maka suatu lajur mortar semen harus disiapkan di atas struktur bagian bawah jembatan segera sebelum pemasangan unit-unit beton pratekan. Adukan mortar semen harus dibuat dengan campuran 1 semen portland dan 3 pasir ditambah dengan bahan admixture yang disetujui, ditempatkan dengan lebar yang ditunjukkan dalam gambar rencana dan tebal sekitar 10 mm, sehingga membentuk lajur tumpuan yang rata. Unit-unit beton pratekan harus diletakkan pada bangunan bawah jembatan yang telah disiapkan dalam posisi yang ditunjukkan dalam gambar rencana. Setiap kelebihan adukan mortar semen harus dibuang.

c. Pengaturan Posisi Unit-unit

Semua baut yang tertanam dan lubang untuk batang melintang, dan sebagainya harus diluruskan dengan hati-hati selama pemasangan unit-unit tersebut. Batang baja harus dipasang pada lubang untuk tulangan melintang sewaktu perakitan berlangsung, agar dapat menjamin penempatan lubang dengan tepat.

### 3.3.3 Metode Pra-Tarik

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengawasi pekerjaan metode pra-tarik beton prategang, sebagai berikut:

a. Landasan Gaya Prategang

Landasan untuk mendukung gaya pra-tegang selama operasi pra-tegang harus dirancang dan dibuat untuk menahan gaya-gaya yang timbul selama operasi pra-tegang. Landasan harus dibuat sedemikian rupa sehingga bila terjadi slip pada angkur tidak menyebabkan kerusakan pada landasan. Landasan harus cukup kuat sehingga tidak terjadi lendutan atau kerusakan akibat beban terpusat atau beban mati dari unit-unit yang ditunjang.

b. Penempatan Tendon

Tendon harus ditempatkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar rencana, dan harus dipasang sedemikian hingga tidak bergeser selama pengecoran beton. Pada penempatan tendon, perhatian khusus harus diberikan agar tendon tidak menyentuh acuan yang telah diberi lapisan *oil form*. Bilamana terlihat tanda-tanda minyak pada tendon, maka tendon harus segera dibersihkan dengan menggunakan kain yang dibasahi minyak tanah atau bahan yang cocok lainnya.

Bilamana memungkinkan, penegangan (*stressing*) tendon hendaknya dilaksanakan sebelum acuan diberi lapisan *oil form*. Angkur harus diletakkan pada posisi yang dikehendaki dan tidak bergeser selama pengecoran beton.

c. Besarnya Gaya Prategang Yang Dikehendaki

Kecuali ditentukan lain dalam gambar rencana, gaya yang diperlukan adalah sisa gaya tendon pada tengah-tengah setiap unit segera setelah semua tendon diangkur pada dudukan dari landasan dan berada dalam posisi lendutan akhir. Perbedaan gaya adalah 5 persen dari gaya yang diperlukan. Besar gaya dongkrak yang diberikan harus dapat sudah termasuk pengurangan gaya akibat slip pada perkakas angkur, masuknya baji (*wedge draw-in*) dan kehilangan akibat gesekan (*friction losses*).

Cara penarikan tendon termasuk pemasangan dan penempatan setiap garis lengkung tendon, perhitungan yang menunjukkan gaya-gaya pada angkur dan setiap titik lendutan, dan perkiraan kehilangan gaya akibat gesekan, harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan sebelum dimulainya pembuatan elemen-elemen.

Penyedia Jasa harus melaksanakan percobaan operasi penegangan (*stressing*) untuk memperoleh besarnya tahanan geser yang diberikan alat pelengkung (*hold down*) dan juga memastikan bahwa masuknya baji yang disebutkan masih konsisten dengan jenis dongkrak dan teknik yang diusulkan.

Tendon harus dilengkungkan bilamana ditunjukkan dalam gambar rencana, dengan perkakas yang cukup kuat untuk memegang tendon dalam posisi yang sesuai, terutama selama pengecoran dan operasi penggetaran.

Alat pelengkung (*hold down*) harus dirancang sedemikian hingga pelengkung (*deflectors*) yang dalam keadaan kontak langsung dengan untai kawat (*strand*) berdiameter tidak kurang dari diameter tendon atau 15 mm, mana yang lebih besar.

Pelengkung (*deflectors*) harus dibuat dari bahan yang tidak lebih keras dari baja mutu 36 sesuai dengan ketentuan dari SNI 6764:2016.

Penyedia Jasa harus menyerahkan perhitungan yang menunjukkan bahwa alat pelengkung telah dirancang dan dibuat untuk menahan beban terpusat yang diakibatkan dari gaya pratarik yang diberikan.

Cara penarikan harus dapat menjamin bahwa gaya yang diperlukan dihasilkan dari semua tendon di tengah-tengah bentang setiap unit, terutama bilamana lebih dari satu tendon atau satu unit ditarik dalam suatu operasi penarikan.

Beton tidak boleh dicor lebih dari 12 jam setelah penarikan. Bilamana waktu ini dilampaui, maka Penyedia Jasa harus memeriksa apakah kebutuhan gaya tarik tendon masih dipertahankan. Bilamana penegangan ulang (*re-stressing*) diperlukan, maka perpanjangan tendon yang terjadi harus ditahan dengan menggunakan pelat pengunci (*shims*) tanpa mengganggu baji yang telah tertanam.

Pengukuran pemuluran, hanya boleh dilaksanakan setelah Pengawas Pekerjaan memeriksa perhitungan dan menentukan bahwa sistem tersebut telah memenuhi ketentuan. Bacaan alat pengukur tekanan dari dongkrak harus digunakan sebagai pembandingan penguluran pemuluran. Bilamana bacaan tekanan dongkrak dan pengukuran pemuluran berbeda lebih dari 3%, Pengawas Pekerjaan harus diberitahu sebelum pengecoran dimulai, dan jika dipandang perlu, tendon harus diuji ulang dan peralatan dikalibrasi ulang sebagaimana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

d. Prosedur Pra-tegang

Operasi penarikan harus dikerjakan oleh tenaga terlatih dan berpengalaman di bidangnya yang ditunjukkan dengan sertifikat. Juga harus dilengkapi dengan persyaratan alat *stressing* yang sudah dikalibrasi. Gaya pratarik harus diberikan dan dilepas secara bertahap dan merata.

Tendon harus ditandai untuk pengukuran pemuluran setelah tegangan awal diberikan. Bilamana diperlukan oleh Pengawas Pekerjaan, maka tendon harus ditandai pada kedua ujungnya, ujung yang ditarik dan ujung yang mati serta pada kopel (bila digunakan), sedemikian hingga slip dan masuknya tendon (*draw-in*) dapat diukur.

Bilamana terjadi slip pada salah satu kelompok tendon yang ditarik secara bersama-sama, maka penarikan pada seluruh tendon harus dikendorkan, tendon-tendon diatur lagi dan kelompok tendon tersebut ditarik kembali. Sebagai alternatif, jika tendon yang slip tidak lebih dari dua, penarikan kelompok tendon dapat diteruskan sampai selesai dan tendon yang kendor ditarik kemudian.

Gaya pra-tegang harus dipindahkan dari dongkrak penarik ke abutment landasan pra-tegang segera setelah gaya yang diperlukan (atau pemuluran) dalam tendon telah tercapai, dan tekanan dongkrak harus dilepas sebelum setiap operasi berikutnya dimulai.

Bilamana untaian kawat (*strand*) yang dilengkungkan disyaratkan, maka Pengawas Pekerjaan dapat memerintahkan pengukuran pemuluran atau regangan pada berbagai posisi sepanjang tendon untuk menentukan gaya pada tendon pada masing-masing posisi.

e. Pemindahan Gaya Prategang

1. Persetujuan

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan usulan terinci cara pemindahan gaya pra-tegang untuk mendapat persetujuan sebelum pemindahan gaya dimulai.

2. Ketentuan Kekuatan Beton

Tidak ada tendon yang dilepas sebelum beton mencapai kuat tekan yang lebih besar dari 85% kuat tekan beton berumur 28 hari yang disyaratkan dalam gambar rencana dan didukung dengan pengujian benda uji standar yang dibuat dan dirawat sesuai dengan unit-unit yang dicor. Bilamana, setelah 28 hari, kuat tekan beton gagal mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan, maka tendon segera dilepaskan dan unit beton tersebut harus ditolak.

3. Ketentuan Dalam Prosedur

Semua tendon harus diperiksa sebelum dilepas untuk memastikan bahwa tidak terdapat tendon yang kendur. Bilamana terdapat tendon yang kendur, maka Penyedia Jasa harus segera memberitahu Pengawas Pekerjaan sehingga Pengawas Pekerjaan dapat memeriksa unit tersebut dan menentukan apakah unit tersebut dapat dipakai terus atau harus diganti.

Semua tendon harus diberi tanda pada kedua ujung gelagar pratekan, agar dapat dilakukan pencatatan bilamana terjadi slip atau masuknya tendon (*draw-in*). Pelepasan tendon harus secara berangsur-angsur dan tidak boleh terhenti pada waktu pelepasannya. Dengan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, pelepasan tendon dapat dilakukan dengan pemanasan, asalkan ketentuan berikut ini dilaksanakan:

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan rincian cara pemindahan gaya pra-tegang termasuk panjang tendon bebas di antara unit-unit, panjang tendon bebas pada kedua ujung landasan, tempat-tempat di mana tendon akan diberikan pemanasan, akhir urutan tendon (*the order of severance of tendons*) dan pelepasan alat untuk tendon yang dilengkungkan, cara pemanasan tendon dan peralatan yang diusulkan untuk digunakan.
- b) Pemanasan harus dilaksanakan merata pada seluruh panjang tendon dalam waktu yang cukup untuk menjamin bahwa seluruh tendon telah regang (*relax*) sepenuhnya sebelum dilakukan pemotongan. Beton tidak boleh dipanaskan secara berlebihan, dan pemanasan tidak boleh dilakukan lang-sung pada setiap bagian tendon yang berjarak kurang dari 10 cm dari permukaan beton unit tersebut.
- c) Pengawas Pekerjaan harus hadir dalam setiap pelepasan tendon dengan pemanasan. Setelah gaya pra-tegang telah dipindahkan pada unit-unit, tendon-tendon antara unit-unit harus bekerja baik sepanjang garis dari titik pelepasan. Setelah gaya pra-tegang dipindahkan seluruhnya pada beton, kelebihan panjang tendon harus dipotong sampai ujung permukaan unit dengan pemotong mekanis. Setiap upaya harus dilakukan untuk mencegah kerusakan pada beton.

f. Masuknya Tendong yang Diizinkan

Masuknya tendon pada setiap tendon tidak boleh melampaui 3 mm pada setiap ujung, kecuali disebutkan lain dalam gambar rencana. Bilamana masuknya tendon melampaui toleransi maksimum maka pekerjaan tersebut harus ditolak.

### 3.3.4 Metode Pasca-Tarik

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengawasi pekerjaan metode pasca-tarik beton prategang, sebagai berikut:

a. Persetujuan

Kecuali disebutkan lain dalam gambar rencana, Penyedia Jasa dapat menentukan prosedur pra-tegang yang dikehendakinya, dimana prosedur dan rencana pelaksanaan tersebut harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan sebelum setiap pekerjaan untuk unit pasca-tarik dimulai.

b. Penempatan Angkur

Setiap angkur harus ditempatkan tegak lurus terhadap garis kerja gaya pra-tegang, dan dipasang sedemikian hingga tidak akan bergeser selama pengecoran beton. Bilamana ditentukan dalam gambar rencana bahwa plat baja digunakan sebagai angkur, maka bidang permukaan beton yang kontak langsung dengan plat baja tersebut harus rata, daktil (*ductile*) dan diletakkan tegak lurus terhadap arah gaya pra-tegang. Angkur baja dapat ditanam pada adukan semen sebagaimana yang disetujui atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Sesudah pekerjaan pra-tegang dan penyuntikan selesai, angkur harus ditutup dengan beton dengan tebal paling sedikit 3 cm.

c. Penempatan Tendon

Lubang angkur harus ditutup untuk menjamin bahwa tidak terdapat pasta semen atau bahan lainnya masuk ke dalam lubang selama pengecoran. Segera sebelum penarikan, Penyedia Jasa harus menunjukkan bahwa semua tendon bebas bergerak antara titik-titik pengangkuran dan elemen-elemen tersebut bebas untuk menampung pergerakan horisontal dan vertikal sehubungan dengan gaya pra-tegang yang diberikan.

d. Kekuatan Beton yang Diperlukan

Gaya pra-tegang boleh diberikan pada baja setelah kekuatan setelah mencapai kekuatan beton minimum 85% terhadap kekuatan desain atau seperti yang disyaratkan dalam gambar rencana, setelah pengecoran jika perawatan dengan pembasahan digunakan, ataupun jika perawatan dengan uap digunakan. Bilamana unit-unit terdiri dari elemen-elemen yang disambung, kekuatan yang dipindahkan ke bahan sambungan paling sedikit harus sama dengan kekuatan yang dipindahkan pada unit beton.

e. Besarnya Gaya Pra-tegang yang Dibutuhkan

Pengukuran gaya pra-tegang yang dilakukan dengan cara langsung mengukur tekanan dongkrak atau tidak langsung dengan mengukur pemuluran. Kecuali disebutkan lain dalam gambar rencana, Pengawas Pekerjaan akan menentukan prosedur yang diambil setelah pengamatan kondisi dan ketelitian yang dapat dicapai

oleh kedua prosedur tersebut. Pengawas Pekerjaan akan menentukan perkiraan pemuluran dan tekanan dongkrak. Penyedia Jasa harus menetapkan titik duga untuk mengukur perpanjangan dan tekanan dongkrak sampai dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

Penyedia Jasa harus menambahkan gaya pra-tegang yang diperlukan untuk mengatasi kehilangan gaya akibat gesekan dan pengangkuran. Besar gaya total dan perpanjangan yang dihitung harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penegangan (*stressing*) dimulai.

Segera setelah pengangkuran, maka tegangan dalam tendon pra-tegang tidak boleh melampaui 70% dari beban yang ditetapkan. Selama penegangan (*stressing*), maka nilai tersebut tidak boleh melampaui 80%.

Tendon harus ditegangkan secara bertahap dengan kecepatan yang tetap. Gaya dalam tendon harus diperoleh dari pembacaan pada dua buah dial (arloji) atau alat pengukur tekanan yang menyatu dengan peralatan tersebut. Perpanjangan tendon dalam gaya total yang disetujui tidak boleh melampaui 5 % dari perhitungan perpanjangan yang disetujui. Bilamana perpanjangan yang diperlukan tidak dapat dicapai maka gaya dongkrak dapat ditingkatkan sampai 75% dan beban yang ditetapkan untuk tendon. Bilamana perbedaan pemuluran antara yang diukur dengan yang dihitung, lebih dari 5%, maka tidak perlu dilakukan penarikan lebih lanjut sampai perhitungan dan peralatan tersebut diperiksa.

Penegangan (*stressing*) harus dari salah satu ujung, kecuali disebutkan lain dalam gambar rencana atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Bilamana penegangan (*stressing*) pada tendon dilakukan dengan pendongkrakan pada kedua ujung-nya, maka tarikan ke dalam (*pull-in*) pada ujung yang jauh dari dongkrak harus diukur dengan akurat dengan memperhitungkan kehilangan gaya untuk perpanjangan yang diukur pada ujung dongkrak.

Bilamana pekerjaan pra-tegang telah dilakukan sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan, maka tendon harus dijangkarkan. Tekanan dongkrak kemudian harus dilepas dengan sedemikian rupa sehingga dapat menghindari goncangan terhadap angkur atau tendon tersebut.

Bilamana tarikan ke dalam (*pull-in*) tendon pada pengangkuran akhir lebih besar dari yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka beban harus dilepas secara bertahap dengan kecepatan tetap dan penarikan dapat diulangi. Pengulangan ini hanya dapat dilakukan satu kali saja.

f. Prosedur Penegangan

Ketentuan dalam pengawasan prosedur penegangan diuraikan sebagai berikut:

1. Umum

Semua pekerjaan penegangan (*stressing*) tendon harus dihadiri oleh Pengawas Pekerjaan atau wakilnya. Pelepasan dongkrak harus bertahap dan menerus. Penegangan (*stressing*) tendon harus sesuai dengan urutan yang telah ditentukan dalam gambar rencana. Pemberian gaya pra-tegang sebagian (*partially prestressed*) hanya boleh diberikan bilamana ditunjukkan dalam gambar rencana atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Pemberian gaya pra-tegang yang

melampaui gaya maksimum yang telah dirancang untuk mengurangi gesekan dapat diizinkan asal sepengetahuan dan sesuai dengan petunjuk Pengawas Pekerjaan untuk mengatasi penurunan gaya yang diperlukan. Dalam kondisi tertentu, perhatian khusus harus diberikan agar tendon tidak ditarik melebihi 85% dari kekuatan maksimumnya, dan dongkrak tidak dipaksa sampai melebihi batas kapasitas maksimumnya. Sebelum penegangan (*stressing*), tendon harus dibersihkan dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam selongsong. Angkur juga harus dalam keadaan bersih. Bagian tendon yang menonjol harus dibersihkan dari bahan-bahan yang tidak dikehendaki karat/korosi, sisa-sisa adukan semen, lemak, minyak atau kotoran debu lainnya yang dapat mempengaruhi perlekatannya dengan pekerjaan pengangkutan. Tendon dicoba untuk ditarik keluar dan masuk ke dalam selongsong agar dapat kelengkutan akibat kebocoran selongsong dapat segera diketahui dan diambil langkah-langkah seperlunya.

Gaya tarik pendahuluan, untuk menegangkan tendon dari posisi lepasnya, harus diatur agar besarnya cukup akan tetapi tidak mengganggu besarnya gaya yang diperlukan yang akan digunakan untuk setiap prosedur. Setelah tendon ditegangkan, kedua ujungnya diberi tanda untuk memulai pengukuran pemuluran. Bilamana Pengawas Pekerjaan menghendaki untuk menentukan kesalahan pembacaan pemuluran (*zero error in measuring elongation*) selama proses penegangan (*stressing*), data bacaan *dynamometer* dan pengukuran pemuluran harus dicatat dan dibuat grafiknya untuk setiap tahap penegangan (*stressing*). Bilamana slip terjadi pada satu tendon atau lebih dari sekelompok tendon, Pengawas Pekerjaan dapat mengizinkan untuk menaikkan pemuluran tendon yang belum ditegangkan asalkan gaya yang diberikan tidak akan melebihi 85% kekuatan maksimumnya. Bilamana tendon slip atau putus, yang mengakibatkan batas toleransi yang diizinkan dilampaui, tendon tersebut harus dilepas, atau diganti jika perlu, sebelum ditarik ulang.

## 2. Penegangan (*Stressing*) dengan 2 (dua) Dongkrak

Umumnya operasi pra-tegang harus dilaksanakan dengan dongkrak pada setiap ujung secara bersama-sama. Setiap usaha yang dilakukan untuk mencatat semua gaya pada setiap dongkrak selama operasi penarikan harus diteruskan sampai gaya yang diperlukan pada dongkrak tercapai atau sampai jumlah pemuluran sama dengan jumlah pemuluran yang diperlukan.

Penegangan (*stressing*) pada salah satu ujung harus dilakukan untuk menentukan kehilangan gesekan (*friction loss*), jika diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Kedua dongkrak dihubungkan pada kedua ujung dari setiap tendon. Salah satu dongkrak diberikan perpanjangan paling tidak 2,5 cm sebelum dongkrak lainnya dihubungkan. Tendon yang masih kendur harus dikencangkan, dan tendon yang per tama-tama ditegangkan adalah pada dongkrak yang tidak diberi perpanjangan (disebut *leading jack*).

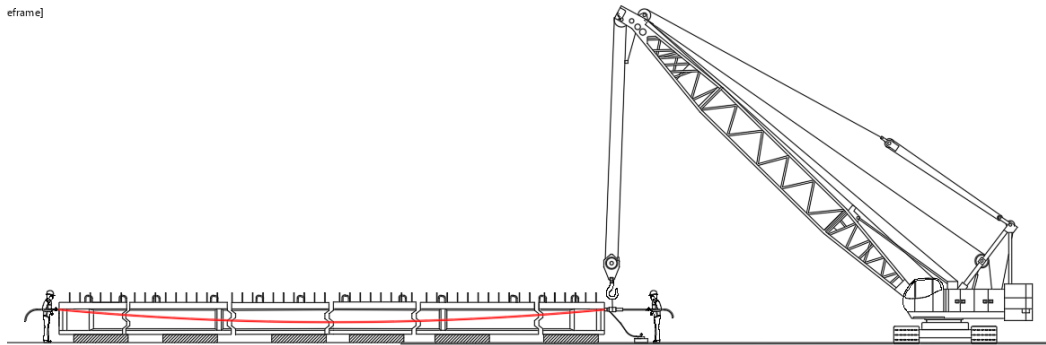
Dongkrak yang tidak diberi gaya (disebut *trailing jack*) harus dipasang sedemikian hingga gaya yang dipindahkan pada ujung ini dapat dicatat. Penegangan (*stressing*) ujung ini harus dilanjutkan sampai pemuluran mendekati 75% dari total pemuluran yang diperkirakan pada ujung *trailing jack*. Penegangan (*stressing*) kemudian dilanjutkan dengan memberi gaya hanya pada *trailing jack*, sampai pada



kedua dongkrak tersebut tercatat gaya yang sama. Kedua dongkrak selanjutnya dikerjakan dengan mempertahankan gaya yang sama pada kedua dongkrak, sampai penarikan selesai.

### 3. Penegangan (*Stressing*) dengan 1 (satu) Dongkrak

Bilamana ditunjukkan dalam gambar rencana bahwa tendon harus ditarik pada satu ujung (biasanya bentang pendek), maka hanya satu dongkrak yang digunakan. Setelah tendon ditegangkan, kedua ujung ditandai untuk mengukur pemuluran masuknya tendon (*draw-in*).



**Gambar 3.4 - Penegangan (*Stressing*) dengan 1 (satu) dongkrak**

### 4. Lubang Penyuntikan (*Grouting Hole*)

Lubang penyuntikan harus disediakan pada angkur, pada titik atas dan bawah profil tendon dan pada titik-titik lainnya yang cocok. Jumlah dan lokasi titik-titik ini harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan tetapi tidak boleh lebih dari 30 meter pada bagian dari panjang selongsong. Lubang penyuntikan dan lubang pembuangan udara paling tidak harus berdiameter 10 mm dan setiap lubang harus ditutup dengan katup atau perlengkapan sejenis yang mampu menahan tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> tanpa kehilangan air, suntikan atau udara.

### 5. Penyuntikan dan Penyelesaian Akhir Setelah Diberikan Gaya Pra-Tegang

Tendon harus disuntik dalam waktu 24 jam sesudah penegangan (*stressing*) selesai dilakukan kecuali jika ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Lubang penyuntikan harus diuji dengan diisi air bertekanan 8 kg/cm<sup>2</sup> selama satu jam sebelum penyuntikan. Selanjutnya selongsong harus dibersihkan dengan air dan udara bertekanan.

Peralatan pencampur harus dapat menghasilkan adukan semen dengan kekentalan yang homogen dan harus mampu memasok secara menerus pada peralatan penyuntikan. Peralatan penyuntikan tersebut harus mampu beroperasi secara menerus dengan sedikit variasi tekanan dan harus mempunyai sistem untuk mengalirkan kembali adukan bilamana penyuntikan sedang tidak dijalankan. Udara bertekanan tidak boleh digunakan. Peralatan tersebut harus mempunyai tekanan tetap yang tidak melebihi 8 kg/cm<sup>2</sup>. Semua pipa yang disambungkan ke pompa penyuntikan harus mempunyai suatu lengkung minimum, katup dan sambungan penyesuai antar diameter. Semua pengatur arus ke pompa harus disetel dengan saringan 1,0 mm. Semua peralatan, terutama pipa, harus dicuci

sampai bersih dengan air bersih setelah setiap rangkaian operasi dan pada akhir operasi setiap hari.

Interval waktu antar pencucian tidak boleh melebihi dari 3 jam. Peralatan tersebut harus mampu mempertahankan tekanan pada selongsong yang telah disuntik sampai penuh dan harus dilengkapi dengan katup yang dapat terkunci tanpa kehilangan tekanan dalam selongsong. Pertama-tama air dimasukkan ke dalam alat pencampur, kemudian semen. Bilamana telah dicampur sampai merata, jika digunakan, maka bahan tambah kimia (*admixture*) akan ditambahkan. Pengadukan harus dilanjutkan sampai diperoleh suatu kekentalan yang merata. Rasio air-semen pada campuran tidak akan melebihi 0,45 menurut takaran berat kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Pencampuran tidak boleh dilakukan secara manual. Penyuntikan harus dikerjakan dengan cukup lambat untuk menghindari timbulnya segregasi adukan pasta semen. Cara penyuntikan pasta semen harus sedemikian hingga dapat menjamin bahwa seluruh selongsong terisi penuh dan penuh di sekeliling tendon. Grouting harus dapat mengalir dari ujung bebas selongsong sampai kekentalannya ekuivalen dengan grouting yang disuntikkan. Lubang masuk harus ditutup dengan rapat. Setiap lubang grouting harus ditutup dengan cara yang serupa secara berturut-turut dalam arah aliran. Setelah suatu jangka waktu yang semestinya, maka penyuntikan selanjutnya harus dilaksanakan untuk mengisi setiap rongga yang mungkin ada.

### **3.3.5 Penanganan, Pengangkutan, dan Penyimpanan Unit-unit Beton Pracetak**

Dalam hal melakukan pengawasan terhadap pekerjaan penanganan, pengangkutan dan penyimpanan unit-unit beton pracetak, harus memperhatikan hal-hal berikut:

a. Pemberian Tanda Unit-unit Beton Pracetak

Segera setelah pembongkaran acuan samping dan melaksanakan perbaikan kecil, maka unit-unit harus diberi tanda untuk memudahkan indentifikasi di kemudian hari. Untuk memberi tanda unit-unit tersebut harus digunakan jenis cat tahan cuaca. Data yang ditandakan pada semua unit harus mencakup nomor rujukan dan tanggal pengecoran. Selain itu pelat pracetak harus mempunyai data yang digoreskan pada permukaan atas segera setelah pengecoran. Juga tiang pancang harus diberi tanda ukuran panjang yang jelas dan permanen di sepanjang panjang tiang, dengan interval satu meter yang diukur dari ujung tiang panjang.

b. Penanganan dan Pengangkutan

Perhatian khusus harus diberikan dalam penanganan dan pemindahan unit-unit beton pracetak. Gelagar dan pelat pracetak harus diangkat dengan alat pengangkat atau melalui lubang-lubang dibuat pada unit-unit tersebut, dan harus diangkat dalam posisi tegak. Titik angkat, bentuk dan posisinya harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Penyangga dan penggantung yang cocok harus digunakan setiap saat dan tidak boleh ada unit beton pracetak yang akan digerakkan sampai sepenuhnya lepas dari permukaan tanah.

Unit-unit beton pracetak yang rusak akibat penyimpanan dan penanganan yang tidak sebagaimana mestinya harus diganti oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.

Bilamana cara pengangkatan dan pengangkutan gelagar tidak disebutkan dalam gambar rencana, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan cara yang diusulkan

kepada Pengawas Pekerjaan. Setelah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus mengikuti cara yang telah disetujui.

c. Penyimpanan

Unit-unit harus ditempatkan bebas dari kontak langsung dengan permukaan tanah dan ditempatkan pada penyangga kayu di atas tanah keras yang tidak akan turun baik musim hujan maupun kemarau, akibat beban dari unit-unit tersebut. Bilamana unit-unit tersebut disusun dalam lapisan-lapisan, maka banyaknya lapisan tersebut tidak boleh melebihi dari yang disyaratkan atau diizinkan. Penyangga untuk setiap lapisan harus dipasang di atas lapisan yang terdahulu. Untuk gelagar dan tiang pancang, penyangga harus dipasang pada jarak tidak lebih dari 20% dari ukuran panjang unit, yang diukur dari setiap ujung.

d. Baja Pra-Tarik

Semua baja pra-tegang harus dilindungi dari kerusakan fisik dan karat atau akibat lain dari korosi setiap saat dari pembuatan sampai penyuntikan. Baja pra-tegang yang telah mengalami kerusakan fisik pada setiap saat harus ditolak. Baja pra-tegang harus dibungkus dalam peti kemas atau bentuk pengiriman lainnya untuk melindungi baja tersebut dari kerusakan fisik. Bahan pencegah korosi harus dimasukkan ke dalam kemasan atau bentuk lainnya, atau bila diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan, dapat digunakan langsung pada baja pra-tegang. Bahan pencegah korosi tidak boleh mempunyai pengaruh yang merusak pada baja pra-tegang atau beton atau kekuatan ikat (*bond strength*) baja pada beton. Kemasan atau bentuk lainnya yang rusak oleh berbagai sebab harus segera diganti atau diperbaiki hingga mencapai kondisi semula. Kemasan atau bentuk lainnya harus ditandai dengan jelas dengan suatu keterangan bahwa kemasan berisi baja pra-tegang berkekuatan tinggi, dan perhatian khusus harus diberikan dalam penanganan, jenis macam dan jumlah bahan pencegah korosi yang digunakan (termasuk tanggal sewaktu dimasukkan), petunjuk pengamanan dan petunjuk penggunaan.

## Contents

<b>3 PEKERJAAN STRUKTUR BETON</b> .....	3-1
3.1 Umum.....	3-1
3.2 Beton Bertulang.....	3-1
3.2.1 Umum.....	3-1
3.2.2 Acuan (Formworks) dan Perancah (Falseworks).....	3-2
3.2.3 Pengawasan Pekerjaan Penulangan .....	3-6
3.3 Beton Pra-tekan.....	3-12
3.3.1 Umum.....	3-12
3.3.2 Pemasangan Unit-Unit Beton Pracetak.....	3-13
3.3.3 Metode Pra-Tarik.....	3-14
3.3.4 Metode Pasca-Tarik.....	3-17
3.3.5 Penanganan, Pengangkutan, dan Penyimpanan Unit-unit Beton Pracetak .....	3-21
<b>Gambar 3.1 - Baja tulangan beton polos (BjTP)</b> .....	3-1
<b>Gambar 3.2 - Baja tulangan beton sirip/ulir (BJTS)</b> .....	3-1
<b>Gambar 3.3 - Bagan alir pekerjaan penulangan</b> .....	3-6
<b>Gambar 3.4 - Penegangan (<i>Stressing</i>) dengan 1 (satu) dongkrak</b> .....	3-20
<b>Tabel 3.1- Sifat Mekanis</b> .....	3-7
<b>Tabel 3.2-Tebal selimut beton minimum dari baja tulangan untuk beton yang tidak terekspos tetapi mudah dicapai</b> .....	3-9

## 4. FONDASI

### 4.1 Umum

Fondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar fondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadinya *differential settlement* pada sistem strukturnya.

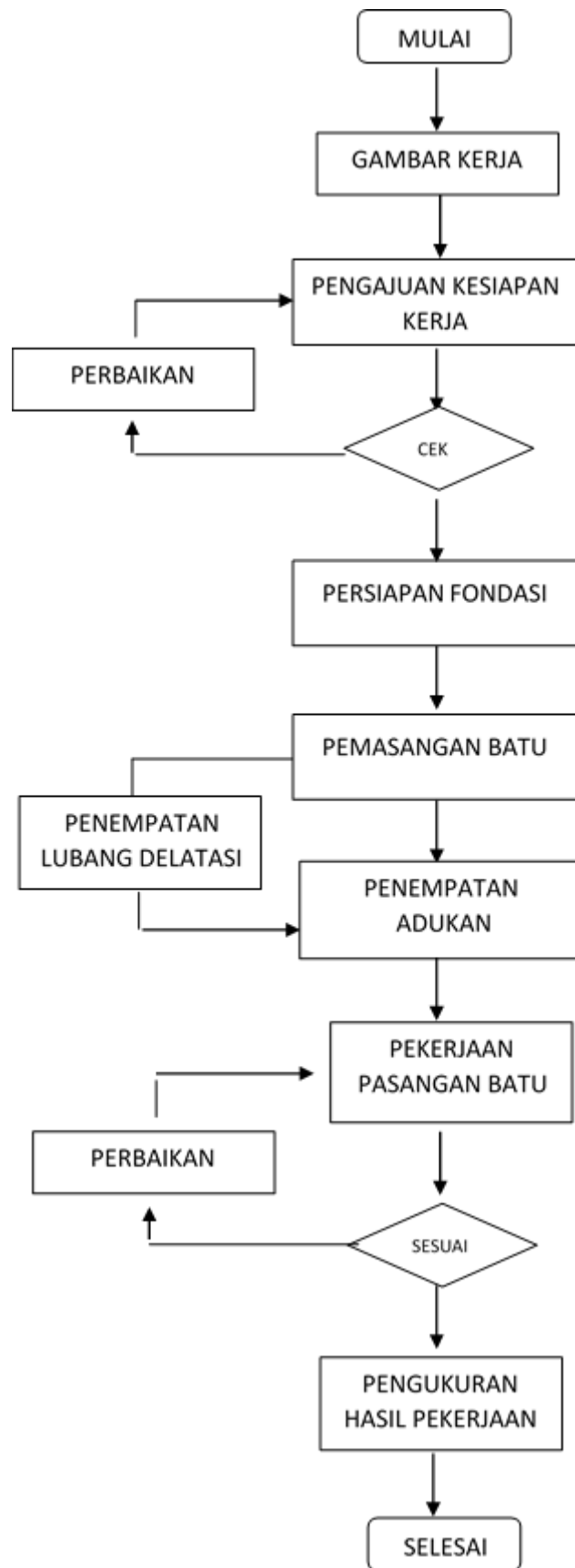
Untuk memilih tipe fondasi yang memadai, perlu diperhatikan tipe fondasi yang cocok untuk kondisi di lapangan dan dapat diselesaikan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya.

### 4.2 Fondasi Dangkal

Fondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, kedalaman fondasi didirikan kurang 1/3 dari lebar fondasi sampai dengan kedalaman kurang dari 3 m. Kedalaman fondasi dangkal ini bukan aturan yang baku, tetapi merupakan sebagai pedoman. Pada dasarnya, permukaan pembebanan atau kondisi permukaan lainnya akan mempengaruhi kapasitas daya dukung fondasi dangkal. Fondasi dangkal biasanya digunakan ketika tanah permukaan yang cukup kuat dan kaku untuk mendukung beban yang dikenakan dimana jenis struktur yang didukungnya tidak terlalu berat dan juga tidak terlalu tinggi, fondasi dangkal pada umumnya tidak cocok dalam tanah kompresif yang lemah atau sangat buruk, seperti tanah urug dengan kepadatan yang buruk, fondasi dangkal juga tidak cocok untuk jenis tanah gambut, lapisan tanah muda dan jenis tanah deposit aluvial. Pengawasan pelaksanaan pada fondasi dangkal adalah menguraikan tentang tahapan pengawasan dari mulai pelaksanaan fondasi dangkal sampai *finishing*.

#### 4.2.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Pasangan Batu

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi pasangan batu, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 4.1- Bagan alir pelaksanaan fondasi pasangan batu

- a. Pekerjaan Persiapan
  1. Periksa persiapan pelaksanaan pekerjaan meliputi material batu dan penyiapan gambar kerja.
  2. Cek pengajuan kesiapan kerja.
  3. Penyedia telah mengajukan dua contoh batu yang mewakili sebesar masing-masing 50 kg.
  4. Cek kesiapan alat dan material yang akan digunakan untuk pekerjaan fondasi pasangan batu.
  5. Cek pekerjaan pengukuran.
  6. Cek penentuan titik fondasi.
  7. Cek pemasangan *bowplank*.
  8. Gambar kerja telah disiapkan dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
  9. Contoh material yang digunakan sudah sesuai dengan ketentuan persyaratan.
- b. Persiapan Fondasi
  1. Kendalikan persiapan fondasi untuk struktur pasangan batu harus disiapkan sesuai dengan syarat.
  2. Periksa dasar fondasi untuk struktur dinding penahan harus tegak lurus, atau bertangga yang juga tegak lurus terhadap muka dari dinding, kecuali disyaratkan lain atau ditunjukkan pada gambar. Untuk struktur lain, dasar fondasi harus mendatar atau bertangga yang juga horisontal.
  3. Periksa penyediaan lapis landasan yang rembes air (*permeable*) dan kantung penyaring.
  4. Kendalikan bila ditunjuk dalam gambar, atau yang diminta lain oleh pengawas pekerjaan, suatu fondasi beton mungkin diperlukan, maka beton yang digunakan harus memenuhi ketentuan.
- c. Pemasangan Batu
  1. Tebal landasan dari adukan baru paling sedikit 3 cm, dipasang pada fondasi yang disiapkan sesaat sebelum penempatan masing-masing batu pada lapisan pertama.
  2. Batu besar pilihan harus digunakan untuk lapis dasar dan pada sudut-sudut.
  3. Hindari pengelompokan batu yang berukuran sama.
  4. Batu dipasang dengan muka yang terpanjang mendatar dan muka yang tampak harus dipasang sejajar dengan muka dinding dari batu yang terpasang.
  5. Penanganan batu agar tidak menggeser atau memindahkan batu yang telah terpasang.
- d. Pekerjaan Fondasi Pasangan Batu
  1. Cek pembuatan profil fondasi.
  2. Cek ketegakan/posisi profil dan ukuran-ukurannya, perbaiki jika ada yang tidak tepat, demikian juga peilnya.

3. Cek pemasangan pekerjaan fondasi batu kali sesuai dengan gambar rencana.
  4. Tebal adukan pada dasar lapis pertama paling sedikit 3 cm.
  5. Cek penempatan batu besar digunakan untuk lapisan pertama dan pada sudut-sudut fondasi.
  6. Kendalikan pengelompokan batu yang berukuran serupa.
  7. Batu dipasang memanjang.
- e. Penempatan Lubang Sulingan dan Delatasi
1. Periksa dinding dari pasangan batu harus dilengkapi dengan lubang sulingan, yang ditempatkan dengan jarak antara tidak lebih dari 2 m dari sumbu satu ke sumbu lainnya dan harus berdiameter 50 mm.
  2. Periksa pemasangan delatasi pada struktur panjang yang menerus. Delatasi harus dibentuk untuk panjang struktur tidak lebih dari 20 mm. Delatasi harus 30 mm lebarnya dan harus diteruskan sampai seluruh tinggi dinding.
  3. Periksa timbunan di belakang delatasi harus dari bahan drainase porous berbutir kasar dengan gradasi menerus.
- f. Penempatan Adukan
1. Landasan yang akan menerima setiap batu juga harus dibasahi.
  2. Batu harus dibersihkan dan dibasahi sampai merata.
  3. Adukan sebesar pada sisi batu yang bersebelahan dengan batu yang akan dipasang.
  4. Pastikan tebal dari landasan adukan harus pada rentang antara 2 cm sampai 5 cm.
  5. Pastikan batu hanya dipasang pada adukan baru yang belum mengeras.
- g. Pekerjaan Akhir Pasangan Batu
1. Periksa sambungan antar batu pada permukaan harus dikerjakan hampir rata dengan permukaan, tetapi tidak sampai menutup batu.
  2. Periksa permukaan horisontal dari seluruh pasangan batu dikerjakan dengan tambahan adukan tahan cuaca setebal 2 cm, dan dikerjakan sampai permukaan tersebut rata.
  3. Periksa segera setelah batu ditempatkan, dan sewaktu adukan masih baru, seluruh permukaan batu harus dibersihkan dari bekas adukan.
  4. Pastikan permukaan yang telah selesai dirawat seperti yang disyaratkan untuk pekerjaan beton.
  5. Pastikan penimbunan kembali dilaksanakan setelah 14 hari pekerjaan pasangan selesai.
  6. Periksa lereng yang bersebelahan dengan bahu jalan harus dipangkas dan untuk memperoleh bidang antar muka rapat dan halus dengan pasangan batu.



h. Pengecekan

1. Landasan adukan pada fondasi setebal 3 cm sebelum penempatan batu lapis pertama sebagai batu yang besar.
2. Penempatan batu secara memanjang dan posisi batu telah stabil.
3. Pastikan adukan ditempatkan segera setelah penempatan batu.
4. Pastikan adukan memenuhi rongga antar batu.
5. Periksa lubang sulingan.
6. Periksa delatasi.
7. Permukaan atas dinding setelah ditambah adukan setebal 2 cm harus sesuai dengan yang ditentukan.

i. Perbaiki Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

1. Kendalikan pekerjaan pasangan batu yang tidak memenuhi toleransi yang disyaratkan harus diperbaiki oleh Penyedia.
2. Kendalikan bila kestabilan dan keutuhan dari pekerjaan yang telah diselesaikan terganggu atau rusak, yang menurut pendapat pengawas pekerjaan diakibatkan oleh kelalaian penyedia, maka Penyedia harus mengganti dengan biaya sendiri.

j. Pengukuran Hasil Pekerjaan

1. Pasangan batu diukur dalam meter kubik sebagai volume pekerjaan yang diselesaikan dan diterima, dihitung sebagai volume teoritis yang ditentukan oleh garis dan penampang yang disyaratkan dan disetujui.
2. Setiap bahan yang dipasang sampai melebihi volume teoritis yang disetujui harus tidak diukur atau dibayar.
3. Landasan rembes air (*permeable bedding*), penimbunan kembali dengan bahan porous atau kantung penyaring harus diukur dan dibayar sebagai drainase porous.

k. Monitoring

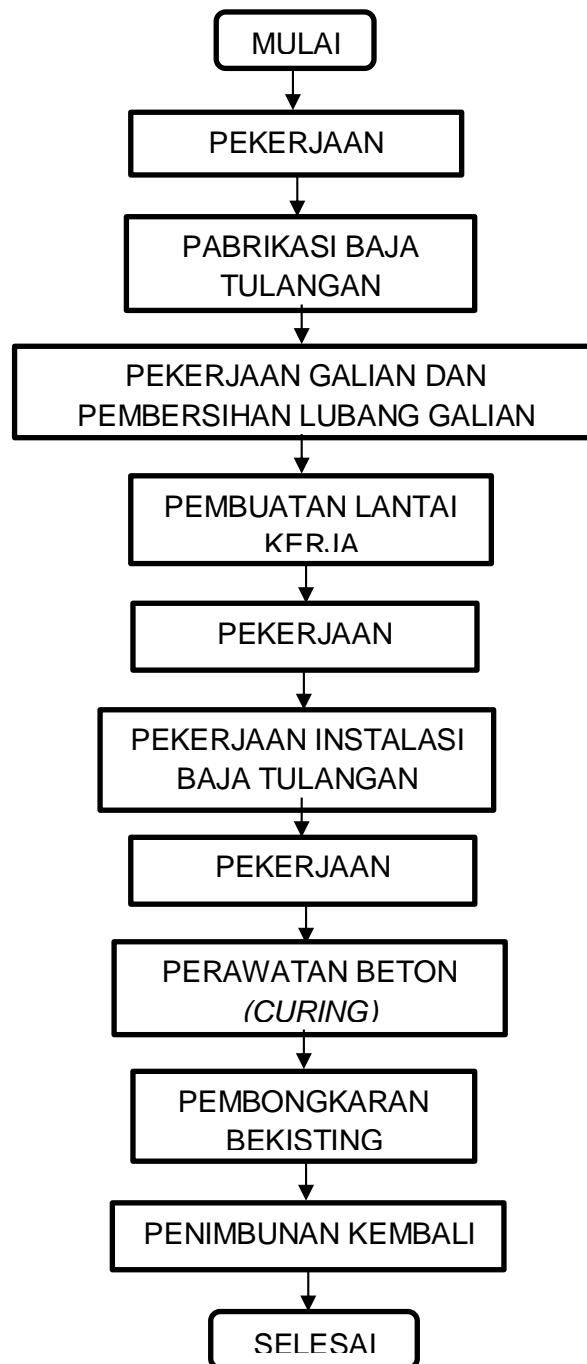
Penyedia bertanggung jawab atas pemeliharaan rutin dari semua pekerjaan pasangan batu yang telah selesai dan diterima selama periode kontrak.

l. Pembayaran

Pembayaran sesuai pengukuran hasil pekerjaan dibayar sesuai harga kontrak untuk mata pembayaran dalam daftar kuantitas dan harga.

#### 4.2.2 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Beton

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi beton, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 4.2 - Bagan alir pelaksanaan fondasi beton

- a. Pekerjaan persiapan
  1. Cek pengajuan kesiapan kerja.
  2. Cek kesiapan alat dan material yang akan digunakan untuk pekerjaan fondasi beton.
  3. Cek pekerjaan pengukuran.
  4. Cek penentuan titik fondasi.
  5. Cek pemasangan *bowplank*.
  6. Gambar kerja telah disiapkan dan disetujui oleh pengawas pekerjaan.
  7. Contoh material yang digunakan sudah sesuai dengan ketentuan persyaratan.
- b. Pekerjaan Galian
  1. Cek kedalaman dan lebar penggalian sesuai dengan gambar rencana.
  2. Penggunaan alat gali konvensional bagi fondasi yang volumenya kecil, sedangkan alat berat digunakan untuk penggalian fondasi yang volumenya besar.
- c. Pabrikasi baja tulangan
  1. Pemotongan baja tulangan berbagai diameter (sesuai spesifikasi teknis) ,menggunakan *bar cutter*.
  2. Pembengkokan tulangan menggunakan *bar bender*.
  3. Penyambungan baja tulangan harus 40D atau 40 kali diameter baja tulangan.
- d. Pembuatan Lantai Kerja
  1. Lantai kerja bisa menggunakan *lean concrete* dengan mutu rendah ( $f_c' < 15$  Mpa).
  2. Atau dengan menggunakan urugan pasir dengan ketebalan 20 cm.
- e. Pekerjaan Fondasi Beton
  1. Cek perakitan dan pemasangan bekisting sesuai dengan bentuk fondasi.
  2. Cek penempatan baja tulangan agar sesuai dengan gambar rencana.
  3. Pengecoran dilakukan setelah instalasi baja tulangan selesai.
  4. Tinggi jatuh pengecoran maksimal 1,5 m agar tidak terjadi segregasi.
  5. Dilakukan juga pemadatan selama pengecoran berlangsung.
  6. Hindarkan pengecoran beton dari temperatur yang terlalu panas, dan gangguan mekanis.
  7. Perawatan yang bisa digunakan agar beton tidak mengalami hidrasi berlebihan dengan cara menggunakan *curing compound* atau membungkus dengan bahan penyerap air.

### 4.2.3 Pengendalian Mutu Pekerjaan Fondasi Dangkal

a. Batu

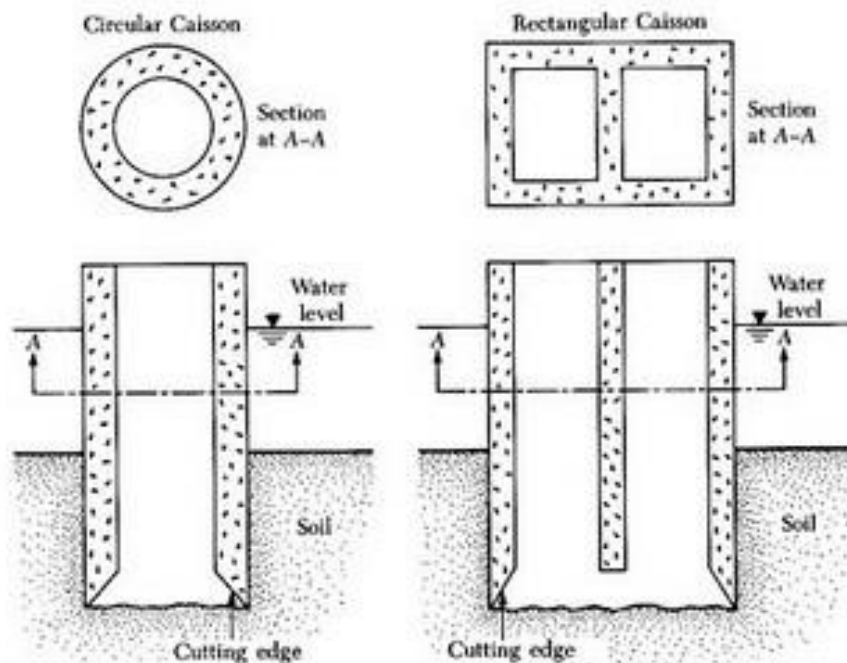
Batu harus bersih, keras, tanpa bagian yang tipis atau retak dan harus dari jenis yang diketahui awet. Bila perlu, batu harus dibentuk untuk menghilangkan bagian yang tipis atau lemah. Batu harus rata, lancip atau lonjong bentuknya dan dapat ditempatkan saling mengunci bila dipasang bersama-sama. Terkecuali diperintahkan lain oleh pengawas pekerjaan, batu harus memiliki ketebalan yang tidak kurang dari 15 cm, lebar tidak kurang dari satu setengah kali tebalnya dan panjang yang tidak kurang dari satu setengah kali lebarnya.

b. Adukan

1. Semen harus memenuhi ketentuan dalam AASHTO M85.
2. Agregat halus harus memenuhi ketentuan dalam AASHTO M45.
3. Kapur tohor harus memenuhi ketentuan dalam jumlah residu, letupan dan lekukan (*popping & pitting*), dan penahan air sisa untuk kapur jenis N dalam SNI 03-6378-2000.
4. Air harus memenuhi ketentuan spesifikasi sebagaimana diuraikan di atas.

### 4.3 Fondasi Sumuran

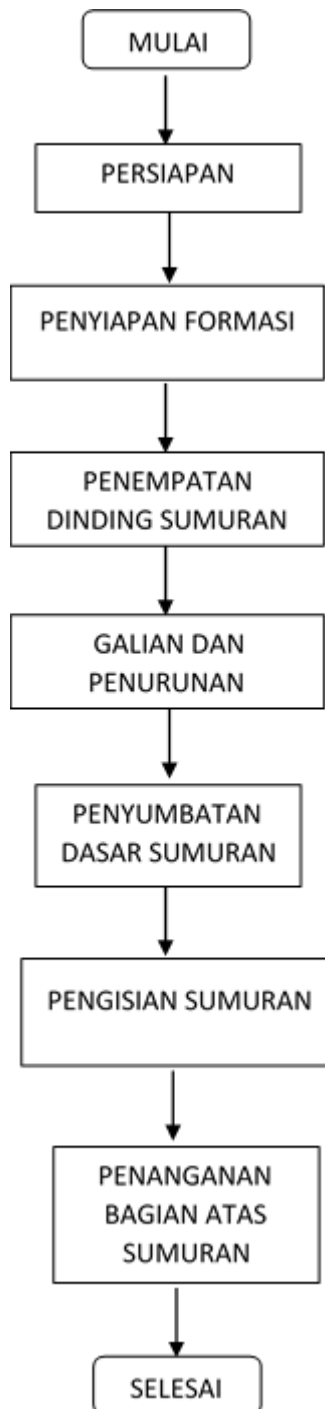
Fondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Fondasi ini digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam.



Gambar 4.3 - Jenis fondasi sumuran

### 4.3.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Sumuran

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi sumuran, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 4.4 - Bagan alir pelaksanaan fondasi sumuran**

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
2. Cek ulang ketersediaan material, pastikan tidak ada perubahan.
3. Cek dan amati ulang kesiapan alat, pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
4. Cek ulang kesiapan tenaga kerja, jumlah dan kualifikasinya pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
5. Ada penanggung jawab dari penyedia jasa untuk mengatasi kondisi khusus.
6. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
7. Ada kesiapan penyediaan rambu-rambu.
8. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
9. Ketentuan-ketentuan pelaksanaan pengawasan
  - a). Pengawasan pekerjaan fondasi sumuran hanya dilakukan pada lokasi pekerjaan yang *requestnya* telah mendapatkan persetujuan dari semua pihak yang kompeten.
  - b). Pengawasan pekerjaan fondasi sumuran dilakukan sepanjang waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan mulai dari pemasokan bahan, penyiapan formasi, penempatan/ pengecoran dinding, penggalian/ penurunan dan pengisian sumuran.
  - c). Frekuensi pelaporan minimal satu kali pencatatan pada setiap hari kerja pada setiap lokasi fondasi sumuran.
  - d). Catatan penyimpangan atau kondisi seketika yang dapat mempengaruhi mutu, harus dicatat pada kolom catatan yang telah disediakan.
10. Ketentuan dinding sumuran
  - a). Unit beton pracetak harus dicor pada landasan pengecoran yang sebagaimana mestinya.
  - b). Cetakan harus memenuhi garis dan elevasi yang tepat dan terbuat dari logam.
  - c). Cetakan harus kedap air dan tidak boleh dibuka paling sedikit 3 hari setelah pengecoran.
  - d). Unit beton pracetak yang telah selesai dikerjakan harus bebas dari segregasi, keropos, atau cacat lainnya dan harus memenuhi dimensi yang disyaratkan.

b. Penyiapan Formasi

Elevasi dan as untuk penempatan dinding unit beton pracetak atau dinding sumuran cor ditempat sesuai dengan gambar kerja.

c. Penempatan Dinding Sumuran

1. Pengangkutan dan pemasangan dinding unit beton pracetak pada saat kuat tekan sudah mencapai 85%.
2. Cetakan untuk dinding sumuran yang dicor ditempat memenuhi garis dan elevasi yang tepat.

3. Penurunan dinding sumuran yang dicor ditempat pada saat kuat tekan sudah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan.
- d. Galian dan Penurunan
1. Posisi sumuran telah sesuai dengan gambar kerja. Penggalan dilakukan seragam sampai batas ujung pemotongan (*cutting edge*).
  2. Sisi-sisi sumuran harus sejajar dan tegak lurus.
  3. Penampang melintangnya dipasang tepat untuk menghindari perubahan posisi pada saat penurunan.
- e. Penyumbatan Dasar Sumuran
1. Dasar sumuran harus bersih dari material lepas atau lumpur.
  2. Tinggi pengecoran tidak boleh lebih dari 150 cm.
  3. Mutu beton penyumbat dasar sumuran  $f_c' = 20$  Mpa.
  4. Pengecoran dilaksanakan dengan cara tremie atau pompa beton.
  5. Tebal sumbat dasar saluran sesuai dengan gambar kerja.
- f. Pengisian Sumuran
1. Pengisian sumuran dengan beton siklop  $f_c' = 15$  Mpa.
  2. Pengisian sumuran dilaksanakan setelah sumbat dasar sumuran berumur 3 (tiga) hari.
  3. Elevasi akhir pengecoran beton siklop sesuai dengan gambar kerja.
  4. Penutupan sumuran dengan beton  $f_c' = 20$  Mpa.
  5. Pengecoran dilaksanakan setelah beton siklop berumur 3 (tiga) hari.
- g. Penanganan Bagian Atas Dinding Sumuran
1. Pembongkaran bagian atas dinding sumuran memakai alat pemecah bertekanan (*pneumatic breakers*).
  2. Panjang baja tulangan dinding sumuran sebagai stek minimal 40 (empat puluh) kali diameter.

#### 4.3.2 Pengawasan Mutu Pekerjaan Fondasi Sumuran

Untuk memperoleh hasil pekerjaan struktur yang sesuai dengan standar dan dapat dipertanggung jawabkan, maka mutu bahan untuk struktur dan finishing harus sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Untuk mencapai tujuan tersebut maka perlu dilakukan kegiatan pengawasan dan pengendalian mutu yang meliputi pemilihan bahan, cara pelaksanaan, dan juga menggunakan test DCP.

Mutu beton yang tercakup dalam spesifikasi teknik ini :

- a. Mutu tinggi  $f_c' \geq 45$  MPa untuk beton prategang seperti tiang pancang, gelagar, plat
- b. Mutu sedang  $20 \leq f_c' < 45$  MPa untuk beton bertulang, lantai beton jembatan rangka baja, gelagar beton, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong
- c. Mutu rendah  $15 \leq f_c' < 20$  MPa untuk struktur beton tanpa tulangan seperti siklop, trotoar, pasangan batu kosong

- d. Mutu rendah  $f_c' < 15$  MPa untuk lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

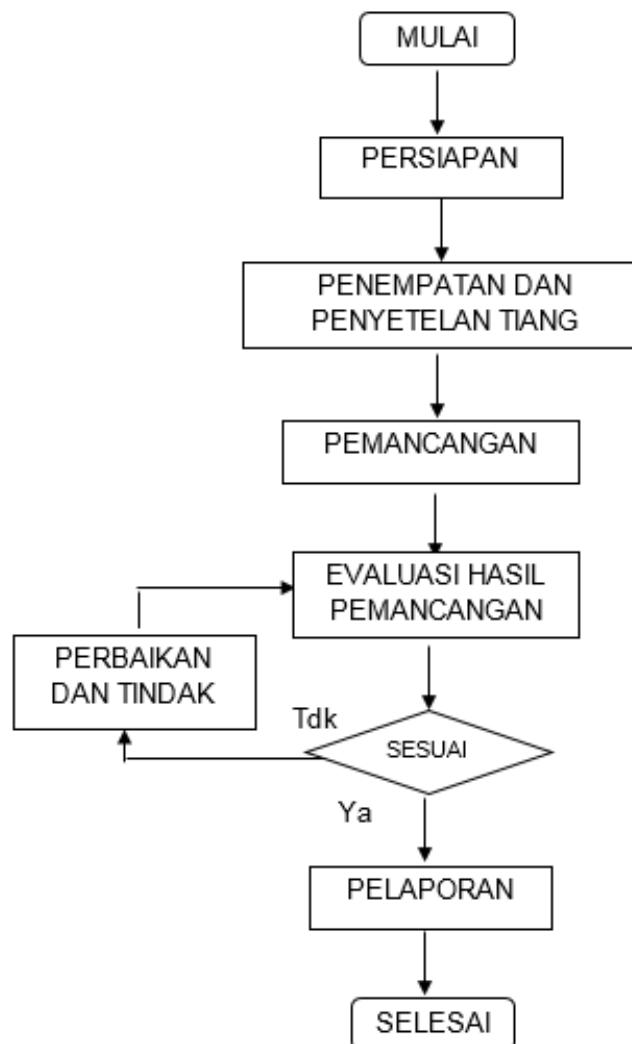
#### 4.4 Fondasi Tiang Pancang

Fondasi tiang pancang (*piled foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

Tiang pancang bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (*steel*), dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, di bor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan *piled cap* (*poer*). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang di klasifikasikan berbeda-beda.

##### 4.4.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Beton

Dalam mengawasi pekerjaan pondasi tiang pancang beton, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 4.5 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang beton



a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja
2. Cek semua peralatan pemancangan sesuai dengan ketentuan pedoman pelaksanaan teknis pekerjaan jembatan Bab 4
3. Cek ulang kesiapan tenaga kerja, jumlah dan kualifikasinya
4. Tidak ada perubahan kesiapan kerja yang diajukan
5. Ada penanggung jawab dari penyedia jasa untuk semua kegiatan dan untuk mengatasi kondisi kejadian khusus.
6. Adanya pengendalian keselamatan kerja
7. Ada kesiapan penanganan lingkungan
8. Penetapan titik referensi untuk elevasi pemancangan tiang pancang
9. Tentukan lokasi titik tiang pancang yang akan dipancang
10. Adanya pengajuan ijin pekerjaan (*request*) kepada Pengawas Pekerjaan
11. Cek utilitas bawah tanah tidak terganggu oleh pemancangan
12. Cek gangguan polusi udara dan suara terhadap pemukiman dengan jarak kurang dari 200m.

b. Pengujian Tiang Pancang

1. Cek sertifikat pabrik tiang pancang.
2. Kontrol diameter tiang pancang.
3. Cek jenis tiang pancang.
4. Tentukan tiang yang akan dilakukan pengujian untuk mengetahui kedalaman dan daya dukung dari fondasi tiang pancang.
5. Jumlah tiang pancang dan lokasi yang diuji sesuai dengan yang ditentukan pengawas pekerjaan, minimal satu dan tidak lebih dari empat tiang uji untuk setiap jembatan.

c. Tahap Penempatan dan Penyetelan Tiang Pancang

1. Cek ketersediaan tiang pancang sudah ada dilapangan.
2. Cek penempatan tiang pancang/posisi pemancangan sesuai gambar kerja dengan kemiringan dan kelandaian yang telah ditetapkan dengan menggunakan pemandu.
3. Cek penempatan alat pancang diatas ponton harus pada posisi ketika pemancangan tiang pancang dilakukan, bila pemancangan dilakukan diatas perairan
4. Ada alat keselamatan kerja pada unit mesin pancang dan alat pemadam kebakaran medium sesuai kebutuhan
5. Posisi tiang pancang pada penghantar tiang pancang dan palu (*hammer*) akan dapat bebas bergerak pada pengantar tiang

6. Posisi tiang pancang vertikal dan horizontal tidak berubah arah dan tidak melampaui batas toleransi, 75 mm dalam segala arah horizontal
  7. Palu (*hammer*), topi baja, bantalan topi, katrol dan tiang pancang harus mempunyai sumbu yang sama (*centris*) dengan tiang pancang termasuk tiang pancang miring.
- d. Tahap Pemancangan
1. Titik pengangkatan tiang pancang pada titik seperempat panjangnya atau sebagaimana diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.
  2. Penumbukan awal dilakukan dengan palu (*hammer*) jatuh bebas.
  3. Cek penurunan tiang pancang setiap sepuluh pukulan palu, untuk mengetahui apakah penurunan normal atau tidak.
  4. Grafik kalendering di pasang pada badan tiang pancang dan kalendering dilakukan pada 1,5 m menjelang akhir pemancangan selesai sesuai panjang tiang yang dipancang menurut gambar.
  5. Catat bila ada kejadian khusus seperti penurunan yang tiba-tiba (*settlement*).
  6. Catat semua kejadian khusus yang terjadi pada saat pemancangan.
  7. Catatan pemancangan harus lengkap sesuai dengan spesifikasi umum.
  8. Cek kedalaman setiap tiang pancang yang masuk kedalam tanah.
  9. Cek jumlah panjang pemancangan dibawah air bilamana ada.
- e. Tahap Evaluasi Hasil Pemancangan
- Evaluasi hasil pemancangan setiap tiang pancang terdapat:
1. Kedalaman pemancangan.
  2. Penetrasi pada 1,5 m dari akhir pemancangan minimal 3 cm untuk setiap sepuluh pukulan.
  3. Posisi vertikal dan horizontal tiang pancang.
- f. Tahap Perbaikan
1. Cek semua kerusakan atau cacat dalam (internal) tiang pancang, ketidak sesuaian posisi dan elevasi yang ditunjukkan dalam gambar.
  2. Tiang pancang yang tidak memenuhi syarat atau cacat dan tidak dapat diterima oleh pengawas pekerjaan dan harus diperbaiki sehingga memenuhi ketentuan oleh penyedia jasa atas biaya sendiri.
  3. Cek perbaikan seperti yang ditentukan oleh pengawas pekerjaan akan mencakup dan tidak terbatas.
    - a). Perbaikan kembali tiang pancang yang rusak dan penggantian atau pemancangan tiang baru.
    - b). Pemancangan tiang kedua sepanjang sisi tiang pancang yang cacat atau pendek.

g. Pemotongan Kepala Tiang

1. Beton tiang pancang dikupas sampai pada elevasi yang ditentukan sehingga beton yang tertinggal akan masuk ke dalam kepala tiang fondasi (*pile cap*) sepanjang 5 cm sampai 10 cm.
2. Untuk tiang pancang beton bertulang, baja tulangan yang tertinggal setelah pengupasan harus cukup panjang sehingga dapat diikat ke dalam kepala tiang pancang (*pile cap*) sepanjang 50 cm sampai 75 cm.
3. Pengupasan tiang pancang beton harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah pecahnya atau kerusakan lainnya pada tiang pancang.
4. Setiap beton yang retak atau cacat harus dipotong dan diperbaiki dengan beton baru yang direkatkan sebagaimana mestinya dengan beton yang lama.

h. Pengukuran Hasil Pekerjaan

1. Periksa satuan pengukuran untuk pembayaran tiang pancang beton harus diukur dalam meter panjang dari tiang pancang yang terpasang
2. Tiang pancang beton akan diukur untuk pemancangan sebagai jumlah meter panjang dari tiang pancang yang terpasang
3. Tata cara pengukuran penyediaan dan pemancangan tiang pancang dapat dilihat secara detail dalam ketentuan spesifikasi yang masih berlaku.

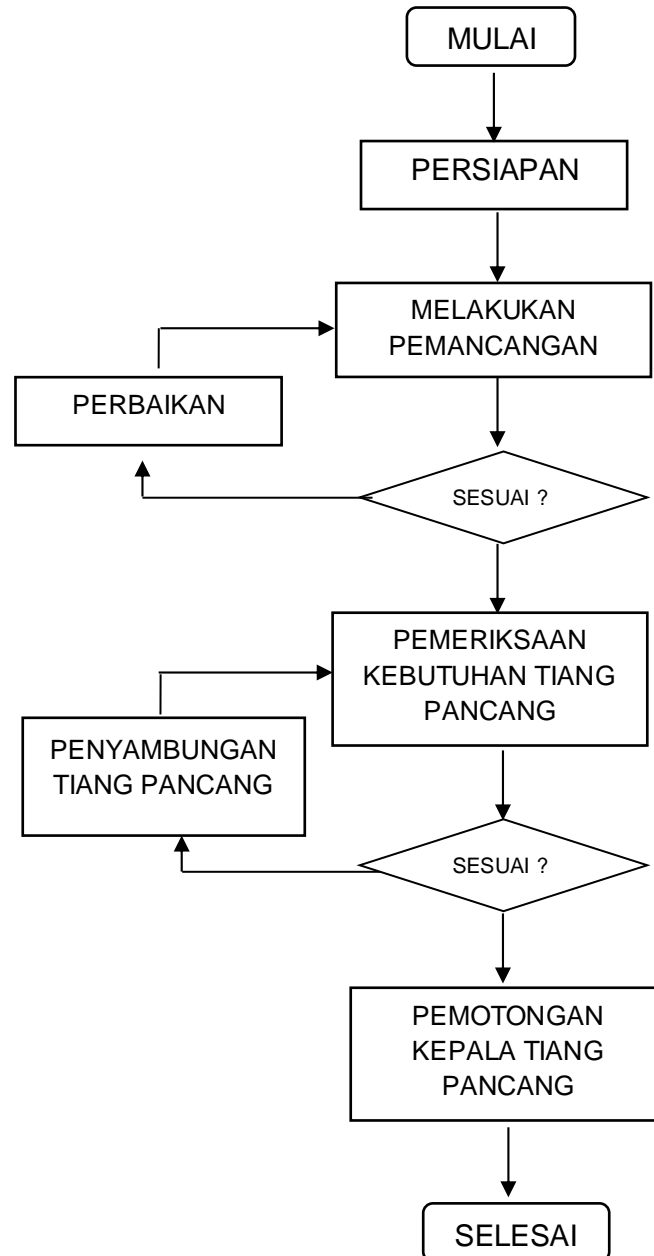
i. Tahap Pelaporan

Cek laporan yang meliputi dokumen:

1. Gambar denah fondasi
2. Gambar kerja dan detail tiang pancang
3. Catatan pemancangan/kalendering
4. Spesifikasi alat pancang, jenis hammer dan kalibrasinya.

#### 4.4.2 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Kayu

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi tiang pancang kayu, Pengawas Pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 4.6 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang kayu

a. Persiapan

1. Penyedia Jasa harus mengajukan metode kerja pemancangan secara terperinci kepada pengawas pekerjaan.
2. Penyedia Jasa harus melakukan perhitungan rancangan peralatan yang diusulkan.
3. Dilakukan pengujian pembebanan tiang pancang kayu.
4. Ada pemeriksaan kelayakan tiang pancang kayu sebelum dilakukan pemancangan.
5. Sebelum pemancangan pastikan harus ada persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan.

b. Melakukan Pemancangan

1. Dilakukan tindakan pencegahan atau proteksi terhadap kerusakan pada kepala tiang pancang kayu.
2. Proteksi kepala tiang pancang kayu dapat dilakukan dengan memasang cincin baja atau besi yang kuat pada kepala tiang kayu.
3. Tiang pancang dilengkapi sepatu tiang.
4. Pemancangan di tanah lunak tidak diperlukan sepatu tiang.
5. Posisi sepatu harus benar-benar sentris.
6. Tinggi jatuh palu (*hammer*) harus diperhitungkan.
7. Berat palu (*hammer*) minimal sama dengan berat tiang.
8. Kepala tiang pancang harus selalu berada satu sumbu dengan palu.

c. Perbaikan

Dilakukan perbaikan apabila tidak memenuhi batas toleransi yang ditentukan .

d. Pemeriksaan Kebutuhan Tiang

1. Dilakukan penyambungan apabila masih diperlukan untuk penambahan tiang.
2. Pemancangan dihentikan apabila dinilai sudah memenuhi kekuatan tiang pancang kayu sesuai beban rencana.

e. Penyambungan Tiang Pancang

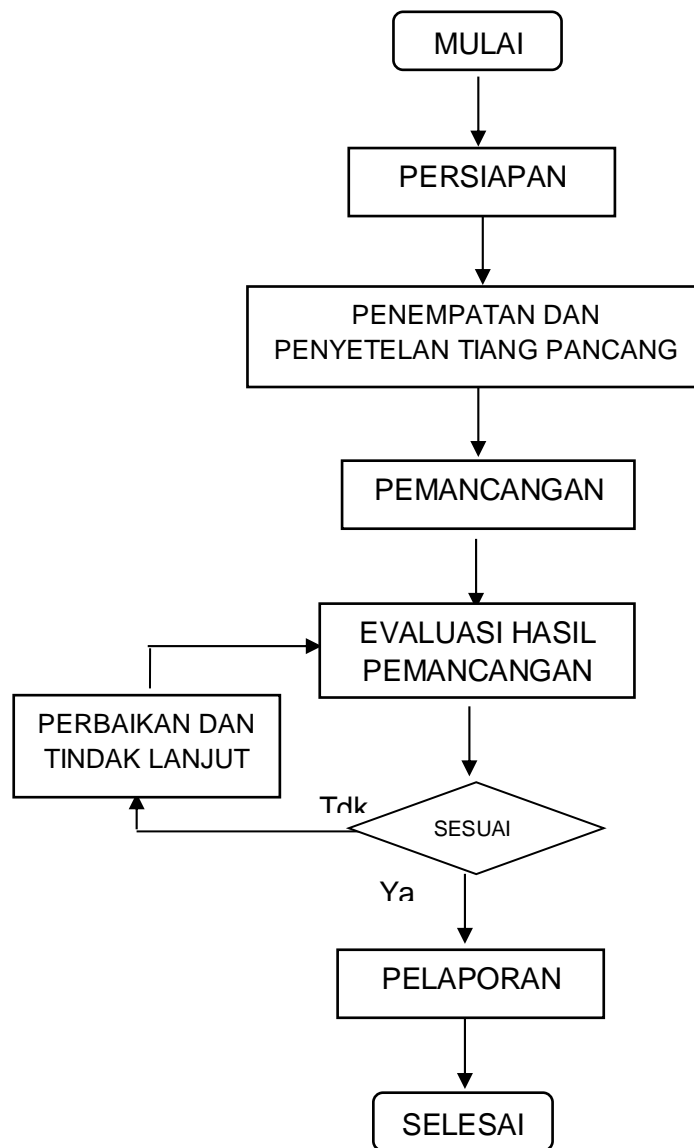
1. Permukaan ujung tiang pancang dipotong tegak lurus terhadap as tiang pancang.
2. Sambungan harus diperkuat dengan kayu atau plat penyambung baja.
3. Penyambung tiang yang bulat harus diperkuat dengan pipa penyambung besi atau baja.
4. Penyambungan pada titik-titik lendutan maksimum tidak diperbolehkan.

f. Pemotongan Kepala Tiang

1. Kepala tiang pancang dipotong tegak lurus terhadap as tiang pancang.
2. Kepala tiang pancang yang dipotong diberi bahan pengawet sebelum dipasang *pile cap*.

#### 4.4.3 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Baja Struktur

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi tiang pancang baja struktur, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 4.7 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang baja struktur

a. Persiapan

1. Pengecekan Lokasi Pемancangan.

Petugas Pengawas (pengawas pekerjaan) harus melakukan pengecekan kesiapan lokasi pemancangan, titik pemancangan, patok elevasi untuk pedoman/referensi pemancangan pada jarak tertentu dari titik pemancangan.

2. Pengecekan Kesiapan Alat Pancang.

Pengecekan peralatan dan kesiapan alat pancang sudah terpasang ditempat seperti *crane*, motor penggerak, kabel (*sling*) pengikat/ pengangkat, *hammer (drop* atau *diesel*), topi tiang (*driving cap*) dan peralatan kecil lainnya.

3. Pengecekan Kalibrasi Alat.

Pengecekan kalibrasi *diesel hammer* dengan berat yang sesuai dengan ketentuan, *single action* atau *double action*.

4. Penanggung Jawab Kegiatan.

Harus dipastikan penanggung jawab kegiatan telah ditetapkan dan berada di lokasi kegiatan.

5. Pengendalian lalu lintas.

a). Penyedia Pekerjaan Konstruksi menyediakan petugas pengendalian lalu-lintas.

b). Penyedia Jasa harus menyediakan rambu jalan atau perlengkapan penanganan lalu lintas. Penyediaan dan penempatan rambu ini sekurang-kurangnya harus sesuai dengan Pedoman Perambuan Sementara untuk Pekerjaan Jalan No. Pd-T-12-2003. Penyedia Jasa harus menyediakan peralatan tersebut dalam waktu 48 jam dan memasang serta memelihara peralatan tersebut selama periode pelaksanaan.

6. Polusi suara dan getaran.

a). Penyedia Jasa harus melakukan semua peringatan untuk memperkecil jumlah kebisingan dan vibrasi yang datang dari kegiatan konstruksi dan pengangkutan, oleh semua kendaraan dan peralatan, dengan menggunakan kendaraan dan peralatan yang modern serta dengan manajemen dan pemeliharaan yang baik.

b). Periksa apakah lokasi pemukiman terdekat jaraknya kurang dari 200 m (jarak aman terhadap getaran dan bising) dari lokasi pekerjaan.

7. Utilitas bawah tanah.

Penyedia Jasa harus bertanggungjawab untuk memperoleh informasi tentang keberadaan dan lokasi utilitas bawah tanah dan untuk memperoleh dan membayar setiap ijin atau wewenang lainnya yang diperlukan dalam melaksanakan galian yang diperlukan dalam Kontrak.

8. Keterlibatan Pengawas Pekerjaan.

Semua pekerjaan pemancangan harus dihadiri oleh pengawas pekerjaan atau wakilnya.

b. Penempatan dan Penyetelan Tiang Pancang

1. Tiang Pancang Didarat

Tiang pancang harus ditempatkan pada posisi pemancangan sesuai gambar kerja dengan kemiringan dan kelandaian yang telah ditetapkan dengan menggunakan Pemandu (*Leader*).

2. Posisi Alat Pancang Diperairan.

Bila pemancangan dilakukan diatas perairan, penempatan alat pancang diatas ponton harus tepat pada posisi ketika pemancangan dilakukan.

3. Penyetelan Sebelum Pemancangan

Palu, topi baja, bantalan topi, katrol dan tiang pancang harus mempunyai sumbu yang sama dan harus terletak dengan tepat satu di atas lainnya.

4. Penyetelan Tiang Pancang Miring

Tiang pancang termasuk tiang pancang miring harus dipancang secara sentris dan diarahkan dan dijaga dalam posisi yang tepat.

c. Pemancangan

1. Kedalaman Pemancangan.

Tiang Pancang baja struktur harus dipancang sampai penetrasi maksimum sesuai gambar rencana

2. Tinggi Jatuh Palu.

Tinggi jatuh palu (*diesel hammer*) tidak boleh melampaui 2,5 meter atau sebagaimana yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan. Penumbukan dengan gerakan tunggal (*single acting*) atau palu yang dijatuhkan harus dibatasi sampai 1,2 m dan lebih baik 1 m. Penumbukan dengan tinggi jatuh yang lebih kecil harus digunakan bilamana terdapat kerusakan pada tiang pancang.

3. Perlakuan Tumbukan Pada Tiang Pancang Yang Telah Mencapai Persyaratan Kalendering.

Bilamana serangkaian penumbukan tiang pancang untuk 10 (sepuluh) kali terakhir telah mencapai hasil yang memenuhi ketentuan, penumbukan ulangan harus dilaksanakan dengan hati-hati, dan pemancangan yang terus menerus setelah tiang pancang hampir berhenti penetrasi harus dicegah, terutama jika digunakan palu berukuran sedang.

4. Catatan Pemancangan/Kalendering

Sebuah catatan detail dan akurat tentang pemancangan harus disimpan oleh Pengawas Pekerjaan dan Penyedia Jasa harus membantu Pengawas Pekerjaan dalam menyimpan catatan ini meliputi : jumlah tiang pancang, posisi, jenis, ukuran, panjang aktual, tanggal pemancangan, panjang dalam fondasi telapak, penetrasi pada saat penumbukan terakhir, energi pukulan palu, berat dan jenis palu, panjang perpanjangan tiang pancang, panjang pemotongan dan panjang akhir yang dapat dibayar (*driving pile*).



d. Pemantauan Proses Pemancangan

Pemantauan proses pemancangan dilakukan sepanjang waktu pemancangan untuk mendeteksi terjadinya kelainan sehingga dapat ditindak lanjuti dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Tiang Pancang Yang Naik

- a). Bila tiang pancang mungkin naik akibat naiknya permukaan tanah, maka elevasi tiang pancang harus diukur dalam interval waktu dimana tiang pancang yang berdekatan sedang dipancang.
- b). Tiang pancang yang naik sebagai akibat pemancangan yang berdekatan sedang dipancang berdekatan, harus dipancang kembali sampai kedalaman atau ketahanan semula, kecuali jika pengujian pemancangan kembali pada tiang pancang yang berdekatan menunjukkan bahwa pemancangan ulang ini tidak diperlukan.

2. Tiang Pancang Yang Cacat

- a). Tiang pancang yang cacat harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa sebagaimana disyaratkan dan sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- b). Bilamana pemancangan ulang untuk mengembalikan ke posisi semula tidak memungkinkan, tiang pancang harus dipancang sedekat mungkin dengan posisi semula, atau tiang pancang tambahan harus dipancang sebagaimana yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.

3. Inkonsistensi Penetrasi

Setiap perubahan yang mendadak dari kecepatan penetrasi yang tidak dapat dianggap sebagai perubahan biasa dari sifat alamiah tanah harus dicatat dan penyebabnya harus dapat diketahui sebelum pemancangan dilanjutkan.

4. Tindak Lanjut Pada Tiang Pancang Yang Kalenderingnya Belum Tercapai.

- a). Bilamana kalendering belum tercapai akan tetapi panjang tiang pancang diperkirakan akan melampaui kebutuhan sebagaimana ditetapkan didalam gambar perencanaan
- b). Bilamana tiang pancang masih memungkinkan untuk disambung maka penyambungan harus dilakukan dengan metode penyambungan yang disetujui secara tertulis oleh pengawas pekerjaan dan pemancangan dilanjutkan.
- c). Bilamana tiang pancang tidak memiliki kepala penyambung, maka penyambungan dilakukan dengan metode penyambungan yang disetujui secara tertulis oleh pengawas pekerjaan.

e. Evaluasi Hasil Pemancangan

Evaluasi hasil pemancangan tiang pancang terhadap ketentuan :

1. Lokasi Kepala Tiang Pancang

Tiang pancang harus ditempatkan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Penggeseran lateral kepala tiang pancang dari posisi yang ditentukan tidak boleh

melampaui 7,5 cm dalam segala arah.

2. Kemiringan Tiang Pancang

Penyimpangan arah vertikal atau kemiringan yang disyaratkan tidak boleh lebih melampaui 2 cm per meter.

3. Kalendering Hasil Pemancangan.

Penetrasi pada 1,50 m dari akhir pemancangan 3 cm untuk setiap pukulan. Bilamana tiang pancang adalah point bearing, kalendering terakhir harus lebih kecil dari 2,5 cm/10 pukulan untuk tiang pancang baja. (Sumber Manual Pengawasan Pelaksanaan Jembatan)

f. Perbaikan dan Tindak Lanjut

1. Bilamana tiang pancang keluar dari batas toleransi, maka Penyedia Jasa harus menyelesaikan setiap langkah perbaikan yang dianggap perlu oleh Pengawas Pekerjaan dengan biaya sendiri.

2. Setiap tiang pancang yang rusak akibat cacat dalam (*internal*) atau pemancangan tidak sebagaimana mestinya, dipancang keluar dari lokasi yang semestinya atau dipancang di bawah elevasi yang ditunjukkan dalam gambar atau ditetapkan oleh pengawas pekerjaan, harus diperbaiki atas biaya penyedia jasa.

3. Pekerjaan perbaikan, seperti yang telah ditentukan oleh pengawas pekerjaan dan dikerjakan atas biaya penyedia jasa, akan mencakup, tetapi tidak perlu dibatasi berikut ini :

a). Pemancangan tiang pancang kedua sepanjang sisi tiang pancang yang cacat atau pendek. Perpanjangan tiang pancang dengan cara penyambungan, seperti yang telah disyaratkan di bagian lain dari seksi ini, untuk memungkinkan penempatan kepala tiang pancang yang sebagaimana mestinya dalam pur (*pile cap*).

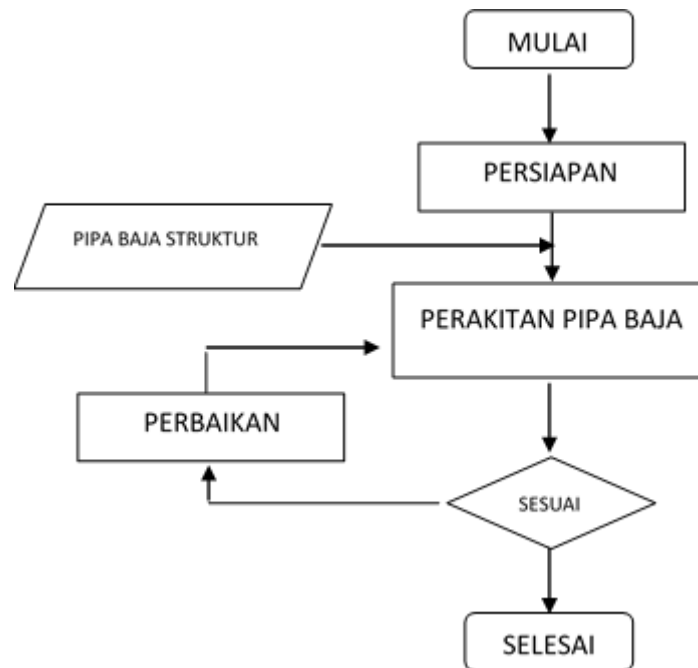
g. Pelaporan

Penyedia Jasa harus membuat laporan meliputi seluruh proses dan hasil pemancangan termasuk penanganan pasca pemancangan tiang pancang. Laporan harus meliputi dokumen-dokumen berikut ini :

1. Gambar denah fondasi dan titik pancang;
2. Gambar kerja dan detail tiang pancang;
3. Spesifikasi alat pancang dan kalibrasi Hammer Diesel.
4. Catatan pemancangan/Kalendering penetrasi.

#### 4.4.4 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pipa Baja

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi tiang pancang baja struktur, Pengawas Pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 4.8 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pipa baja**

##### a. Persiapan

1. Petugas Pengawas (pengawas pekerjaan) harus melakukan pengecekan terhadap kesiapan kerja penyedia jasa
2. Pengawas pekerjaan harus melakukan pengecekan persiapan bahan pipa baja struktur untuk tiang pancang dan persiapan bahan beton untuk pengisi pipa baja tiang pancang

##### b. Perakitan Pipa Baja Struktur

###### 1. Perakitan

Perakitan dan penyambungan pipa baja untuk tiang pancang sebaiknya dilakukan dilapangan

###### 2. Penyambungan Tiang Pancang

Penyambungan tiang pancang baja harus dilakukan dengan pengelasan. Pengelasan harus dikerjakan sedemikian rupa hingga kekuatan penampang baja semula dapat ditingkatkan. Sambungan harus dirancang dan dilaksanakan dengan cara sedemikian hingga dapat menjaga alinyemen dan posisi yang benar pada ruas-ruas tiang pancang. Bilamana tiang pancang pipa atau kotak akan diisi dengan beton setelah pemancangan, sambungan yang dilas harus kedap air.

Panjang tiang pancang yang disambung/dilas disesuaikan dengan panjang penghantar tiang pancang dan pemandu (*leader*) dari alat pancang untuk menyangga tiang pancang pada saat pemancangan. Penyambungan/pengelasan

yang lebih panjang dilakukan pada saat pemancangan berlangsung dengan posisi tegak lurus atau miring sesuai posisi tiang pancang dalam gambar.

### 3. Pengelasan

Prosedur pengelasan, termasuk keterangan tentang persiapan permukaan-permukaan yang akan disambung harus diserahkan secara tertulis, untuk persetujuan dari Pengawas Pekerjaan sebelum memulai fabrikasi.

Cara menandai setiap pelengkap sementara harus disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan. Setiap goresan pada pelengkap sementara harus diperbaiki sampai diterima oleh pengawas pekerjaan.

Bilamana perbaikan dengan pengelasan diperlukan, maka perbaikan ini harus dilaksanakan atas persetujuan pengawas pekerjaan. Permukaan las yang tampak harus dibersihkan dari residu kerak. Semua percikan pengelasan yang mengenai permukaan harus dibersihkan. Agar dapat memperoleh ketebalan elemen baja yang penuh pada sambungan dengan pengelasan maka harus digunakan pelat penyambung "*run-on*" dan "*run-off*" pada bagian ujung elemen.

### 4. Sambungan Las

Untuk sambungan las, maka setiap penyimpangan yang tidak dikehendaki akibat kesalahan penjajaran bagian-bagian yang akan disambung tidak melampaui 0,15 kali ketebalan pada bagian yang lebih tipis atau 3 mm. Akan tetapi, baik perbedaan ketebalan yang timbul dari toleransi akibat proses rolling maupun kombinasi toleransi akibat proses rolling dan kesalahan penjajaran yang diijinkan di atas, maka penyimpangan yang melampaui 3 mm harus diperhalus dengan suatu kelandaian 1: 4.

### 5. Kepala Tiang Pancang

Sebelum pemancangan, kepala tiang pancang harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya dan topi pemancang (*driving cap*) harus dipasang untuk mempertahankan sumbu tiang pancang segaris dengan sumbu palu. Setelah pemancangan, pelat topi, batang baja atau pantek harus ditambatkan pada pur, atau tiang pancang dengan panjang yang cukup harus ditanamkan ke dalam pur (*pile cap*).

### 6. Sepatu Tiang Pancang

- a). Pada umumnya sepatu tiang pancang tidak diperlukan pada profil H atau profil baja gilas lainnya.
- b). Namun bilamana tiang pancang akan dipancang di tanah keras, maka ujungnya dapat diperkuat dengan menggunakan pelat baja tuang atau dengan mengelaskan pelat atau siku baja untuk menambah ketebalan baja.
- c). Tiang pancang pipa atau kotak dapat juga dipancang tanpa sepatu, tetapi bilamana sepatu tiang diperlukan, maka sepatu tiang ini dapat dikerjakan dengan cara mengelaskan pelat datar atau yang dibentuk sedemikian rupa dari pelat baja dengan mutu yang atau baja fabrikasi.
- d). Sepatu tiang pancang pipa baja dapat dibentuk sedemikian rupa dengan mengiris ujung pipa baja, ditekuk dan dilas sebagaimana mestinya, sehingga

membentuk sepatu tiang pancang yang dikehendaki sesuai gambar.

#### 7. Pemotongan Tiang Pancang Baja

Pemotongan harus dilaksanakan secara akurat, hati-hati dan rapi. Setiap deformasi yang terjadi akibat pemotongan harus diluruskan kembali. Sudut tepi-tepi potongan pada elemen utama yang merupakan tepi bebas setelah selesai dikerjakan, harus dibulatkan dengan suatu radius kira-kira 0,5 mm atau ditumpulkan. Pengisi, pelat penyambung, batang pengikat dan pengaku lateral dapat dibentuk dengan pemotongan cara geser (*shearing*), tetapi setiap bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan harus dibuang. Setiap kerusakan yang terjadi akibat pemotongan harus diperbaiki. Sudut-sudut ini umumnya dibulatkan dengan suatu radius 1,0 mm.

#### 8. Perlindungan Terhadap Korosi

Bilamana korosi pada tiang pancang baja mungkin dapat terjadi, maka panjang atau ruas-ruasnya yang mungkin terkena korosi harus dilindungi dengan pengecatan menggunakan lapisan pelindung yang telah disetujui dan/atau digunakan logam yang lebih tebal bilamana daya korosi dapat diperkirakan dengan akurat dan beralasan. Umumnya seluruh panjang tiang baja yang terekspos, dan setiap panjang yang tertanam dalam tanah yang terganggu di atas muka air terendah, harus dilindungi dari korosi.

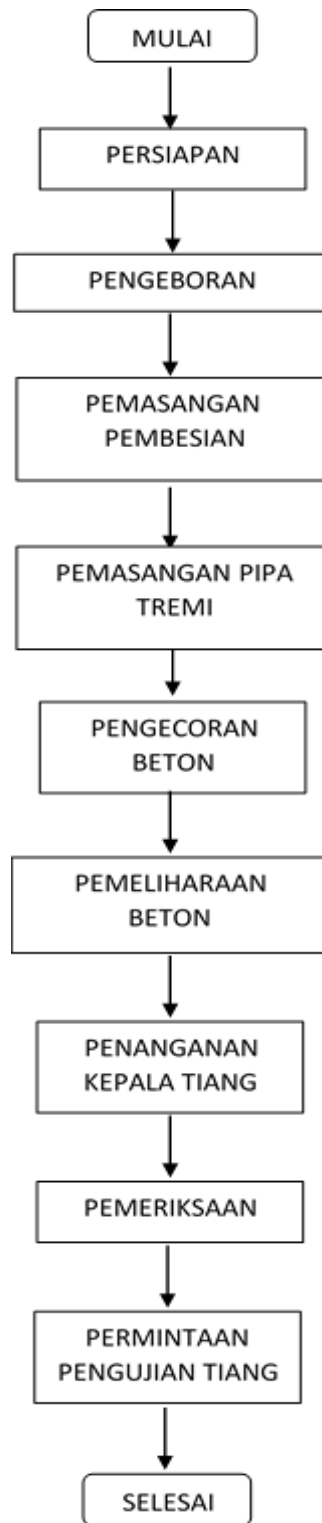
### 4.5 Fondasi Tiang Bor

Fondasi tiang bor adalah jenis fondasi dalam yang mempunyai bentuk seperti tabung memanjang yang terdiri dari campuran beton dengan besi bertulang dengan dimensi diameter tertentu yang dipasang didalam tanah dengan menggunakan metode pengeboran dengan instalasi pemasangan besi setempat serta pengecoran beton setempat.

Panjang tiang fondasi tiang bor harus sampai pada kedalaman dengan tingkat kekerasan daya dukung tanah yang disyaratkan untuk fondasi dasar konstruksi bangunan.

#### 4.5.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor

Dalam mengawasi pekerjaan fondasi tiang pancang baja struktur, pengawas pekerjaan perlu:



Gambar 4.9 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang bor

- a. Persiapan
  1. Pastikan penyedia mengajukan gambar kerja dan metode pelaksanaan untuk pekerjaan pengeboran kepada pengawas pekerjaan.
  2. Periksa persiapan pelaksanaan pekerjaan, meliputi peralatan pengeboran, beton, baja tulangan, *staking out*.
  3. Periksa dan setuju gambar kerja yang diajukan penyedia serta rekomendasikan persetujuan pengawas pekerjaan.
  4. Periksa pengujian *penetrometer* untuk bahan di lapangan yang dilakukan selama penggalian dan pada dasar tiang bor.
- b. Kedalaman tiang bor
  1. Periksa kedalaman lubang-lubang yang dibor sampai kedalaman yang ditunjukkan dalam gambar atau ditentukan berdasarkan pengujian hasil pengeboran.
  2. Periksa diameter case lubang, bila kurang dari setengah diameter yang ditentukan, pekerjaan ditolak.
  3. Pastikan semua lubang ditutup sehingga keutuhan lubang dapat terjamin
  4. Periksa dasar selubung (*casing*) tidak boleh lebih dari 1,5 m dan tidak kurang dari 0,3 m di bawah permukaan beton selama penarikan dan operasi penempatan.
  5. Pastikan sampai kedalaman 3 m dari permukaan beton yang dicor harus digetarkan dengan alat penggetar (*vibrator*).
  6. Pastikan semua lubang bor bersih dari bahan lepas, contohnya sampah kayu.
  7. Pastikan lubang tidak digenangi air atau lakukan pemompaan air keluar jika diperlukan.
  8. Pastikan selubung (*casing*) digetarkan pada saat pencabutan untuk menghindari menempelnya beton pada dinding *casing*.
- c. Penulangan dan Pengecoran
  1. Pastikan pekerjaan pemasangan baja tulangan telah mendapat persetujuan dari pengawas pekerjaan.
  2. Pastikan pekerjaan pengecoran beton telah mendapat persetujuan dari pengawas pekerjaan .
  3. Pastikan beton harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan pada ke panduan teknis pelaksanaan jembatan sub-bab 2.2.9.4.
  4. Periksa apakah cara tremie yang akan digunakan telah disetujui pengawas pekerjaan.
  5. Pastikan lubang dalam keadaan kering dan bersih sebelum pengecoran.
  6. Pastikan beton dicor melalui sebuah corong dengan pipa panjang (*tremie*).
  7. Periksa arah pengaliran sehingga beton tidak menimpa baja tulangan atau sisi-sisi lubang.

8. Pastikan pelaksanaan pengecoran beton sesegera mungkin setelah pengeboran, untuk mengantisipasi kemungkinan adanya longsoran tanah.
  9. Pastikan dasar lubang bersih dari bahan lunak dan bahan lepas, bila pengecoran beton di dalam air atau lumpur.
  10. Pastikan cara tremie harus mencakup sebuah pipa yang diisi dari corong di atasnya.
  11. Pastikan pipa diperpanjang sedikit dibawah permukaan beton baru dalam tiang bor sampai di atas elevasi air/lumpur.
  12. Periksa bila beton mengalir keluar dari dasar pipa, maka corong harus diisi lagi dengan beton sehingga pipa selalu penuh dengan beton baru.
  13. Periksa pipa *tremie*, dimana harus kedap air dan harus berdiameter paling sedikit 15 cm.
  14. Pastikan sebuah sumbat ditempatkan di depan beton yang dimasukkan pertama kali dalam pipa, untuk mencegah tercampurnya beton dengan air.
  15. Pastikan beton yang belum mengeras pada bagian atas *bor pile* tidak tercampur dengan air atau tidak terpengaruh arus air sungai.
  16. Pastikan pekerjaan tiang bor lain tidak menimbulkan kerusakan pada tiang bor yang dibentuk sebelumnya.
- d. Penanganan Kepala Tiang Bor
1. Pastikan tiang bor yang dicor sampai kira-kira 1 m diatas elevasi yang akan dipotong.
  2. Pastikan bagian puncak tiang bor yang dipotong bersih dari material lepas dan sisa bongkaran lainnya.
  3. Pastikan baja tulangan yang tertinggal mempunyai panjang yang cukup untuk pengikatan yang sempurna ke dalam kepala tiang pondasi (*pile cap*) atau struktur di atasnya.
  4. Periksa tiang yang tidak sempurna masih memenuhi batas toleransi yang diijinkan.
- e. Perbaikan
- Tiang bor yang cacat dan yang tidak memenuhi batas toleransi yang diijinkan harus diperbaiki dengan ijin pengawas pekerjaan.
- f. Pengukuran Hasil pekerjaan
1. Periksa pengukuran tiang bor beton cor langsung di tempat, harus merupakan jumlah aktual panjang tiang bor yang telah selesai dibuat dan diterima sebagai suatu struktur, yang diukur dari ujung tiang bor sampai elevasi bagian atas tiang bor yang dipotong, dalam satuan meter panjang.
  2. Periksa pelaksanaan tiang bor beton cor langsung di tempat yang dilaksanakan dibawah air, dimana pengukuran dilakukan dari ujung bor sampai elevasi permukaan air normal.



## 4.6 Pengujian Tiang

### 4.6.1 Umum

Pengujian tiang dibagi menjadi dua bagian yaitu pengujian terhadap daya dukung dan integritas (keutuhan) dari tiang fondasi. Secara garis besar pengujian daya dukung dibagi menjadi metode statis dan dinamis. Pengujian integritas (keutuhan) dari tiang fondasi yang umum dilakukan adalah dengan PIT (*Pile Integrity Test*) dan CSL (*Crosshole Sonic Logging*).

**Tabel 4.1- Jenis pengujian tiang berdasarkan jenis fondasinya**

Pengujian	No	Metode	Arah	Jenis Pengujian		Jenis Tiang
Daya Dukung	1	Statik	Axial	Static Loading Test	1. Metode Beban Mati ( <i>Kentledge</i> )	Tiang Pancang dan Tiang Bor
					2. Metode Tiang Reaksi ( <i>Reaction Pile</i> )	
			Lateral	Lateral Loading Test	3. Metode Kombinasi Beban Mati dan Tiang Reaksi	Tiang Bor
					4. BDLT ( <i>Bidirectional Loading Test</i> )	
2	Dinamik	Axial	PDA Test	-	Tiang Pancang dan Tiang Bor	
Integritas	1	-	-	PIT ( <i>Pile Integrity Test</i> )	-	Tiang Pancang dan Tiang Bor
	2	-	-	CSL ( <i>Crosshole Sonic Logging</i> )	-	Tiang Bor

### 4.6.2 Pengujian Aksial Tiang Dengan Metode Statik

Pengujian aksial tiang dengan metode static terdapat 4 cara yaitu metode beban mati (*Kentledge*), metode tiang reaksi (*Reaction Pile*), metode kombinasi (beban mati dan tiang reaksi) dan metode beban statik dengan cell 2 arah (*Bi-directional Static Load Test*). Pengawasan untuk pengujian aksial tiang dengan metode static adalah:

- Prosedur pembebanan pengujian aksial tiang dilakukan berdasarkan ASTM D1143 / SNI 03-6476-2000.
- Pengujian Dengan Metode Beban Mati (*Kentledge*) dilakukan berdasarkan ASTM D1145 dan SNI 8460-2017. Pengujian dilakukan dengan meletakkan bebab mati pada platform diatas tiang dan dipasan *hydraulic jack* atau *load cell* diantara platform beban mati dan tiang.
- Pengujian dengan metode Tiang Reaksi (*Reaction Pile*) dilakukan berdasarkan acuan ASTM D1143 dan SNI 8460-2017. Pengujian dilakukan dengan memasang kerangka baja pada tanah atau tiang fondasi yang lain, kemudian *hydraulic jack* atau *load cell* dipasangkan diantara kerangka baja dan tiang yang akan diuji.
- Pengujian tiang dengan BDLT (*Bi-directional Loading Test*) mengacu pada ASTM D8169 / D8169M – 18.
- Pengecekan kesiapan alat yang akan digunakan dan kalibrasinya. Macam-macam alat untuk pengujian bebab aksial tiang bisa dilihat di buku Panduan Teknik Pelaksanaan Jembatan Bab 3.8.2 .
- Pengujian tiang dilakukan setelah tiang selesai dipancang selama 3-30 hari
- Pastikan umur beton yang cukup untuk melakukan pengujian tian (untuk tiang beton *cast in-place*)
- Panjang tiang yang menonjol di atas tanah tidak boleh lebih dari 1 m, untuk menghindari terjadinya tekuk pada tiang pada saat pengujian tiang

- i. Bila pembebanan menggunakan *hydraulic jack*, maka pastikan posisi *hydraulic jack* terlindungi dari sinar matahari untuk mencegah pemuaiian pada *pile jack* yang tidak konstannya pembebanan
- j. Prosedur *Quick Test* yaitu Pembebanan yang dilakukan dengan memberikan kenaikan beban 5 % dari beban rencana ultimit. Lakukan penambahan beban dengan kontinyu hingga beban rencana ultimit, durasi pembebanan antara 4-15 menit. Pembacaan dilakukan setelah pembebanan diberikan pada tiang
- k. Prosedur *Maintained Test* (opsional) yaitu pengujian dilakukan dengan memberi beban maksimum yang dijaga hingga 200 % dari beban rencana untuk test tiang tunggal dan 150 % untuk grup tiang, lakukan penambahan beban sebesar 25% dari beban rencana. Jaga setiap penambahan beban hingga pergerakan aksial tidak lebih dari 0.25 mm per jam. Setelah beban maksimum telah tercapai dan waktu pengujian secara keseluruhan mencapai 12 jam, mulai lakukan *unloading* ketika pergerakan aksial terukur selama jangka waktu 1 jam tidak melebihi 0.25 mm, jika tidak beban maksimum tetap diberikan pada tiang hingga 24 jam. Jika terjadi keruntuhan selama pembebanan, *maintain* beban runtuh tersebut atau beban maksimum yang mungkin dilakukan, hingga total pergerakan aksial sama dengan 15% dari diameter tiang atau lebarnya. Setelah dilakukan penambahan beban final, kurangi beban dengan pengurangan 25% dari beban maksimum dengan jarak waktu 1 jam setiap pengurangan.
- l. Prosedur pengujian pembebanan siklis (opsional), secara umum *increment* pemberian beban pada pembebanan siklis ini adalah sama dengan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Setelah beban yang diberikan sama dengan 50, 100, dan 150% dari beban desain, biarkan masing-masing beban tersebut untuk 1 jam dan angkat kembali beban dengan pengurangan yang sama besarnya dengan pada saat *increment* pemberian beban. Biarkan beban untuk selama 20 menit untuk tiap tahap pengurangannya.

Prosedur pembebanan siklis, *loading-unloading*

- Siklus 1: 0% 25% 50% 25% 0%
- Siklus 2: 0% 50% 75% 100% 75% 50% 0%
- Siklus 3: 0% 50% 100% 125% 150% 125% 100% 50% 0%
- Siklus 4: 0% 50% 100% 150% 175% 200% 150% 100% 50%

Setelah beban yang diberikan diangkat semua untuk tiap tahapnya, berikan kembali beban dengan *increment* sebesar 50% dari beban desain sampai dengan sebesar tahap sebelum diangkat. Jarak antar *increment* tersebut adalah selama 20 menit. Kemudian beban tambahan untuk tahap berikutnya diberikan sesuai dengan prosedur yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Setelah beban total yang disyaratkan telah diberikan, tahan dan angkat beban tersebut seperti yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya.

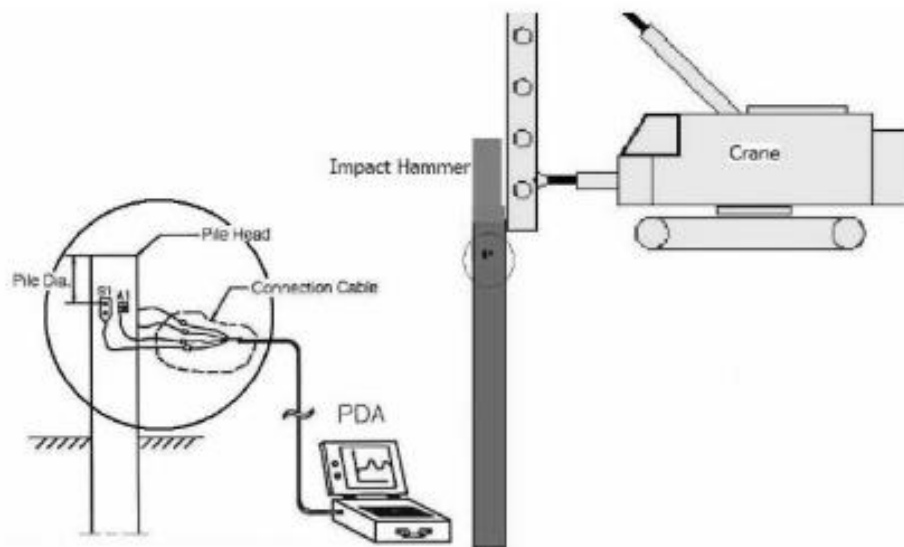
- m. Pastikan semua prosedur pengujian tiang dilakkan dengan rencana

### 4.6.3 Pengujian Aksial Tiang Metode Dinamik Dengan PDA Test

PDA Test termasuk salah satu jenis pengujian dinamik dengan menggunakan metoda wave analysis dan sering disebut dengan re-strike test sesuai dengan sifat pengujiannya yang melakukan re-strike atau pemukulan ulang Fondasi tiang yang diuji.

Analisa data PDA dilakukan dengan prosedur *Case Method*, yang meliputi pengukuran data kecepatan (*velocity*) dan gaya (*force*) selama pelaksanaan pengujian (*re-strike*) dan perhitungan variabel dinamik secara *real time* untuk mendapatkan gambaran tentang daya dukung Fondasi tiang tunggal. Dari PDA Test dengan menggunakan "*Case Method*" kita akan dapat mengetahui :

1. Daya dukung fondasi tiang tunggal
2. Integritas atau keutuhan tiang dan sambungan
3. Efisiensi dari transfer energi pukulan hammer/alat pancang



**Gambar 4.10 - Contoh pengecekan tiang menggunakan PDA test**

Pengawasan Pelaksanaan Pengujian Tiang dengan PDA Test

- a. Pembebanan pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM D 4945-08 "*Standart Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundation*".
- b. Pastikan semua peralatan yang akan digunakan sudah sesuai dengan rencana dan kalibrasinya. Peralatan yang digunakan untuk pengujian tiang bis dilihat di Panduan Teknik Pelaksanaan Jembatan Bab 4.8.4.
- c. Pastikan keiapan lahan dan tiang uji serta penggalian tanah permukaan sekeliling kepala tiang sejajar dengan permukaan tanah.
- d. Pastikan adanya pengeboran lubang kecil pada tiang untuk pemasangan kabel.
- e. *Strain transducer* harus dipasang pada garis netral dan akselerometer pada lokasi berlawanan secara diametral. Jarak pemasangan instrument minimal 1.5 D (diameter) atau 1.5 B (lebar) dari ujung kepala tiang.
- f. Pile Driving Hammer, dan posisikan palu agar tegak lurus terhadap garis *strain transducer*.
- g. Pengujian dilakukan dengan mengangkat palu setinggi 1.5 – 2 m atau sesuai dengan kebutuhan desain.

#### 4.6.4 Pengujian Daya Dukung Lateral Tiang

- a. Pengujian lateral tiang dilakukan dengan beban rencana dari perencana dengan *sistem maintained load* atau siklus pembebanan yang sesuai dengan peraturan ASTM D3966 - D3966M - 07 (2013) e1 dan SNI Geoteknik 8460 - 2017.
- b. Pastikan semua peralatan yang akan digunakan sudah sesuai dengan rencana dan kalibrasinya. Peralatan yang digunakan untuk pengujian tiang bisa dilihat di Buku Panduan Teknik Pelaksanaan Jembatan Bab 4.8.5
- c. Pastikan tiang uji dan lahan serta metode pembebanan telah ditentukan
- d. Jika menggunakan metode *weighted platforms / deadman* maka dipersiapkan beban penahan yang akan digunakan, beban haruslah lebih besar minimal tiga kali lebih besar dari beban uji
- e. Jika metode *reaction pile* yang digunakan maka harus diperhitungkan jarak antara ke dua buah tiang untuk mempersiapkan *transfer beam* serta jumlah plat untuk mengakomodir jarak tersebut
- f. Jika *cut of level* berada dibawah elevasi tanah eksisting, maka dilakukan penggalian sampai elevasi *cut of level* benda uji
- g. Pastikan peralatan harus rata serta sejajar dengan sumbu tiang uji
- h. baiknya area pengujian di tutup agar pengujian dapat dilakukan tanpa terganggu
- i. Dipastikan tidak ada pekerjaan lain di area pengujian dan sekitarnya yang dapat mengganggu ke-akuratan pengukuran instrument
- j. Pastikan sebelum pengujian dimulai, dilakukan pengetesan pada alat uji (*dial gauges*) dengan memberikan beban kurang lebih sebesar 5% dari beban uji untuk melihat apakah dial gauges yang dipasang berfungsi dengan baik
- k. .Pastikan seluruh pelaksanaan pengujian sesuai dengan acuan yang berlaku.

#### 4.6.5 Pengujian Integritas Tiang Fondasi

##### 4.6.5.1 PIT (*Piled Integrity Test*)

PIT adalah pengujian integritas tiang dengan cara memberikan gelombang impak regangan rendah pada kepala tiang dan kemudian memonitor respon gelombang tersebut di kepala tiang. Prinsip pengujian PIT menggunakan teori gelombang 1-D *CASE*. Pengujian PIT saat ini hanya dapat dilakukan pada tiang beton saja, karena adanya limitasi ratio diameter terhadap panjang tiang dan dilaksanakan merujuk pada ASTM D5882-07.

- a. Alat Uji PIT
  1. Palu genggam yang terbuat dari bahan khusus
  2. Sebuah akselerometer yang berpresisi tinggi yang dihubungkan dengan komputer yang dilengkapi dengan penyesuai, penguat dan pen-digitasi-an sinyal
- b. Pelaksanaan Uji PIT

Pengujian ini dilakukan pada saat tiang belum dihubungkan dengan struktur di atasnya, berikut prosedur pengujian uji integritas tiang PIT :

  1. Langkah awal adalah menghaluskan permukaan tiang yang akan diuji pada bagian dimana akselerometer akan ditempatkan dan dimana pukulan palu dilakukan.

2. Kemudian akselerometer dipasang/dilekatkan pada permukaan tiang dan pukulan palu dilakukan. Pemukulan ini menimbulkan gelombang tekan atau gelombang akustik beregangangan kecil (*low strain stress wave*). Rambatan gelombang tekan ini dibatasi oleh material tiang dan keadaan disekelilingnya (dalam hal ini tanah).
3. Jika kedua media tersebut mempunyai karakteristik akustik yang sama maka gelombang yang timbul akan terpecah ke segala arah dan tidak akan menimbulkan rambatan gelombang bidang/satu dimensi yang berarti. Untungnya material tiang dan tanah pada umumnya mempunyai sifat akustik yang sangat berbeda. Akselerasi gelombang tekan yang ditangkap oleh akselerometer diteruskan ke komputer yang akan mengintegrasikan akselerasi terhadap waktu untuk memperoleh sinyal kecepatan gelombang tekan.
4. Hasil dari uji ini berupa grafik gelombang tekan terhadap waktu (*time domain*). Dengan memasukkan kecepatan gelombang tekan dan mengalikannya dengan waktu rambat akan diperoleh kedalaman / panjang tiang, sehingga hasil uji PIT berupa grafik kecepatan terhadap panjang/kedalaman tiang yang seketika itu juga ditampilkan di monitor komputer. Pengujian pada satu tiang dilakukan beberapa kali pemukulan sampai diperoleh grafik hasil uji yang konsisten.

Pada pelaksanaan pengujian fondasi, ahli geoteknik harus hadir dalam pelaksanaan pengujian dan menandatangani laporan hasil pengujian fondasi.

#### **4.6.5.2 CSL (*Piled Integrity Test*)**

*Crosshole Sonic Logging* (CSL) merupakan suatu teknik yang paling akurat untuk menilai integritas suatu Fondasi bangunan yang terbuat dari beton. Biasanya, metode *Crosshole Sonic Logging* atau *CSL Test* ini digunakan untuk menentukan kualitas suatu tempat untuk dijadikan poros pengeboran (*drilled shafts*). Dengan teknik CSL ini maka kondisi beton Fondasi apakah mengalami cacat (penggumpalan tanah, void, dll) atau tidak.

Metode *Crosshole Sonic Logging* dapat mendeteksi luas, sifat, kedalaman, dan lokasi lateral yang mengalami cacat. Metode ini biasanya dilakukan menggunakan tabung akses (tabung PVC atau baja) 1,5 inci. Tabung ini dipasang dengan cara diikat pada rebar cage, kemudian dimasukan ke dalam shaft pada saat konstruksi.

Tabung ini diisi dengan air yang berfungsi sebagai media perantara, kemudian sensor yang berupa transmitter dan receiver diturunkan. Ketinggian kedua sensor ini harus sama agar hasil pengukuran yang didapat bisa sesuai.

Prinsip kerja dari CSL test itu sendiri yaitu menggunakan gelombang sonic dengan komponen 1 jenis transmitter dan 1 *receiver* yang nantinya ditarik secara bersamaan pada jarak yang sama. Satu hal yang harus diperhatikan, lubang untuk *transmitter* dan *receiver* harus di *flushing* dengan benar sehingga tidak terjadi penyumbatan. Sensor *transmitter* dan *receiver* ini memberikan hasil semua pengukuran ke data *logger* (komputer).

Semua prosedur diatas dilakukan berulang-ulang secara berkala, kemudian hasil pengukuran dipetakan. Hasil yang didapatkan dari tabung akses tersebut berupa data grafik yang nantinya bisa dianalisa untuk mengetahui kondisi dan struktur beton fondasi.

## 4.7 K3 Fondasi

### 4.7.1 K3 Fondasi Dangkal

- a. Pekerjaan Persiapan
  1. Pemeriksaan lapangan
    - a). Pemakaian peralatan perlindungan kerja standar seperti helm, sepatu, kaca mata, masker dan sarung tangan.
  2. Mobilisasi dan demobilisasi
    - a). Menyediakan kantor lapangan dan tempat tinggal pekerja yang memenuhi syarat,
    - b). Menyediakan lahan, gudang dan bengkel yang memenuhi syarat,
    - c). Pelaksanaan pembongkaran bangunan, instalasi serta pembersihan tempat kerja dan pengembalian kondisi harus memenuhi syarat.
  3. Kantor lapangan dan fasilitasnya
    - a). Bangunan untuk kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terbebas dari polusi yang dihasilkan oleh kegiatan pelaksanaan,
    - b). Bangunan kantor dan fasilitas lainnya harus dibuat dengan kekuatan struktural yang memenuhi syarat,
    - c). Bangunan kantor dan fasilitas harus dibuat pada elevasi yang lebih tinggi dari daerah sekitarnya, diberi pagar keliling, dilengkapi dengan jalan masuk dari kerikil serta tempat parkir
  4. Fasilitas dan pelayanan pengujian logistik
    - a). Harus tersedia pemadam kebakaran dan kebutuhan P3K yang memadai diseluruh barak, kantor, gudang dan bengkel,
    - b). Bahan dan peralatan yang digunakan harus memenuhi syarat,
    - c). Pengangkutan bahan harus sesuai dengan beban lalu lintas pada jalan yang akan dilewati,
    - d). Bahan dan material berbahaya harus disimpan tersendiri dan terlindung dengan baik,
    - e). Pembuangan bahan atau material harus pada tempat yang telah ditetapkan, aman dan tidak mengganggu lalu lintas.
- b. Pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 2-4 meter
  1. Pengukuran dan pematokan
    - a). Harus menggunakan perlengkapan kerja yang standar,
    - b). Pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan meteran yang sesuai dengan standar,
    - c). Pengaturan lalu lintas harus sesuai dengan standar,
    - d). Alat dan cara menggunakan harus benar sesuai dengan standar,

- e). Pemasangan patok harus benar dan sesuai dengan syarat.
2. Penggalian
    - a). Jarak antara penggali harus aman,
    - b). Bila penggalian dilakukan pada cuaca gelap atau malam hari harus menggunakan lampu penerangan yang cukup,
    - c). Penggalian harus dilakukan oleh orang yang ahli dengan metode yang benar,
    - d). Operasional alat berat harus dilakukan sesuai dengan standar.
  3. Pembuangan bahan galian

Pekerjaan pembuangan bahan galian pada pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 2-4 meter mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja, misalnya kecelakaan akibat tumpukan bahan galian yang akan digunakan untuk timbunan.
- c. Pekerjaan Pasangan Batu
1. Pengukuran dan pematokan
    - a). Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan,
    - b). Diusahakan sedemikian rupa agar waktu memasang patok, tangan menggunakan sarung tangan yang sesuai dan menggunakan palu yang proporsional. Jika pemotongan menggunakan gergaji manual atau alat potong otomatis/listrik dilakukan secara hati-hati.
  2. Penggalian
    - a). Sebelum pekerjaan di mulai pada setiap tempat galian pemberi kerja harus melakukan pemeriksaan terlebih dahulu atas segala instalasi di bawah tanah seperti saluran pembuangan, pipa gas, pipa air, dan konduktor listrik, yang dapat menimbulkan bahaya selama waktu pekerjaan,
    - b). Diusahakan agar menjaga jarak antar pekerja jika penggalian menggunakan tenaga manusia dengan alat bantu (cangkul, balincong, dll),
    - c). Diusahakan sedemikian rupa penggalian yang dilakukan di malam hari menggunakan lampu penerangan yang cukup,
    - d). Penggalian pada lereng dan tebing jalan diusahakan agar tetap mempertahankan kemiringan lereng,
    - e). Apabila tanah tidak menjamin tempat berpijak yang aman, harus disediakan konstruksi penyangga yang cukup,
    - f). Apabila orang sedang bekerja pada ketinggian yang berbeda, sarana yang cukup seperti papan lantai harus disediakan untuk mencegah orang yang ada dibawahnya tertimpa alat atau benda yang terjatuh dari atas,
    - g). *Excavator* yang dilengkapi dengan unit untuk panggilan yang dalam harus dirancang sedemikian rupa sehingga gigi pengeruknya tidak dapat mendekati lengannya sampai sejarak 40 cm atau harus dilengkapi dengan

suatu alat penyetop yang dapat dipercaya dapat mencegah kejadian ini. Operator *excavator* harus :

- 1). Sedikitnya berumur 18 tahun,
  - 2). Sudah terbiasa menjalankan dan memelihara mesin yang bersangkutan,
  - h). Untuk maksud pengamanan segera setelah memungkinkan bagian atas sumuran harus dilindungi dengan pagar yang cukup atau pegangan pengaman dan injakan serta pintu masuk,
  - i). Apabila sumuran sedang digali ke dalam lapisan yang mengandung air, harus disediakan suatu sarana untuk menyelamatkan diri.
3. Penyiapan Lantai Kerja
- a). Penyiapan peralatan dan bahan sedekat mungkin dengan lokasi pekerjaan.
  - b). Pemeriksaan terhadap peralatan dan bahan sebelum pelaksanaan pekerjaan,
  - c). Diusahakan sedemikian rupa lantai kerja terbebas dari air, jika perlu dibuat penahan rembesan air dan dipasang perancah atau tangga yang sesuai dan memenuhi faktor keamanan.
4. Pemasangan
- a). Untuk menjaga resiko kecelakaan para pekerja yang melakukan pemasangan batu dilengkapi dengan sarung tangan, helm dan sepatu boot,
  - b). Diusahakan sedemikian rupa menghindari kontak langsung antara tangan/kulit terhadap adukan semen,
  - c). Diusahakan sedemikian rupa menghindari tangan terjepit oleh batu.
5. Penimbunan
- a). Timbunan diusahakan agar tetap kering agar tidak membahayakan lalu lintas maupun pekerja,
  - b). Pelaksanaan timbunan pada tanjakan agar dijaga sedemikian rupa agar tidak membahayakan alat pemadat dengan mesin,
  - c). Penimbunan dengan menggunakan mesin harus dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya,
  - d). Penimbunan menggunakan peralatan manual (cangkul/peralatan sejenisnya) dilakukan dengan hati-hati dan mempunyai jarak yang cukup dengan pekerja lainnya.
- d. Pekerjaan beton
1. Pengukuran dan pematokan
    - a). Pelaksanaan pengukuran dan pematokan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil serta berpengalaman dibidangnya,
    - b). Pekerja harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja yang sesuai (sarung tangan, sepatu boot dan helm) serta memenuhi syarat,



- c). Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personel yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan.
2. Penyiapan
- a). Pekerja harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja yang sesuai dan memenuhi syarat,
  - b). Menutup material dengan plastik sehingga debu tidak beterbangan,
  - c). Menyediakan alat pemadam kebakaran di gudang atau tempat penyimpanan material,
  - d). Mengecek alat *concrete mixer* sebelum digunakan termasuk penguat-penguatnya, dijalankan oleh orang yang ahli dibidangnya,
  - e). Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personel yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera disemua tempat kegiatan.
3. Pemasangan bekisting
- a). Pemasangan bekisting harus dilakukan oleh pekerja terampil yang telah berpengalaman dibidangnya, pemasangan bekisting di daerah galian harus memperhatikan ketentuan- ketentuan berikut ini :
    - 1). Memakai pakaian dan perlengkapan kerja terutama helm yang sesuai dengan standar,
    - 2). Dinding galian harus diberi penahan dinding secukupnya
    - 3). Pada daerah pemasangan bekisting harus diberi penerangan secukupnya,
    - 4). Dilarang menyimpan/menempatkan tanah galian dipinggir pembuatan bekisting, tanah galian harus dibuang pada tempat yang aman yang telah ditentukan,
    - 5). Disediakan jalan keluar untuk menyelamatkan diri bila terjadi bahaya,
    - 6). Dipasang tangga yang sesuai dan memenuhi syarat dari segi kekuatannya,
  - b). Dilarang menempatkan atau menggerakkan beban mesin atau peralatan lainnya dekat pemasangan bekisting/disisi galian yang dapat menyebabkan runtuhnya sisi galian dan membahayakan setiap orang di dalamnya,
  - c). Paku-paku yang menonjol keluar perlu dibenamkan atau dibengkokan.
4. Penulangan
- a). Pelaksanaan penulangan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil dan berpengalaman dibidangnya, dilengkapi dengan helm, sarung tangan, sepatu boot yang sesuai dan memenuhi syarat seta memperhatikan ketentuan-ketentuan berikut :
    - 1). Sisa-sisa besi/kawat baja ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya,

- 2). Besi tulangan yang menjorok ke luar dari lantai atau dinding harus diberi pelindung,
  - 3). Bila melakukan penyambungan besi tulangan maka ujungnya menjorok ke luar tidak boleh menimbulkan bahaya,
  - 4). Besi tulangan tidak boleh disimpan pada perancah atau papan acuan yang dapat membahayakan kestabilannya,
- b). Untuk pemasangan tulangan dibawah permukaan tanah/didaerah galian harus diperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini :
- 1). Memakai pakaian dan perlengkapan kerja terutama helm yang sesuai dengan standar,
  - 2). Dinding galian harus diberi penahan dinding secukupnya,
  - 3). Pada daerah pemasangan bekisting harus diberi penerangan secukupnya,
  - 4). Dilarang menyimpan/menempatkan tanah galian dipinggir pembuatan bekisting, tanah galian harus dibuang pada tempat yang aman yang telah ditentukan,
  - 5). Disediakan jalan keluar untuk menyelamatkan diri bila terjadi bahaya,
  - 6). Dipasang tangga yang sesuai dan memenuhi syarat dari segi kekuatannya.
5. Pengecoran
- a). Pelaksanaan pengecoran harus dilakukan oleh tenaga terampil yang berpengalaman dan dalam melaksanakan pekerjaan, harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja sesuai dengan standar,
  - b). Semua gigi, rantai-rantai dan roda pemutar dari pengaduk beton harus dilindungi sedemikian sehingga aman,
  - c). Penyangga pengaduk beton harus dilindungi oleh pagar pengaman untuk mencegah para pekerja lewat di bawahnya ketika alat yang bersangkutan sedang diangkat,
  - d). Operator *mixer* beton tidak diperkenankan menurunkan penyangga sebelum semua pekerja berada di tempat yang aman,
  - e). Pada waktu membersihkan tabung pengaduk, tindakan-tindakan pengamanan harus diambil untuk melindungi para pekerja di dalamnya, misalnya dengan mengunci tombol dalam posisi terbuka melepaskan sikring-sikring atau dengan cara mematikan sumber tenaga,
  - f). Ketika beton sedang dituang dari bak muatan, pekerja harus berada pada jarak yang aman terhadap setiap percikan beton,
  - g). Pelaksanaan pencampuran aggregate, semen dan air harus tidak menimbulkan debu yang beterbangan, pekerja harus menggunakan masker pernapasan,

- h). Pekerja yang menggunakan *vibrator* listrik harus ahli dan berpengalaman di bidangnya,
- i). Pipa-pipa penyalur ke alat *vibrator* harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - 1). Hubungan pipa harus diikat dengan rantai pengaman atau cara lain yang efektif,
  - 2). Mulut pipa pengeluaran harus terikat kuat sehingga dapat mencegah gerakan bergeser,
- j). Bila menggunakan vibrator listrik, maka :
  - 1). Dihubungkan ke tanah (*earthed*),
  - 2). Bagian-bagian yang penting harus cukup diberi isolasi,
  - 3). Arus listrik harus dimatikan bila sedang tidak digunakan,
  - 4). Diusahakan sedemikian rupa bila beton mulai mengeras maka harus dilindungi terhadap arus air yang mengalirkan bahan-bahan kimia, dan getaran begitu juga terhadap pekerja,
  - 5). Diusahakan sedemikian rupa tidak boleh meletakkan beban di atas beton yang sedang mengeras,
- k). Bahan-bahan kering dari beton harus dicampur pada ruang yang tertutup :
  - 1). Debu harus tersalur/terbuang ke luar,
  - 2). Bila debu tidak dapat terbuang, maka para pekerja harus menggunakan alat pernapasan,
- l). Selama pengecoran papan acuan dan penumpunya harus dicegah terhadap kerusakan,
- m). Pengoperasian alat pengaduk, penggetar dan water tanker harus dilakukan oleh orang yang ahli dan berpengalaman dan harus selalu dijaga agar tidak ada orang luar maupun pekerja lain yang tidak berkepentingan berada di tempat pengecoran beton,
- n). Membatasi daerah pekerjaan pengecoran dengan pagar atau rambu yang informatif,
- o). Menyiapkan penerangan apabila harus bekerja pada malam hari,
- p). Lantai kerja sementara yang menahan pipa pemompa beton harus kuat untuk menumpu pipa yang sedang berisi dan mempunyai faktor pengaman sedikitnya 4.

## 4.7.2 K3 Fondasi Sumuran

### a. Penurunan Fondasi Sumuran

#### 1. Pengukuran dan pematokan

- a). Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan.
- b). Diusahakan sedemikian rupa agar waktu memasang patok, tangan menggunakan sarung tangan yang sesuai dan menggunakan palu yang proporsional. Jika pemotongan menggunakan gergaji manual atau alat potong otomatis/listrik dilakukan secara hati-hati.

#### 2. Penggalian

- a). Sebelum pekerjaan di mulai pada setiap tempat galian pemberi kerja harus melakukan pemeriksaan terlebih dahulu atas segala instalasi di bawah tanah seperti saluran pem- buangan, pipa gas, pipa air, dan konduktor listrik, yang dapat menimbulkan bahaya selama waktu pekerjaan.
- b). Diusahakan agar menjaga jarak antar pekerja jika penggalian menggunakan tenaga manusia dengan alat bantu (cangkul, balincong, dll).
- c). Diusahakan sedemikian rupa penggalian yang dilakukan dimalam hari menggunakan lampu penerangan yang cukup.
- d). Penggalian pada lereng dan tebing jalan diusahakan agar tetap mempertahankan kemiringan lereng.
- e). Apabila tanah tidak menjamin tempat berpijak yang aman, harus disediakan konstruksi penyangga yang cukup.
- f). Apabila orang sedang bekerja pada ketinggian yang berbeda, sarana yang cukup seperti papan lantai harus disediakan untuk mencegah orang yang ada dibawahnya tertimpa alat atau benda yang terjatuh dari atas.
- g). *Excavator* yang dilengkapi dengan unit untuk panggilan yang dalam harus dirancang sedemikian rupa sehingga gigi pengeruknya tidak dapat mendekati lengannya sampai sejarak 40 cm atau harus dilengkapi dengan suatu alat penyetop yang dapat dipercaya dapat mencegah kejadian ini. Operator *excavator* harus :
  - 1). Minimal berumur 18 tahun.
  - 2). Sudah terbiasa menjalankan dan memelihara mesin yang bersangkutan.
- h). Untuk maksud pengamanan segera setelah memungkinkan bagian atas sumuran harus dilindungi dengan pagar yang cukup atau pegangan pengaman dan injakan serta pintu masuk.
- i). Apabila sumuran sedang digali ke dalam lapisan yang mengandung air, harus disediakan suatu sarana untuk menyelamatkan diri.

3. Pemompaan
  - a). Kabel-kabel yang mengalirkan listrik diberi perlindungan secukupnya. Apabila ada sambungan kabel diberi isolasi yang cukup aman.
  - b). Para pekerja dilengkapi dengan sepatu boot/karet, sarung tangan, helm yang sesuai.
  - c). Jika perlu dilakukan pembuatan dinding penahan rembesan.
  - d). Lakukan penyumbatan dan pemompaan agar air dapat keluar dari lokasi pemasangan gabion.
  - e). Pada saat pemompaan dilakukan sebagai langkah dewatering, pengaliran air hasil pemompaan diusahakan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan resiko bahaya kecelakaan.
4. Penyiapan Lantai Kerja
  - a). Penyiapan peralatan dan bahan sedekat mungkin dengan lokasi pekerjaan. Pemeriksaan terhadap peralatan dan bahan sebelum pelaksanaan pekerjaan,
  - b). Diusahakan sedemikian rupa lantai kerja terbebas dari air, Jika perlu dibuat penahan rembesan air dan dipasang perancah atau tangga yang sesuai dan memenuhi faktor keamanan.
5. Penurunan Dinding Sumuran
  - a). Diusahakan sedemikian rupa penurunan dinding sumuran dilaksanakan dengan tepat dan telah mengecek kondisi tanah, dan dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya,
  - b). Untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan alat penurunan dinding sumuran/kerekan terlebih dahulu di periksa baik itu tali/ takel ataupun perlengkapan lainnya.
6. Penimbunan
  - a). Timbunan diusahakan agar tetap kering agar tidak membahayakan lalu lintas maupun pekerja,
  - b). Pelaksanaan timbunan pada tanjakan agar dijaga sedemikian rupa agar tidak membahayakan alat pemadat dengan mesin,
  - c). Penimbunan dengan menggunakan mesin harus dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya,
  - d). Penimbunan menggunakan peralatan manual (cangkul/peralatan sejenisnya) dilakukan dengan hati-hati dan mempunyai jarak yang cukup dengan pekerja lainnya.

### 4.7.3 K3 Fondasi Dalam

- a. Pekerjaan Pemancangan Fondasi Tiang
  1. Pengukuran, pemotongan dan pematokan
    - a). Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan,
    - b). Pelaksanaan pengukuran, pemotongan dan pematokan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil dan berpengalaman.
  2. Pemancangan
    - a). Para pekerja harus diberi sumbat telinga,
    - b). Diusahakan sedemikian rupa peruncingan bagian bawah dilakukan dengan hati-hati dan para pekerja menggunakan sarung tangan,
    - c). Pemancangan harus dipancang secara simetris untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan,
    - d). Pemancangan mengikuti prosedur yang berlaku.

## 5. Contents

4. FONDASI .....	4-1
4.1 Umum.....	4-1
4.2 Fondasi Dangkal.....	4-1
4.2.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Pasangan Batu .....	4-1
4.2.2 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Beton.....	4-6
4.2.3 Pengendalian Mutu Pekerjaan Fondasi Dangkal .....	4-8
4.3 Fondasi Sumuran.....	4-8
4.3.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Sumuran .....	4-9
4.3.2 Pengawasan Mutu Pekerjaan Fondasi Sumuran.....	4-11
4.4 Fondasi Tiang Pancang .....	4-12
4.4.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Beton.....	4-12
4.4.2 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pancang Kayu .....	4-16
4.4.3 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Baja Struktur.....	4-18
4.4.4 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Pipa Baja.....	4-23
4.5 Fondasi Tiang Bor.....	4-25
4.5.1 Pengawasan Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor .....	4-26
4.6 Pengujian Tiang.....	4-29
4.6.1 Umum.....	4-29
4.6.2 Pengujian Aksial Tiang Dengan Metode Statik.....	4-29
4.6.3 Pengujian Aksial Tiang Metode Dinamik Dengan PDA Test .....	4-30
4.6.4 Pengujian Daya Dukung Lateral Tiang.....	4-32
4.6.5 Pengujian Integritas Tiang Fondasi.....	4-32
4.7 K3 Fondasi .....	4-34
4.7.1 K3 Fondasi Dangkal.....	4-34
4.7.2 K3 Fondasi Sumuran.....	4-40
4.7.3 K3 Fondasi Dalam.....	4-42
<b>Gambar 4.1- Bagan alir pelaksanaan fondasi pasangan batu .....</b>	<b>4-2</b>
<b>Gambar 4.2 - Bagan alir pelaksanaan fondasi beton.....</b>	<b>4-6</b>
<b>Gambar 4.3 - Jenis fondasi sumuran .....</b>	<b>4-8</b>
<b>Gambar 4.4 - Bagan alir pelaksanaan fondasi sumuran.....</b>	<b>4-9</b>
<b>Gambar 4.5 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang beton.....</b>	<b>4-12</b>
<b>Gambar 4.6 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pancang kayu .....</b>	<b>4-16</b>
<b>Gambar 4.7 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang baja struktur .....</b>	<b>4-18</b>
<b>Gambar 4.8 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang pipa baja .....</b>	<b>4-23</b>
<b>Gambar 4.9 - Bagan alir pelaksanaan fondasi tiang bor.....</b>	<b>4-26</b>
<b>Gambar 4.10 - Contoh pengecekan tiang menggunakan PDA test .....</b>	<b>4-31</b>

**Tabel 4.1- Jenis pengujian tiang berdasarkan jenis fondasinya ..... 4-29**



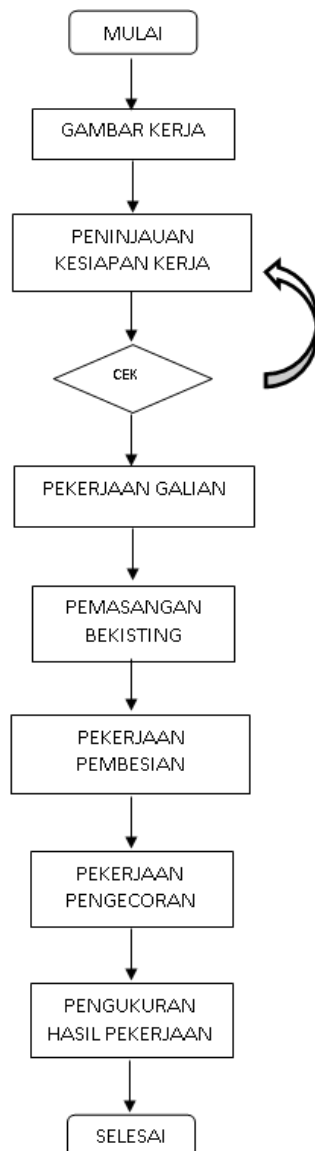
## 5 BANGUNAN BAWAH

### 5.1 Umum

Bangunan bawah jembatan merupakan bangunan yang berfungsi sebagai penerima/memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas kemudian disalurkan ke fondasi. Pengawasan pekerjaan bangunan bawah akan mencakup pengawasan terhadap pelaksanaan pilar jembatan, dan juga pengawasan pelaksanaan abutmen jembatan.

### 5.2 Pengawasan Pekerjaan Kepala Jembatan

Dalam mengawasi pekerjaan kepala jembatan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 5.1 - Bagan Alir Pelaksanaan Kepala Jembatan

- a. Pengawasan pekerjaan persiapan
  1. Periksa pekerjaan pengukuran untuk abutmen atau kepala jembatan
  2. Periksa pemasangan *bowplank*, sudah sesuai dengan gambar rencana
  3. Periksa kesiapan alat yang akan digunakan
  4. Periksa kesiapan bahan yang akan digunakan pada pekerjaan pelaksanaan kepala jembatan.
  5. Cek pekerjaan galian, material hasil galian harus ditempatkan disamping galian untuk timbunan kembali dengan jarak yang aman agar tidak terjadi longsor kedalam lubang galian.
  6. Cek pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, *truck* pengangkut material galian harus ditutupi terpal
  7. Periksa pembuatan lantai kerja (pasir urugan dan atau *lean concrete*) ketebalan 3-5 cm.
- b. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi
  1. Penyedia bertanggung jawab mendatangkan (mobilisasi) alat alat berat dan mengembalikannya kembali (demobilisasi)
  2. Pemberitahuan dan permintaan persetujuan terhadap jenis / kapasitas *excavator* yang akan digunakan kepada konsultan pengawas lapangan oleh kontraktor
  3. Sebelum dilakukan mobilisasi, penyedia harus memberitahukan dan meminta persetujuan terhadap jenis/kapasitas *excavator* yang akan digunakan kepada pengawas pekerjaan.
  4. Segala resiko yang diakibatkan oleh pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi menjadi tanggung jawab penyedia jasa.
  5. Cek pengadaan sarana yang mendukung, seperti peralatan, bahan, tenaga kerja, tempat pemondokan/*base camp* pegawai, dan penjadwalan.
- c. Pekerjaan Galian
  1. Cek lebar dan kedalaman galian sesuai dengan gambar rencana
  2. Dinding galian dibuat lebih landai
  3. Pembuangan sisa tanah hasil galian dapat dibuang di tempat yang sudah ditentukan
  4. Cek posisi, lebar, kedalaman, dan kerapiannya sesuai dengan gambar rencana.
  5. Tonjolan batu yang runcing pada permukaan yang terekspos tidak boleh tertinggal
  6. Semua pecahan batu berdiameter lebih dari 15 cm yang tertinggal harus dibuang
- d. Pengawasan pekerjaan pemasangan bekisting (*formwork*)
  1. Sambungan antar bekisting harus lurus
  2. Bekisting harus kedap air
  3. Periksa *formwork* sudah kuat sesuai dengan gambar rencana
  4. Periksa pemasangan acuan, pemasangan *bracing* yang sudah sesuai dengan gambar rencana.
  5. Pastikan bahwa acuan kuat, tapi juga mudah untuk dilepas pada saat setelah pengecoran selesai.

- e. Pengawasan pekerjaan pembesian
  - 1. Periksa gambar rencana kerja untuk penulangan, termasuk rencana pemotongan, pembengkokkan, sambungan, penghenian, dan lain-lain.
  - 2. Periksa pembengkokkan dan pemotongan tulangan harus dilakukan sesuai dengan gambar rencana
  - 3. Cek dimensi pembengkokkan dan pemotongan tulangan sesuai dengan yang diizinkan
  - 4. Periksa pemasangan dan sambungan pada tulangan sesuai dengan gambar rencana
  - 5. Periksa seluruh tulangan, diameter, jarak, sebelum melakukan pengecoran
  - 6. Cek apakah ada sisa-sisa kotoran kawat, tulangan yang berkarat harus segera diganti.
  - 7. Setelah tulangan terpasang, pastikan baja tulangan tersebut diberi penyangga sementara berupa besi tulangan agar posisinya tetap tegak
- f. Pengawasan pekerjaan pengecoran
  - 1. Area yang akan di cor harus sudah mendapat persetujuan dari pengguna jasa dan pengawas pekerjaan
  - 2. Periksa kembali pekerjaan pembesian antara lain, jumlah, dimensi dan posisinya.
  - 3. Periksa kebersihan lahan yang akan di cor tidak boleh ada material yang tertinggal disana.
  - 4. Sebelum pengecoran dimulai, bekisting harus dibasahi air atau diolesi minyak.
  - 5. Pengecoran beton ke dalam cetakan sampai selesai harus dalam waktu maksimum 1 jam setelah pencampuran
  - 6. Tinggi jatuh bebas beton ke dalam cetakan tidak boleh lebih dari 150 cm
  - 7. Pastikan penggunaan vibrator pada saat pengecoran dilaksanakan. Pelaksanaan vibrator yang benar bisa dilihat pada buku Panduan Teknis Pelaksanaan Jembatan Bab 2 tentang pengecoran.
- g. Perbaikan komponen yang tidak memenuhi mutu
  - 1. Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi kriteria yang disyaratkan, atau yang tidak memiliki permukaan akhir yang memenuhi ketentuan, atau yang tidak memenuhi sifat-sifat campuran yang disyaratkan, harus mengikuti petunjuk yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan meliputi:
    - a) Perubahan proporsi campuran beton untuk sisa pekerjaan yang belum dikerjakan
    - b) Tambahan perawatan pada bagian struktur yang hasil pengujiannya gagal
    - c) Perkuatan atau pembongkaran menyeluruh dan penggantian bagian pekerjaan yang dipandang tidak memenuhi ketentuan.
  - 2. Bilamana terjadi perbedaan pendapat dalam mutu pekerjaan beton atau adanya keraguan dari data pengujian yang ada, pengawas pekerjaan dapat meminta penyedia jasa melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan adil. Biaya pengujian tambahan haruslah menjadi tanggung jawab penyedia jasa
  - 3. Perbaikan atas pekerjaan beton yang retak atau bergeser yang diakibatkan oleh kelalaian penyedia jasa merupakan tanggung jawab penyedia jasa dan harus

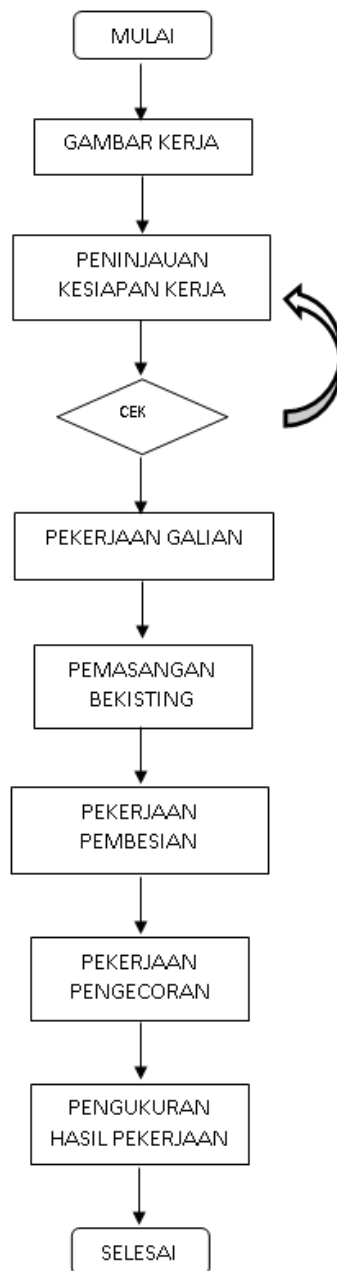
dilakukan dengan biaya sendiri. Penyedia jasa tidak bertanggung jawab atas kerusakan kerusakan yang timbul berasal dari bencana alam yang tidak dapat dihindarkan, asalkan pekerjaan yang rusak tersebut telah diterima dan dinyatakan oleh pengawas pekerjaan secara tertulis telah selesai

4. Perbaiki atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan dapat mencakup pembongkaran dan penggantian seluruh beton.

### 5.3 Pengawasan Pekerjaan Pilar Jembatan

#### 5.3.1 Pilar Jembatan Pada Kondisi Kering

Dalam mengawasi pekerjaan kepala jembatan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 5.2 - Bagan Alir Pelaksanaan Abutmen Jembatan

a. Pengawasan pekerjaan persiapan

1. Pekerjaan Persiapan

- a) Cek pengajuan kesiapan kerja
- b) Cek lokasi pekerjaan sudah sesuai dengan gambar
- c) Cek pekerjaan pengukuran
- d) Cek pemasangan bowplank
- e) Cek kesiapan alat di lapangan
- f) Cek kesiapan bahan untuk pekerjaan abutmen

2. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi

- a) Penyedia bertanggung jawab Mendatangkan (mobilisasi) alat alat berat dan mengembalikannya kembali (demobilisasi)
- b) Pemberitahuan dan permintaan persetujuan terhadap jenis / kapasitas excavator yang akan digunakan kepada konsultan pengawas lapangan oleh kontraktor
- c) Sebelum dilakukan mobilisasi, penyedia harus memberitahukan dan meminta persetujuan terhadap jenis/kapasitas excavator yang akan digunakan kepada pengawas pekerjaan.
- d) Segala resiko yang diakibatkan oleh pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi menjadi tanggung jawab kontraktor.
- e) Cek pengadaan sarana yang mendukung, seperti peralatan, bahan, tenaga kerja, tempat pemondokan / base camp pegawai, penjadwalan.

3. Pekerjaan Galian

- a) Cek lebar dan kedalaman galian sesuai dengan gambar rencana
- b) Dinding galian dibuat lebih landai
- c) Pembuangan sisa tanah hasil galian dapat dibuang di tempat yang sudah ditentukan
- d) Cek posisi, lebar, kedalaman, dan kerapiannya sesuai dengan gambar rencana.
- e) Tonjolan batu yang runcing pada permukaan yang terekspos tidak boleh tertinggal
- f) Semua pecahan batu berdiameter lebih dari 15 cm yang tertinggal harus dibuang

b. Pengawasan pekerjaan pembesian

1. Pembengkokkan Tulangan

Pembengkokkan harus dilakukan secara perlahan-lahan dengan gerakan yang lambat dan teratur dengan mesin pembengkok (*bar bender*). Ukuran yang ditentukan harus dipenuhi, dengan toleransi tertentu.

Pembengkokkan dilakukan pada meja pembengkok menggunakan kunci besi dari ukuran kecil sampai besar. Kunci besi ada yang perlu ditambah sambungan pipa agar tangan orang menjadi lebih ringan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembengkokkan.

Pembuatan kait pada tulangan dapat berupa kait penuh, kait lurus dari kaitannya. Cermati standar yang dipakai agar pembuatan kait baik bentuk maupun panjang kait tidak menyalahi aturan yang ada.

## 2. Pemotongan Tulangan

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemotongan tulangan meliputi :

- a) Pemotongan berdasarkan daftar Pembengkokkan tulangan.
- b) Rencana pemotongan didasarkan dari panjang tulangan di pasaran yaitu 12 meter.
- c) Pemotongan harus direncanakan dengan baik agar sisa potongan yang terbuang dapat diminimalkan.
- d) Pemotongan bisa dilakukan secara manual maupun dengan mesin bar cutter.

## 3. Pengelasan

Penggunaan pengelasan titik untuk mengencangkan tulangan harus sesedikit mungkin, atau lebih baik dihindari sama sekali. Cara ini harus mendapat persetujuan pengawas pekerjaan terlebih dahulu.

Akan tetapi pengelasan titik seringkali dapat memudahkan pemasangan, misalnya pada prefabrikasi jalinan (*cage*) tulangan yang besar. Dalam hal demikian-jika pengelasan disetujui las harus digunakan pada daerah tegangan rendah dari batang yang jauh dari Pembengkokkan, dan dilakukan oleh operator las yang berkualifikasi, dan sesuai persyaratan ANSI/AWS D1.4 Peraturan Pengelasan Bangunan - Baja Penulangan.

## 4. Penempatan dan Pengikatan

Penulangan harus ditempatkan dan diikat sehingga :

- a) Selimut beton minimum yang disyaratkan, dihasilkan pada semua muka.
- b) Batang tulangan tidak akan tergeser oleh pekerja yang berjalan di atas baja, atau oleh pengecoran beton dan kegiatan pemadatan.
- c) Batang tulangan tidak akan berpindah tempat oleh pengapungan dari pembentuk rongga
- d) Jarak antara (*spacing*) dan posisi batang tulangan dapat dipenuhi.
- e) Kawat pengikat harus berdiameter sekitar 1,6 mm. Biasanya tidak perlu mengikat tiap titik pertemuan penulangan, tiap dua titik pertemuan biasanya sudah cukup. Untuk mendapatkan selimut beton yang benar, pengatur jarak (*spacer*) yang berukuran sesuai atau dudukan batang tulangan (*bar chair*) harus diikat kencang di tempat kawat. Dudukan dapat dibuat dari plastik atau blok beton berkekuatan tinggi dan padat, dipracetak dengan kawat ikatan untuk pengikatan yang kencang. Cara pengikatan harus sedemikian rupa sehingga pada waktu penggetaran, pengatur jarak yang diletakan pada acuan vertikal tidak dapat berputar pada batang di mana pengatur itu diikat. Jenis pengatur jarak bundar dalam keadaan tertentu dapat mencegah terjadinya hal ini.

### c. Pengawasan pekerjaan pengecoran

1. Segera sebelum pengecoran beton dimulai, acuan harus dibasahi dengan air atau diolesi minyak di sisi dalamnya dengan minyak yang tidak meninggalkan bekas.
2. Pemeriksaan acuan, tulangan dan kesiapan lainnya perlu dicek ulang sebelum melakukan pengecoran.
3. Pengecoran beton ke dalam cetakan sampai selesai harus dalam waktu maksimum 1 jam setelah pencampuran, atau dalam waktu yang lebih pendek

sebagaimana berdasarkan pengamatan karakteristik waktu pengerasan (setting time) semen yang digunakan, kecuali digunakan bahan tambahan untuk memperlambat proses pengerasan (retarder).

4. Pengecoran beton harus berkesinambungan tanpa berhenti sampai dengan sambungan pelaksanaan (construction joint) yang telah disetujui sebelumnya atau sampai pekerjaan selesai.
  5. Pengecoran beton ke dalam acuan struktur yang berbentuk rumit dan penulangan yang rapat harus dilaksanakan secara lapis demi lapis dengan tebal yang tidak melampaui 15 cm. Untuk dinding beton, tebal lapis pengecoran dapat sampai 30 cm menerus sepanjang seluruh keliling struktur.
  6. Pengecoran beton ke dalam acuan struktur yang berbentuk rumit dan penulangan yang rapat harus dilaksanakan secara lapis demi lapis dengan tebal yang tidak melampaui 15 cm. Untuk dinding beton, tebal lapis pengecoran dapat sampai 30 cm menerus sepanjang seluruh keliling struktur.
  7. Tinggi jatuh bebas beton ke dalam cetakan tidak boleh lebih dari 150 cm.
- d. Perbaikan komponen yang tidak memenuhi mutu
1. Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi kriteria yang disyaratkan, atau yang tidak memiliki permukaan akhir yang memenuhi ketentuan, atau yang tidak memenuhi sifat-sifat campuran yang disyaratkan, harus mengikuti petunjuk yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan meliputi:
    - a) Perubahan proporsi campuran beton untuk sisa pekerjaan yang belum dikerjakan
    - b) Tambahan perawatan pada bagian struktur yang hasil pengujiannya gagal
    - c) Perkuatan atau pembongkaran menyeluruh dan penggantian bagian pekerjaan yang dipandang tidak memenuhi ketentuan
  2. Bilamana terjadi perbedaan pendapat dalam mutu pekerjaan beton atau adanya keraguan dari data pengujian yang ada, pengawas pekerjaan dapat meminta penyedia jasa melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan adil. Biaya pengujian tambahan haruslah menjadi tanggung jawab penyedia jasa
  3. Perbaikan atas pekerjaan beton yang retak atau bergeser yang diakibatkan oleh kelalaian penyedia jasa merupakan tanggung jawab penyedia jasa dan harus dilakukan dengan biaya sendiri. Penyedia jasa tidak bertanggung jawab atas kerusakan kerusakan yang timbul berasal dari bencana alam yang tidak dapat dihindarkan, asalkan pekerjaan yang rusak tersebut telah diterima dan dinyatakan oleh pengawas pekerjaan secara tertulis telah selesai
  4. Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan dapat mencakup pembongkaran dan penggantian seluruh beton.

### 5.3.2 Pilar Jembatan Pada Kondisi Berair

Pada dasarnya, pekerjaan pilar jembatan pada kondisi berair hampir sama dengan pekerjaan pilar pada kondisi kering, perbedaannya terletak pada pekerjaan *cofferdam* dan pekerjaan galian.

- a. Pekerjaan Persiapan
  1. Cek pengajuan kesiapan kerja
  2. Cek lokasi pekerjaan sudah sesuai dengan gambar

3. Cek pekerjaan pengukuran
  4. Cek pemasangan *bowplank*
  5. Cek kesiapan alat di lapangan
  6. Cek kesiapan bahan untuk pekerjaan pilar
- b. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi
1. Penyedia bertanggung jawab mendatangkan (mobilisasi) alat alat berat dan mengembalikannya kembali (demobilisasi)
  2. Pemberitahuan dan permintaan persetujuan terhadap jenis / kapasitas *excavator* yang akan digunakan kepada konsultan pengawas lapangan oleh kontraktor
  3. Sebelum dilakukan mobilisasi, penyedia harus memberitahukan dan meminta persetujuan terhadap jenis/kapasitas *excavator* yang akan digunakan kepada pengawas pekerjaan.
  4. Segala resiko yang diakibatkan oleh pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi menjadi tanggung jawab kontraktor.
  5. Cek pengadaan sarana yang mendukung, seperti peralatan, bahan, tenaga kerja, tempat pemondokan/*base camp* pegawai, penjadwalan.
- c. Pekerjaan *Cofferdam*
1. Persiapan
    - a) Penyedia Jasa menyerahkan Gambar Kerja, metode pembuatan *cofferdam*.
    - b) Petugas pengawas melakukan pengecekan pengukuran dari *Cofferdam*.
    - c) Penyedia Jasa telah menyediakan tenaga kerja.
    - d) Peralatan yang dibutuhkan telah disiapkan.
  2. Pembuatan *Cofferdam*
    - a) Pemasangan *cofferdam* digunakan bilamana muka air lebih tinggi dari elevasi dasar galian.
    - b) *Cofferdam* memberikan ruang gerak yang cukup.
  3. Perbaikan  
*Cofferdam* yang stabil / kokoh harus diperbaiki.
  4. Pengeringan Air Pada Lokasi Pekerjaan  
Pemompaan air didalam *cofferdam* dilakukan sampai kering.
  5. Penggalian  
Setelah pengeringan segera dilakukan penggalian sampai elevasi sesuai Gambar.
  6. Pelaksanaan Lapisan Beton Kedap Air
    - a) Setelah penggalian segera dilaksanakan pengecoran lapis kedap air.
    - b) Lapisan kedap air data menahan gaya angkat yang akan terjadi.
  7. Pemasangan Telapak
    - a) Pemasangan telapak, lokasi dalam keadaan kering.
    - b) Pengeringan air pada saat lapisan kedap air sudah cukup kuat menahan tekanan hidrostatik.



## 8. Pemasangan Acuan

Pemasangan acuan, setelah selesai pemasangan telapak.

## 9. Pengecoran Beton/fondasi

- a) Pengecoran beton dilakukan pada saat keadaan kering.
- b) Harus dilindungi dari kemungkinan terbawanya setiap bagian beton pada saat pemompaan.

## 10. Pembongkaran Cofferdam

- a) Semua lokasi galian di sekitar cofferdam ditimbun kembali seperti permukaan asli.
- b) Setelah fondasi bangunan bawah selesai, cofferdam dan sebagainya harus disingkirkan.
- c) Pembongkaran tidak mengganggu bagian lain yang telah selesai dikerjakan.

## 11. Pemeliharaan Saluran

Penghitungan kuantitas semen sesuai.

Pekerjaan struktur pilar jembatan pada kondisi berair sama halnya dengan pekerjaan pilar jembatan pada kondisi kering. Pekerjaan dilakukan secara bertahap dimulai dari bagian poer (*pile cap*), badan pilar (*pier column*), dan kepala pilar (*pier head*). Adapun tahapan umum pekerjaan pilar meliputi pembuatan lantai kerja, penulangan, pembuatan bekisting (*formwork*), pengecoran dan perawatan beton pasca pengecoran.

Semua pekerjaan terkait pekerjaan struktural kepala jembatan yang dilakukan Kontraktor harus sesuai dengan rencana dan gambar kerja, serta diperiksa dan diawasi langsung oleh pengawas lapangan. Tahapan pelaksanaan pekerjaan struktural pilar jembatan pada mengacu pada bab 4.3.1. Pilar Jembatan Kondisi Kering.

## 5.4 Pengendalian Mutu Bangunan Bawah Jembatan

### a. Penyiapan Tempat Kerja

1. Kontraktor harus membongkar struktur lama yang akan diganti dengan beton yang baru atau yang harus dibongkar untuk dapat memungkinkan pelaksanaan pekerjaan beton yang baru.
2. Kontraktor harus menggali atau menimbun kembali fondasi atau formasi untuk pekerjaan beton sesuai dengan garis yang ditunjukkan dalam gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh direksi pekerjaan dan harus membersihkan dan menggaru tempat di sekeliling pekerjaan beton yang cukup luas sehingga dapat menjamin dicapainya seluruh sudut pekerjaan. Jalan kerja yang stabil juga harus disediakan jika diperlukan untuk menjamin bahwa seluruh sudut pekerjaan dapat diperiksa dengan mudah dan aman.
3. Seluruh telapak fondasi, fondasi dan galian untuk pekerjaan beton harus dijaga agar senantiasa kering dan beton tidak boleh dicor di atas tanah yang berlumpur atau bersampah atau di dalam air. Atas persetujuan direksi pekerjaan beton dapat dicor di dalam air dengan cara dan peralatan khusus untuk menutup kebocoran seperti pada dasar sumuran atau cofferdam.

4. Sebelum pengecoran beton dimulai, seluruh acuan, tulangan dan benda lain yang harus dimasukkan ke dalam beton (seperti pipa atau selongsong) harus sudah dipasang dan diikat kuat sehingga tidak bergeser pada saat pengecoran.
  5. Bila disyaratkan atau diperlukan oleh direksi pekerjaan, bahan landasan untuk pekerjaan beton harus dihampar sesuai dengan ketentuan dari spesifikasi.
  6. Direksi pekerjaan akan memeriksa seluruh galian yang disiapkan untuk fondasi sebelum menyetujui pemasangan acuan atau baja tulangan atau pengecoran beton dan dapat meminta Kontraktor untuk melaksanakan pengujian penetrasi kedalaman tanah keras, pengujian kepadatan atau penyelidikan lainnya untuk memastikan cukup tidaknya daya dukung dari tanah di bawah Fondasi.
  7. Bilamana dijumpai kondisi tanah dasar Fondasi yang tidak memenuhi ketentuan, Penyedia jasa dapat diperintahkan untuk mengubah dimensi atau kedalaman dari fondasi dan/atau menggali dan mengganti bahan di tempat yang lunak, memadatkan tanah Fondasi atau melakukan tindakan stabilisasi lainnya sebagaimana yang diperintahkan oleh direksi pekerjaan.
  8. Lokasi pengecoran beton harus dipastikan bebas dari resiko terkena air hujan dengan memasang tenda seperlunya.
  9. Lokasi pengecoran beton harus dipastikan bebas dari resiko terkena air pasang atau muka air tanah dengan penanganan seperlunya.
- b. Acuan
1. Acuan dari tanah, bilamana disetujui oleh direksi pekerjaan, harus dibentuk dari galian, dan sisi-sisi samping serta dasarnya harus dipangkas secara manual sesuai dimensi yang diperlukan. Seluruh kotoran tanah yang lepas harus dibuang sebelum pengecoran beton.
  2. Acuan yang dibuat dapat dari kayu atau baja dengan sambungan dari adukan yang kedad dan kaku untuk mempertahankan posisi yang diperlukan selama pengecoran, pemadatan dan perawatan.
  3. Kayu yang tidak diserut permukaannya dapat digunakan untuk permukaan akhir struktur yang tidak terekspos, tetapi kayu yang diserut dengan tebal yang merata harus digunakan untuk permukaan beton yang terekspos. Seluruh sudut-sudut tajam acuan harus dibulatkan.
  4. Acuan harus dibuat sedemikian sehingga dapat dibongkar tanpa merusak beton dengan memberikan minyak pelumas.
- c. Pematokan Dan Pengukuran
1. Suatu pembangunan membutuhkan pelaksanaan seluruh elemen-elemennya pada posisi yang benar. Untuk memindahkan suatu gambar rencana dari atas kertas ke suatu bangunan di lapangan, maka dibutuhkan :
  2. Di sana harus ada sejumlah titik kontrol pengukuran yang harus dikaitkan pada suatu sistem koordinat yang tetap.
  3. Perencanaan konstruksi harus dikaitkan pada sistem koordinat yang sama. Apabila terdapat ketidak jelasan informasi pada gambar rencana yang menimbulkan keraguan interpretasi, maka pengawas lapangan harus menghubungi perencananya untuk mendapatkan kejelasan. Penyedia jasa bertanggung jawab dalam penentuan dan pematokan secara keseluruhan, sedang pengawas lapangan harus memastikan bahwa kontraktor mendapatkan informasi yang tepat serta menyiapkan titik-titik kontrol yang dipasang.
  4. Pengukuran horizontal

5. Pengukuran horizontal didasarkan baik pada sistem kontrol garis ataupun sistem koordinat, namun bila dibutuhkan dapat merupakan kombinasi dari kedua sistem diatas.
  6. Pengukuran vertikal
    - a) Ketinggian permukaan tanah dapat diukur dari titik bench mark.
    - b) Geometri vertikal garis kontrol biasanya telah ditentukan. Data ini merinci rangkaian titik tangen vertikal, ketinggian dan kemiringan permukaan akhir.
  7. Titik kontrol survei
    - a) Suatu jaringan titik kontrol survei ditentukan untuk mencakup seluruh daerah proyek, dan ditempatkan pada posisi yang tepat didalam pekerjaan konstruksi.
    - b) Jarak antara titik-titik kontrol dianjurkan kira-kira 50 meter.
    - c) Titik-titik kontrol survei sebaiknya berada dekat dengan lokasi pekerjaan tetapi bebas dari area kegiatan, dimaksudkan untuk menghindari kemungkinan adanya pergeseran posisi akibat aktivitas pekerjaan termasuk pengoperasian dari peralatan. Untuk itu letak titik-titik kontrol tersebut harus selalu dicek secara teratur. Perubahan letak titik kontrol juga dapat terjadi pada dasar tanah, pada timbunan pelapisan tanah yang mudah mampat atau proses dalam tanah itu sendiri, seperti proses yang terjadi akibat besarnya variasi kadar kelembaban.
- d. Penentuan elemen-elemen struktur
1. Letak dari elemen-elemen utama seperti kepala jembatan, pilar dan bangunan atas ditentukan berdasarkan pada sistem referensi yang digunakan.
  2. Titik offset referensi harus ditetapkan untuk tiap pilar dan kepala jembatan. Letak dan jarak offset tiap-tiap titik referensi harus hati-hati diputuskan dan dikenali dilapangan dan untuk menyiapkan tahap penentuan kembali yang mudah bagi letak pilar dan kepala jembatan selama pelaksanaan pekerjaan sehingga titik-titik ini tidak terganggu.
  3. Letak elemen-elemen kecil lain seperti kerb, parapet, galian drainase ditentukan berdasarkan pada letak elemen-elemen dengan mempertimbangkan pengukuran.
  4. Penempatan dan pematokan letak elemen-elemen yang telah ditentukan harus diperiksa. Pemeriksaan ini harus dilakukan secara terpisah dan dilakukan oleh direksi teknis dengan menggunakan peralatan lain yang berbeda dengan peralatan yang digunakan pada saat penempatan dan pematokan awal.
  5. Bagi kontraktor yang melaksanakan pemeriksaan ulang atas hasil pekerjaannya sendiri, dianjurkan untuk menggunakan metode lain yang berbeda dengan metode yang telah digunakan pada saat awal penempatan dan pematokan. Untuk menghindari kesalahan dari ketidak tepatan identifikasi patok, ketidak-tepatan panandaan atau kesalahan dalam melaksanakan survei, maka pengukuran jarak dan beda tinggi dilakukan dengan memeriksa hasil pekerjaan dari titik awal suatu sisi sampai pada titik akhir pada sisi yang lain, kemudian diikatkan pada titik kontrol hasil survei pertama. Pemeriksaan ini tidak diperkenankan dilakukan hanya dengan mengukur dari satu titik akhir saja atau dua titik akhir pada sisi yang terpisah.
  6. Penentuan dan pematokan posisi Fondasi merupakan yang paling kritis. Beberapa unsur-unsur penting seperti jarak antara beton kopel tiang (pile cap) harus selalu diperiksa ulang sesuai dengan ukuran bangunan atas, sebelum pekerjaan konstruksi dimulai, terutama bila bangunan atas tidak horisontal.

7. Pada penentuan dan pematokan kolom-kolom, ketegakan dapat dikontrol dari pangkal kolom yang dibuat secara akurat, pengukuran dengan unting-unting atau bila mungkin dapat dilakukan dengan Theodolit 2 arah.
  8. Ketinggian kolom juga dapat dikontrol dengan pita ukur atau dengan cara pengukuran beda tinggi (levelling).
  9. Untuk landasan, ditempatkan secara tepat pada dasarnya yang telah diberi tanda garis tengah. Beberapa perencanaan mensyaratkan balok atau gelegar didukung pada landasan sementara. Penentuan landasan sementara dilakukan dengan cara yang sama seperti landasan yang tetap.
- e. Toleransi Bangunan Bawah
1. Toleransi Kedudukan (dari titik patokan) :
    - a) Kedudukan kolom pra-cetak dari rencana  $\pm 10$  mm
    - b) Kedudukan permukaan horizontal dari rencana  $\pm 10$  mm
    - c) Kedudukan permukaan vertikal dari rencana  $\pm 20$  mm
  2. Toleransi Alinyemen Vertikal :  
 Penyimpangan ketegakan kolom dan dinding  $\pm 10$  mm
  3. Toleransi Ketinggian (elevasi) :
    - a) Puncak lantai kerja di bawah Fondasi  $\pm 10$  mm
    - b) Puncak lantai kerja di bawah pelat injak  $\pm 10$  mm
    - c) Puncak kolom, tembok kepala, balok melintang  $\pm 10$  mm
  4. Toleransi Alinyemen Horisontal : 10 mm dalam 4 m panjang mendatar.
- f. Kepala Jembatan dan pilar harus dilaksanakan sesuai dengan gambar dan spesifikasi teknis yang diterbitkan secara terpisah, dan harus dikerjakan sesuai dengan denah dan elevasi (permukaan atas) yang ditunjukkan pada gambar rencana dalam toleransi sebagai berikut:
1. Toleransi Dimensi :
    - a) Panjang keseluruhan sampai dengan 6 m.  $+ 5$  mm
    - b) Panjang keseluruhan lebih dari 6 m  $+ 15$  mm
    - c) Panjang balok, pelat dek, kolom dinding, atau antara kepala jembatan - 0 dan  $+ 10$  mm
  2. Toleransi Bentuk :
    - a) Persegi (selisih dalam panjang diagonal) 10 mm
    - b) Kelurusan atau lengkungan (penyimpangan dari garis yang dimaksud) untuk panjang s/d 3 m 12 mm
    - c) Kelurusan atau lengkungan untuk panjang 3 m - 6 m 15 mm
    - d) Kelurusan atau lengkungan untuk panjang > 6 m 20 mm

## 5.5 K3 Bangunan Bawah Jembatan

- a. Pekerjaan Persiapan
  1. Pemeriksaan lapangan

Pemakaian peralatan perlindungan kerja standar seperti helm, sepatu, kaca mata, masker dan sarung tangan.

2. Mobilisasi dan demobilisasi

- a) Menyediakan kantor lapangan dan tempat tinggal pekerja yang memenuhi syarat,
- b) Menyediakan lahan, gudang dan bengkel yang memenuhi syarat,
- c) Pelaksanaan pembongkaran bangunan, instalasi serta pembersihan tempat kerja dan pengembalian kondisi harus memenuhi syarat.

3. Kantor lapangan dan fasilitasnya

- a) Bangunan untuk kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terbebas dari polusi yang dihasilkan oleh kegiatan pelaksanaan,
- b) Bangunan kantor dan fasilitas lainnya harus dibuat dengan kekuatan struktural yang memenuhi syarat,
- c) Bangunan kantor dan fasilitas harus dibuat pada elevasi yang lebih tinggi dari daerah sekitarnya, diberi pagar keliling, dilengkapi dengan jalan masuk dari kerikil serta tempat parkir

4. Fasilitas dan pelayanan pengujian logistik

- a) Harus tersedia pemadam kebakaran dan kebutuhan P3K yang memadai diseluruh barak, kantor, gudang dan bengkel,
- b) Bahan dan peralatan yang digunakan harus memenuhi syarat,
- c) Pengangkutan bahan harus sesuai dengan beban lalu lintas pada jalan yang akan dilewati,
- d) Bahan dan material berbahaya harus disimpan tersendiri dan terlindung dengan baik,
- e) Pembuangan bahan atau material harus pada tempat yang telah ditetapkan, aman dan tidak mengganggu lalu lintas.

b. Pekerjaan beton

1. Pengukuran dan pematokan

- a) Pelaksanaan pengukuran dan pematokan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil serta berpengalaman dibidangnya,
- b) Pekerja harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja yang sesuai (sarung tangan, sepatu boot dan helm) serta memenuhi syarat,
- c) Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personel yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan.

2. Penyiapan

- a) Pekerja harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja yang sesuai dan memenuhi syarat,
- b) Menutup material dengan plastik sehingga debu tidak beterbangan,
- c) Menyediakan alat pemadam kebakaran di gudang atau tempat penyimpanan material,
- d) Mengecek alat *concrete mixer* sebelum digunakan termasuk penguat-penguatnya, dijalankan oleh orang yang ahli dibidangnya,

- e) Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personel yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera disemua tempat kegiatan.

### 3. Pemasangan bekisting

- a) Pemasangan bekisting harus dilakukan oleh pekerja terampil yang telah berpengalaman dibidangnya, pemasangan bekisting di daerah galian harus memperhatikan ketentuan- ketentuan berikut ini :
  - 1) Memakai pakaian dan perlengkapan kerja terutama helm yang sesuai dengan standar,
  - 2) Dinding galian harus diberi penahan dinding secukupnya
  - 3) Pada daerah pemasangan bekisting harus diberi penerangan secukupnya,
  - 4) Dilarang menyimpan/menempatkan tanah galian dipinggir pembuatan bekisting, tanah galian harus dibuang pada tempat yang aman yang telah ditentukan,
  - 5) Disediakan jalan keluar untuk menyelamatkan diri bila terjadi bahaya,
  - 6) Dipasang tangga yang sesuai dan memenuhi syarat dari segi kekuatannya,
- b) Dilarang menempatkan atau menggerakkan beban mesin atau peralatan lainnya dekat pemasangan bekisting/disisi galian yang dapat menyebabkan runtuhnya sisi galian dan membahayakan setiap orang di dalamnya,
- c) Paku-paku yang menonjol keluar perlu dibenamkan atau dibengkokkan.

### 4. Penulangan

- a) Pelaksanaan penulangan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil dan berpengalaman dibidangnya, dilengkapi dengan helm, sarung tangan, sepatu boot yang sesuai dan memenuhi syarat seta memperhatikan ketentuan- ketentuan berikut :
  - 1) Sisa-sisa besi/kawat baja ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya,
  - 2) Besi tulangan yang menjorok ke luar dari lantai atau dinding harus diberi pelindung,
  - 3) Bila melakukan penyambungan besi tulangan maka ujungnya menjorok ke luar tidak boleh menimbulkan bahaya,
  - 4) Besi tulangan tidak boleh disimpan pada perancah atau papan acuan yang dapat membahayakan kestabilannya,
- b) Untuk pemasangan tulangan dibawah permukaan tanah/didaerah galian harus diperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini :
  - 1) Memakai pakaian dan perlengkapan kerja terutama helm yang sesuai dengan standar,
  - 2) Dinding galian harus diberi penahan dinding secukupnya,
  - 3) Pada daerah pemasangan bekisting harus diberi penerangan secukupnya,
  - 4) Dilarang menyimpan/menempatkan tanah galian dipinggir pembuatan bekisting, tanah galian harus dibuang pada tempat yang aman yang telah ditentukan,
  - 5) Disediakan jalan keluar untuk menyelamatkan diri bila terjadi bahaya,

- 6) Dipasang tangga yang sesuai dan memenuhi syarat dari segi kekuatannya.

#### 5. Pengecoran

- a) Pelaksanaan pengecoran harus dilakukan oleh tenaga terampil yang berpengalaman dan dalam melaksanakan pekerjaan, harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja sesuai dengan standar,
- b) Semua gigi, rantai-rantai dan roda pemutar dari pengaduk beton harus dilindungi sedemikian sehingga aman,
- c) Penyangga pengaduk beton harus dilindungi oleh pagar pengaman untuk mencegah para pekerja lewat di bawahnya ketika alat yang bersangkutan sedang diangkat,
- d) Operator mixer beton tidak diperkenankan menurunkan penyangga sebelum semua pekerja berada di tempat yang aman,
- e) Pada waktu membersihkan tabung pengaduk, tindakan-tindakan pengamanan harus diambil untuk melindungi para pekerja di dalamnya, misalnya dengan mengunci tombol dalam posisi terbuka melepaskan sikring-sikring atau dengan cara mematikan sumber tenaga,
- f) Ketika beton sedang dituang dari bak muatan, pekerja harus berada pada jarak yang aman terhadap setiap percikan beton,
- g) Pelaksanaan pencampuran aggregate, semen dan air harus tidak menimbulkan debu yang beterbangan, pekerja harus menggunakan masker pernapasan,
- h) Pekerja yang menggunakan vibrator listrik harus ahli dan berpengalaman di bidangnya,
- i) Pipa-pipa penyalur ke alat vibrator harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - 1) Hubungan pipa harus diikat dengan rantai pengaman atau cara lain yang efektif,
  - 2) Mulut pipa pengeluaran harus terikat kuat sehingga dapat mencegah gerakan bergeser,
- j) Bila menggunakan vibrator listrik, maka :
  - 1) Dihubungkan ke tanah (*earthed*),
  - 2) Bagian-bagian yang penting harus cukup diberi isolasi,
  - 3) Arus listrik harus dimatikan bila sedang tidak digunakan,
  - 4) Diusahakan sedemikian rupa bila beton mulai mengeras maka harus dilindungi terhadap arus air yang mengalirkan bahan-bahan kimia, dan getaran begitu juga terhadap pekerja,
  - 5) Diusahakan sedemikian rupa tidak boleh meletakkan beban di atas beton yang sedang mengeras,
- k) Bahan-bahan kering dari beton harus dicampur pada ruang yang tertutup :
  - 1) Debu harus tersalur/terbuang ke luar,
  - 2) Bila debu tidak dapat terbuang, maka para pekerja harus menggunakan alat pernapasan,
- l) Selama pengecoran papan acuan dan penumpunya harus dicegah terhadap kerusakan,
- m) Pengoperasian alat pengaduk, penggetar dan water tanker harus dilakukan oleh orang yang ahli dan berpengalaman dan harus selalu dijaga agar tidak

ada orang luar maupun pekerja lain yang tidak berkepentingan berada di tempat pengecoran beton,

- n) Membatasi daerah pekerjaan pengecoran dengan pagar atau rambu yang informatif,
- o) Menyiapkan penerangan apabila harus bekerja pada malam hari,
- p) Lantai kerja sementara yang menahan pipa pemompa beton harus kuat untuk menumpu pipa yang sedang berisi dan mempunyai faktor pengaman.



## 6 Contents

<b>5 BANGUNAN BAWAH</b> .....	5-1
5.1 Umum.....	5-1
5.2 Pengawasan Pekerjaan Kepala Jembatan .....	5-1
5.3 Pengawasan Pekerjaan Pilar Jembatan .....	5-4
5.3.1 Pilar Jembatan Pada Kondisi Kering.....	5-4
5.3.2 Pilar Jembatan Pada Kondisi Berair .....	5-7
5.4 Pengendalian Mutu Bangunan Bawah Jembatan .....	5-9
5.5 K3 Bangunan Bawah Jembatan.....	5-12
<b>Gambar 5.1 - Bagan Alir Pelaksanaan Kepala Jembatan</b> .....	5-1
<b>Gambar 5.2 - Bagan Alir Pelaksanaan Abutmen Jembatan</b> .....	5-4

## 6 BANGUNAN ATAS JEMBATAN

### 6.1 Umum

Pada bab ini akan menjelaskan pengawasan pelaksanaan untuk bangunan atas jembatan, mulai dari jembatan gelagar, jembatan rangka, sistem lantai jembatan sampai pada landasan dan juga *railing*. Akan dijelaskan pula mengenai pengawasan ereksi gelagar dengan menggunakan beberapa metode.

### 6.2 Jembatan Beton Bertulang

#### a. Persiapan

Cara ini merupakan suatu sistem pembuatan jembatan secara bertahap yang dimulai dari pembuatan kepala jembatan dan pilar. Selanjutnya setelah pilar dan kepala jembatan selesai dibuat dan siap menerima beban, barulah dimulai pembuatan balok gelagar. Sebelum pelaksanaan jembatan gelagar maupun jembatan rangka, harus dipastikan terlebih dahulu bahwa pilar dan kepala jembatan sudah siap atau sudah diijinkan untuk dapat menahan beban.

Dalam pembuatan balok gelagar, tahapan-tahapan pelaksanaan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan-persiapan bahan dan material yang diperlukan.
2. Persiapan-persiapan pembesian yaitu pemotongan dan pembengkokan besi-besi tulangan sesuai keperluan.
3. Pemasangan pelat bekisting dan baut-baut pengikatnya serta sekur-sekur yang diperlukan.
4. Perakitan tulangan.
5. Pengecoran beton.
6. Perawatan beton dan pembukaan bekisting gelagar.
7. Finishing.

#### b. Pemasangan Bekisting

1. Bekisting dibuat dari baja, dengan sambungan yang kedap terhadap adukan dan cukup kaku untuk memperlahankan posisi yang diperlukan selama pengecoran, pemadatan, dan perawatan.
2. Bekisting untuk permukaan yang terbuka harus ditutupi dengan papan acuan pemisah sebagaimana diperlukan dan disetujui. Penutupan dengan logam keras yang cacat akan merusak kualitas permukaan akhir beton. Tidak boleh digunakan bentuk logam yang menekuk dan berkarat. Bekisting harus ditumpulkan pada semua tepi yang tajam dan harus berbentuk siku-siku dalam hal ketidakrataaan.
3. Pastikan bekisting bebas dari material asing. Sebelum pengecoran beton, kawat pengikat yang longgar, tanah, kotoran dan semua bahan-bahan asing harus

dikeluarkan dari bekisting dan bekisting tersebut harus dicuci secara hati-hati menyeluruh dengan air.

4. Pastikan bekisting mudah dibuka tanpa merusak beton..

c. Pemasangan Tulangan

1. Pastikan tulangan harus segera dibersihkan sebelum penempatan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, minyak, cat, karat dan kerak pabrik, percikan adukan atau bahan asing yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.
2. Cek baja tulangan telah ditempatkan secara tepat sesuai dengan gambar dan dengan persyaratan selimut minimum yang ditetapkan.
3. Pastikan ikatan pada baja tulangan sudah kuat, sehingga tidak dapat bergeser oleh pekerjaan pengecoran beton. Pengelasan dari batang melintang atau begel pada tulangan baja tarik utama tidak akan diperkenankan.
4. Semua tulangan baja harus disediakan dalam ukuran panjang sepenuhnya yang ditunjukkan pada gambar. Penyambungan batang baja, kecuali terlihat pada gambar, tidak akan diizinkan lanpa ada persetujuan dari engineer (Penanggung Jawab Proyek/Direksi). Setiap sambungan yang dapat disetujui harus diselang-seling sejauh mungkin dan harus terletak pada titik dengan tegangan tarik minimum.
5. Simpul dari kawat pengikat harus diarahkan meninggalkan permukaan beton yang terbuka.

d. Pengecoran Beton

1. Segera sebelum beton dicor, maka bekisting harus dibasahi dengan air atau dilapisi disebelah dalam dengan suatu minyak mineral tidak membekas.
2. Pengecoran beton harus diteruskan tanpa henti sampai suatu sambungan kontruksi yang sebelumnya disetujui oleh direksi atau sampai pekerjaan tersebut selesai.
3. Beton harus dicor dengan cara tertentu untuk menghindari pemisahaan partikel halus dan kasar dalam campuran. Beton harus dicor dalam bagian bekisting sedekat mungkin sampai posisi akhir untuk menghindari pengaliran dan tidak boleh mengalir lebih dari 1meter setelah pengecoran.
4. Bila dicor kedalam struktur yang mempunyai bekisting yang sulit dan tulangan baja yang rapat, maka beton harus dicor dalam lapisan horisontal yang tidak lebih dari tebal 15 cm.
5. Beton dipadatkan dengan penggetar mekanis, yang digerakan sedemikian rupa untuk memadatkan beton sepenuhnya di sekitar tulangan. Alat getar tetap tertanam pada tepi dan sudut bagian bekisting.
6. *Slump* diisyaratkan sesuai dengan cara pelaksanaan *slump test*. Tinggi *slump* yang diijinkan sesuaaai dengan gambar rencana.

## 6.3 Jembatan Gelagar

### 6.3.1 Gelagar Beton Pasca Tarik (*Post-Tension*)

a. Persiapan

Pastikan penyedia jasa mengajukan prosedur dan rencana pelaksanaan prategang, dan disetujui oleh pengawas pekerjaan.

b. Penempatan Jangkar

1. Periksa penempatan jangkar. Harus tegak lurus terhadap garis kerja gaya prategang, tidak bergeser selama pengecoran beton.
2. Kendalikan sesudah pekerjaan prategang dan penyuntikan selesai, jangkar harus ditutup beton dengan tebal minimum 3 cm.

c. Penempatan Kabel dan Lubang Penyuntikan

1. Periksa lubang jangkar harus ditutup sebelum pengecoran beton.
2. Periksa agar sebelum penarikan semua kabel bebas bergerak dan bebas menampung pergerakan horizontal dan vertikal.
3. Periksa lubang penyuntikan (grouting hole) harus disediakan jangkar, pada titik atas dan bawah profil kabel dan pada titik-titik lainnya tidak boleh lebih dari 30 m pada bagian dari panjang selongsong.
4. Periksa lubang penyuntikan dan lubang pembuangan udara berdiameter 10 mm dan setiap lubang harus ditutup.

d. Pengujian Kekuatan Beton

Periksa hasil pengujian kuat tekan beton, apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan.

e. Cek Kekuatan Beton

1. Periksa kekuatan beton yang diperlukan untuk syarat pemberian gaya prategang
  - a) Beton mencapai kekuatan yang diperlukan seperti yang disyaratkan dalam gambar.
  - b) Jika perawatan dengan pembasahan, tidak boleh kurang dari 14 hari setelah pengecoran.
  - c) Jika perawatan dengan uap tidak boleh kurang dari 2 hari setelah pengecoran.
2. Periksa Besarnya Gaya Prategang
  - a) Pengukuran gaya pratekan dengan cara langsung mengukur tekanan dongkrak atau tidak langsung dengan pemuluran.
  - b) Penyedia jasa harus menetapkan titik duga untuk mengukur perpanjangan dan tekanan dongkrak.
  - c) Besarnya gaya total dan perpanjangan harus disetujui oleh pengawas pekerjaan sebelum penegangan dimulai.

f. Penarikan Kabel

1. Kendalikan dan periksa:
  - a) Sebelum penegangan, kabel dibersihkan dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam selongsong, kemudian dicoba ditarik keluar dan masuk

- ke dalam selongsong agar kelengkutan akibat kebocoran selongsong dapat segera diketahui.
- b) Penarikan kabel sesuai dengan urutan yang telah ditentukan dalam gambar.
  - c) Pemberian gaya prategang (partially prestressed) hanya boleh diberikan bila ditunjukkan dalam gambar atau diperintahkan pengawas pekerjaan.
  - d) Periksa gaya tarik pendahuluan untuk menegangkan kabel dari posisi lepasnya.
  - e) Kabel tidak boleh ditarik melebihi 85% dari kekuatan maksimumnya.
2. Periksa setelah kabel ditegangkan, kedua ujungnya diberi tanda untuk pengukuran pemuluran.
  3. Kendalikan untuk menentukan kesalahan pembacaan pemuluran (zero error in measuring elongation) selama proses penegangan, data bacaan dinamometer dan pengukuran pemuluran harus dicatat dan dibuat grafiknya untuk setiap tahap penegangan.
  4. Periksa cara penarikan kabel sebagai berikut:
    - a) Penarikan kabel dengan 2 dongkrak. Umumnya operasi pratekan harus dilaksanakan dengan dongkrak pada setiap ujung secara bersama-sama. Salah satu dongkrak diberikan perpanjangan 2,5 cm sebelum dongkrak lain dihubungkan. Kencangkan kabel yang kendur. Penegangan pertama pada kabel yang tidak diberi perpanjangan.
    - b) Penarikan kabel dengan 1 dongkrak. Bila ditunjukkan dalam gambar bahwa label harus ditarik pada satu ujung (biasanya bentang pendek), maka hanya satu dongkrak yang digunakan. Tandai kedua ujung untuk mengukir pemuluran kabel.
- g. Penyuntikan dan Penyelesaian Akhir
1. Kabel harus disuntik dalam waktu 24 jam sesudah penarikan kabel selesai dilakukan.
  2. Lubang penyuntikan harus diuji dengan diisi air bertekanan  $8 \text{ kg/cm}^2$  selama satu jam sebelum penyuntikan.
  3. Selongsong dibersihkan dengan air dan udara bertekanan.
  4. Peralatan pencampur harus dapat menghasilkan adukan semen dengan kekentalan yang homogen.
  5. Rasio air-semen pada campuran ini tidak melebihi 0,45 menurut takaran berat.
  6. Penyuntikan harus dikerjakan dengan cukup lambat untuk menghindari segregasi adukan, serta terjamin seluruh selongsong terisi penuh.
  7. Setelah semua lubang ditutup, tekanan penyuntikan harus dipertahankan pada  $8 \text{ kg/cm}^2$  paling tidak selama satu menit.
  8. Cuci semua peralatan dengan air bersih setiap rangkaian atau akhir operasi. Interval waktu antar pencucian maksimal 3 jam.
  9. Kabel tidak boleh dipotong dalam waktu 7 hari setelah penyuntikan.
  10. Ujung kabel harus dipotong sedemikian rupa sehingga minimum terdapat selimut beton setebal 3 cm pada ujung balok.

### 6.3.2 Gelagar Beton Pra-Tarik (*Pre-Tension*)

a. Pekerjaan Persiapan

Pastikan penyedia jasa telah mengajukan prosedur dan rencana pelaksanaan, dan telah disetujui oleh pengawas pekerjaan.

b. Landasan gaya pratekan

Periksa landasan harus cukup kuat sehingga apabila terjadi slip pada jangkar tidak terjadi lendutan atau kerusakan pada landasan akibat beban terpusat atau beban mati dari unit-unit yang ditunjang.

c. Penempatan Kabel

1. Pastikan kabel dan jangkar ditempatkan sesuai gambar dan tidak bergeser selama pengecoran.
2. Periksa pada penempatan kabel agar kabel tidak menyentuh acuan yang telah diminyaki.

d. Besar gaya penegangan

1. Kendalikan gaya penegangan yang diperlukan adalah sisa-sisa gaya kabel pada tengah-tengah setiap unit segera setelah semua kabel dijangkar pada abutment dari landasan dan berada pada posisi akhir. Perbedaan gaya penegangan adalah 5% dari gaya yang diperlukan.
2. Pastikan penyedia jasa telah mengajukan cara pemeriksaan kabel pemasangan dan penempatan setiap garis lengkung kabel, perhitungan yang menunjukkan gaya-gaya pada jangkar dan setiap titik lendutan, dan perkiraan kehilangan gaya akibat gesekan untuk mendapat persetujuan sebelum dimulainya pembuatan elemen-elemen.
3. Periksa gambar apakah kabel harus dilengkungkan, bila kabel harus dilengkungkan, dengan perkakas yang cukup kuat untuk memegang kabel dalam posisi yang sesuai.
4. Alat pelengkung (hold down) harus diletakkan memanjang dalam 200 mm dan vertikal dalam 5 mm dari lokasi yang ditunjukkan dalam gambar. Ukuran diameter pelengkung yang kontak langsung dengan strand tidak kurang dari diameter kabel atau 15 mm.
5. Periksa apakah penyedia jasa telah menyerahkan perhitungan yang menunjukkan bahwa alat pelengkung telah dirancang dan dibuat dapat menahan beban terpusat yang diakibatkan dari gaya prategang yang diberikan.

e. Prosedur Prategang

1. Pastikan operasi penarikan kabel dikerjakan oleh tenaga yang telah terlatih dan berpengalaman di bidangnya.
2. Pastikan gaya prategang diberikan dan dilepas secara bertahap dan merata.
3. Periksa untuk menghilangkan kekenduran dan menaikkan kabel dari lantai landasan maka gaya 100 kg harus diberikan pada kabel.
4. Periksa gaya awal harus diberikan untuk menghitung pemuluran yang diperlukan.

5. Periksa kabel harus ditandai untuk pengukuran pemuluran setelah tegangan awal diberikan.
  6. Kendalikan gaya pra tegang harus dipindahkan dari dongkrak penarik ke kepala jembatan landasan prategang segera setelah gaya yang diperlukan (atau pemuluran) dalam kabel telah tercapai dan tekanan dongkrak dilepas.
- f. Pengecoran
- Pastikan beton tidak boleh dicor lebih dari 12 jam setelah penarikan kabel.
- g. Pemindahan Gaya Prategang
1. Pastikan penyedia jasa telah menyerahkan usulan terinci pemindahan gaya prategang untuk mendapatkan persetujuan sebelum pemindahan gaya dimulai.
  2. Perhatikan ketentuan kekuatan beton. Kabel tidak boleh dilepas sebelum beton mencapai kuat tekan berumur 28 hari yang disyaratkan dalam gambar dan didukung dengan pengujian benda uji standar yang dibuat dan dirawat sesuai dengan unit-unit yang dicor.
  3. Kendalikan pemindahan gaya prategang sesuai prosedur berikut:
    - a) Semua kabel harus diperiksa sebelum dilepas untuk memastikan bahwa tidak terdapat kabel yang kendur.
    - b) Semua kabel harus diberi tanda pada kedua ujung balok pratekan, agar dapat dilakukan pencatatan bila terjadi slip atau masuknya kabel.
    - c) Periksa pelepasan kabel tidak boleh terhenti pada waktu pelepasannya
    - d) Setelah gaya prategang dipindahkan seluruhnya pada beton, kelebihan panjang kabel harus dipotong sampai ujung permukaan unit dengan menggunakan pemotong mekanis.
- h. Pengecekan
1. Periksa masuknya kabel (draw-in).
  2. Bandingkan masuknya kabel dengan toleransi.
- i. Pekerjaan Ditolak
- Kendalikan bila masuknya kabel melampaui toleransi maksimum maka pekerjaan tersebut harus ditolak.
- j. Penyelesaian
- Periksa masuknya kabel pada setiap kabel tidak boleh melampaui 3 mm pada setiap ujung, kecuali disebutkan lain dalam gambar.

### **6.3.3 Sistem Pengaku Gelagar Beton**

a. Pengecoran Diafragma

Dalam mengawasi pengecoran diafragma pada jembatan, maka pengawas pekerjaan harus mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan pengecoran diafragma.

1. Pastikan ketika gelagar telah di ereksi, baja tulangan dalam arah melintang diputar menjadi arah memanjang.
2. Pastikan perancah dan bekisting terpasang dengan baik dan kuat untuk menahan beban pengecoran.
3. Pastikan beton sesuai dengan rencana.

4. Pastikan beton dilakukan secara bertahap.
  5. Pastikan pada saat pengecoran beton tidak ada rongga udara.
  6. Setelah dilakukan pengecoran beton, pastikan adanya curing.
  7. Pelepasan bekisting dan perancah dengan izin pengawas pekerjaan.
- b. Diafragma pracetak
1. Pastikan pemasangan diafragma harus berurutan.
  2. Jika diafragma di stressing, pastikan diafragma tetap pada posisinya, biasanya penahan yang digunakan agar diafragma tetap pada posisinya digunakan beton tahu dan wedge kayu.
  3. Pastikan strand pada diafragma pracetak menembus pada gelagar selanjutnya.
  4. Patching dilakukan dengan menggunakan campuran semen dengan perbandingan 1:4.
  5. Pastikan umur patching sudah 2 hari, setelah itu bisa dilakukan stressing diafragma
  6. Strand yang kelebihan atau yang menonjol keluar dipotong sebelum angkur ditutup menggunakan campuran semen pasir.
  7. Pastikan grouting lubang sudah dilakukan sesuai dengan yang disyaratkan.

#### **6.3.4 Gelagar Baja Komposit**

- a. Persiapan
1. Pengajuan kesiapan kerja
    - a) Penyedia jasa harus menyerahkan laporan pengujian pabrik yang menunjukkan kadar bahan kimia dan pengujian fisik untuk setiap mutu baja yang digunakan dalam pekerjaan. Bilamana laporan pengujian pabrik ini tidak tersedia maka pengawas pekerjaan harus memerintahkan penyedia jasa untuk melaksanakan pengujian yang diperlukan untuk menetapkan mutu dan sifat-sifat lain dari baja pada suatu lembaga pengujian yang disetujui.
    - b) Tiga salinan dari semua gambar kerja terinci yang disiapkan oleh atau atas nama penyedia jasa harus diserahkan kepada pengawas pekerjaan untuk disetujui. Persetujuan ini tidak membebaskan tanggung jawab penyedia jasa terhadap pekerjaan dalam kontrak ini.
    - c) Penyedia jasa harus menyerahkan program dan metode pelaksanaan yang diusulkan termasuk semua gambar kerja dan rancangan untuk pekerjaan sementara yang diperlukan. Data yang diserahkan sebagaimana yang diperlukan harus meliputi tanggal untuk kunjungan bengkel, pengiriman dan pemasangan, usulan pembongkaran struktur lama, metode pemasangan, penunjang dan pengaku sementara untuk gelagar selama pemasangan, detail sambungan dan penghubung, pengalihan lalu lintas di luar jembatan lama dan setiap keterangan yang berkaitan lainnya untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
    - d) Penyedia jasa harus memberitahu kepada direksi pekerjaan secara tertulis sekurang-kurangnya 24 jam sebelum memulai pembongkaran struktur lama atau pemasangan struktur baja yang baru.



## 2. Pengangkutan

- a) Setiap elemen harus dicat atau ditandai dengan suatu tanda pemasangan untuk identifikasi dan pemasok bahan struktur baja harus memberikan suatu diagram pemasangan atau manual pemasangan dengan tanda-tanda pemasangan yang ditunjukkan di dalamnya.
- b) Elemen struktur harus diangkat dengan cara sedemikian rupa sehingga elemen struktur pada waktu diangkat dan dibongkar di tempat tujuannya tidak mengalami tegangan, deformasi yang berlebihan, atau kerusakan lainnya.
- c) Baut dengan panjang dan diameter yang sama, serta mur yang terlepas dari baut atau ring harus dikemas terpisah. *Pen* (pin), bagian-bagian yang kecil, dan paket baut, *ring* dan mur harus dikirim dalam kotak, krat atau tong, dan berat kotor dari setiap kemasan tidak boleh melebihi 150 kg. Daftar dan uraian dari bahan-bahan yang terdapat didalam setiap kemasan harus tertulis dan disebutkan pada bagian luar kemasan dan diusahakan tidak mudah hilang atau tersobek pada waktu pengiriman.

## 3. Peralatan dan Perancah

- a) Penyedia jasa harus menyediakan setiap peralatan dan perancah yang diperlukan untuk pemasangan struktur baja. Perlengkapan pemasangan ini termasuk pengaku sementara, semua perkakas, mesin, dan peralatan termasuk pasak pengungkit (*drift*) dan baut penyetal.
- b) Perancah dan pengaku sementara harus dirancang, dibuat sebagaimana mestinya agar dalam tahap pemasangan semua perancah dan pengaku-pengaku berfungsi dan dapat menahan semua gaya dan beban struktur baja selama pemasangan.

## 4. Penentuan Titik Pengukuran dan Pekerjaan Sementara

- a) Penyedia jasa harus menyiapkan dan menentukan titik pengukuran pada salah satu oprit jembatan yang cocok untuk merakit suatu rangka jangkar untuk pengimbang dimana pemasangan dengan cara perakitan bertahap akan dikerjakan, atau, bilamana pemasangan dengan cara peluncuran, struktur jembatan baja yang telah lengkap bersama dengan struktur dengan rangka pengimbang dan ujung peluncur.
- b) Semua penyangga dan kumpulan balok-balok kayu sementara dan/atau fondasi beton yang disediakan oleh penyedia jasa untuk pemasangan rol perakit, rol peluncuran, rol pendaratan atau jangkar dan penyangga struktur rangka jangkar harus ditentukan titik pengukurannya dengan akurat dan dipasang pada garis dan elevasi yang benar sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar pemasangan dari pabrik pembuatnya. Perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa seluruh rol dan penyangga sementara terpasang pada elevasi yang benar agar sesuai dengan bidang peluncuran yang telah dihitung sebelumnya dan/atau karakteristik lendutan untuk panjang bentang jembatan yang akan dipasang.

## 5. Pemasangan Landasan Jembatan

Landasan jembatan dapat berupa jenis landasan karet atau landasan sendi yang terpasang pada pelat landasan dan balok kisi-kisi. Tiap jenis landasan harus dipasang pada elevasi dan posisi yang benar dan harus pada landasan yang rata dan benar di atas seluruh bidang kontak.

Landasan jembatan yang dipasang di atas adukan semen, tidak boleh terdapat beban apapun yang diletakkan di atas landasan setelah adukan semen terpasang dalam periode paling sedikit 96 jam, perlengkapan yang memadai harus diberikan untuk menjaga agar adukan semen dapat dipelihara kelembabannya selama

periode ini. Adukan semen harus terdiri dari satu bagian semen *portland* dan satu bagian pasir berbutir halus.

b. Perakitan Komponen Baja Struktur Jembatan

1. Perakitan komponen baja jembatan

- a) Komponen baja harus dirakit dengan akurat sesuai dengan tanda yang ditunjukkan pada gambar kerja pabrik pembuat jembatan dan sesuai dengan prosedur urutan pemasangan. Selama perakitan bahan-bahan harus ditangani dengan hati-hati sedemikian rupa sehingga tidak terdapat bagian yang melengkung, retak atau kerusakan lainnya. Pengetokan yang dapat melukai atau menyebabkan distorsi terhadap elemen-elemen tidak diijinkan.
- b) Sebelum perakitan semua bidang kontak harus dibersihkan, bebas dari kotoran, minyak, kerak yang lepas, bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan atau pelubangan, bintik-bintik, dan cacat lainnya yang akan menghambat pemasangan yang rapat atas komponen-komponen yang dirakit.
- c) Baut penghubung harus dipasang dengan panjang dan diameter yang benar sebagaimana yang ditunjukkan dalam daftar baut dari pabrik pembuat jembatan. Ring harus ditempatkan di bawah elemen-elemen (mur atau kepala baut) yang berputar dalam perancangan. Bilamana permukaan luar bagian yang dibaut mempunyai kelandaian 1:20 terhadap bidang tegak lurus sumbu baut, maka ring serong yang halus harus dipakai untuk mengatasi ketidaksejajarannya. Dalam segala hal, hanya mur baut yang boleh diputar.
- d) Komponen yang Difabrikasi Oleh Penyedia Jasa
  - 1) Setiap bagian harus dirakit dengan akurat sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar atau manual pemasangan yang disediakan oleh penyedia jasa serta mengikuti semua tanda yang telah diberikan. Bahan struktur baja harus dikerjakan dengan hati-hati sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kerusakan seperti terdapat bagian-bagian yang bengkok, patah, atau kerusakan lainnya. Tidak boleh digunakan palu yang dapat melukai atau mengubah posisi elemen-elemen. Permukaan bidang kontak dan permukaan yang akan berada dalam kontak permanen harus dibersihkan sebelum bagian-bagian tersebut dirakit.
  - 2) Pada komponen struktur baja yang akan dipasang dengan cara kantilever, harus dipastikan bahwa semua komponen struktur baja sudah tersedia dan dipasang dengan seksama sehingga akan didapat lendutan balik (*camber*) yang sebagaimana mestinya sesuai dengan desain atau yang tertulis dalam manual pemasangan. Perlu diperhatikan bahwa pada cara pemasangan cara kantilever ini, apabila telah selesai penyambungan atau perakitan pada titik buhul, maka baut pada bagian titik buhul tersebut harus dikencangkan dengan kekencangan 100% sesuai dengan kekencangan baut yang disyaratkan.
  - 3) Setiap pengencangan baut sementara harus dibiarkan sampai sambungan tarik telah dibaut dan semua lubang pada titik buhul telah dijepit dan dibaut. Baut permanen untuk sambungan elemen-elemen tekan tidak boleh dimasukkan atau dikencangkan sampai seluruh bentangan berayun. Sambungan (*splices*) dan penyambungan di lapangan (*field connections*) harus mempunyai setengah jumlah lubang yang diisi dengan baut dan pen (*pin*) silindris untuk pemasangan (setelah baut dan setengah pin) sebelum dibaut dengan baut tegangan tinggi. Sambungan dan penyambungan

yang akan dilewati lalu lintas selama pemasangan, lubang baut harus telah terisi sebanyak 3/4nya.

e) Komponen yang Disediakan Pengguna Jasa

Komponen yang disediakan oleh pengguna jasa harus dipasang dengan seksama dan sesuai dengan buku petunjuk dan gambar yang disediakan pabrik pembuatnya.

2. Perakitan Dibengkel

Bilamana diperintahkan oleh direksi pekerjaan maka unit-unit harus dirakit di bengkel sebelum dikirim ke lapangan.

3. Sambungan dengan baut standar

- a) Baut yang tidak dikencangkan terhadap beban percobaan (proof load) harus mempunyai mur tunggal yang dapat mengunci sendiri. Ring serong harus digunakan dimana bidang kontak mempunyai sudut lebih dari 1:20 dengan dengan salah satu bidang yang tegak lurus sumbu baut. Baut harus mempunyai panjang sedemikian hingga seluruh mur dapat dimasukkan ke dalam baut tetapi panjang baut tidak boleh melebihi 6 mm di luar mur.
- b) Baut harus dimasukkan ke dalam lubang tanpa adanya kerusakan pada uliran. Suatu "snap" harus digunakan untuk mencegah kerusakan kepala baut.
- c) Kepala baut dan mur harus dikencangkan sampai rapat pada pekerjaan dengan tenaga manusia yang menggunakan sebuah kunci yang cocok dengan panjang tidak kurang dari 380 mm untuk diameter nominal baut 19 mm atau lebih. Kepala baut harus diketuk dengan palu pada saat mur sedang dikencangkan.
- d) Seluruh uliran baut harus berada di luar lubang. Ring harus digunakan kecuali ditentukan lain.

4. Sambungan dengan baut tegangan tinggi

- a) Pastikan tidak terjadi pembengkokan dan bahwa elemen dasar dan pelat penyambung mempunyai bidang kontak yang rapat.
- b) Setiap peralatan yang digunakan untuk pengencangan baut harus dikalibrasi secara teratur dan dibuktikan dengan sertifikat kalibrasi sebelum pekerjaan pengencangan baut dilaksanakan. Nilai torsi yang diberikan pemasok harus disesuaikan sebelum setiap diameter dan mutu baut digunakan dalam pekerjaan.
- c) Pengencangan dapat dilaksanakan baik dengan putar separuh maupun cara pengendalian dengan torsi sebagaimana yang disetujui oleh pengawas pekerjaan atau sesuai dengan manual pengencangan baut yang diterbitkan oleh pemasok bahan struktur baja yang akan dipasang, baik jenis struktur gelagar baja, gelagar baja komposit atau rangka baja.

5. Pengelasan

- a) Prosedur pengelasan baik di bengkel maupun di lapangan, termasuk keterangan tentang persiapan permukaan-permukaan yang akan disambung harus diserahkan secara tertulis, untuk persetujuan dari pengawas pekerjaan sebelum memulai pabrikasi.
- b) Tidak ada prosedur pengelasan yang disetujui atau detai yang ditunjukkan dalam gambar yang harus dibuat tanpa persetujuan dari pengawas pekerjaan.
- c) Cara menandai setiap pelengkap sementara harus disetujui terlebih dahulu oleh pengawas pekerjaan.

- d) Setiap goresan pada pelengkap sementara harus diperbaiki sampai diterima pengawas pekerjaan. Bilamana perbaikan dengan pengelasan diperlukan, maka perbaikan ini harus dilaksanakan atas persetujuan direksi pekerjaan.
- e) Permukaan las yang tampak harus dibersihkan dari residu kerak. Semua percikan pengelasan yang mengenai permukaan harus dibersihkan.
- f) Agar dapat memperoleh ketebalan elemen baja yang penuh pada sambungan dengan pengelasan maka harus digunakan pelat penyambung “run-on” dan “run-off” pada bagian ujung elemen.

## 6. Pengecatan dan Galvanisasi

Semua permukaan baja lainnya harus dicat atau digalvanis sesuai dengan desain ketebalan cat atau galvanis yang telah ditentukan sesuai lokasi dimana struktur tersebut akan dipasang dan/disetujui pengawas pekerjaan.

## 7. Prosedur Pemasangan

- a) Prosedur pemasangan untuk setiap struktur jembatan baja dapat berbeda-beda menurut sumber bahan yang telah dibeli oleh sebelumnya oleh pengguna jasa.
- b) Sistem tersebut dapat termasuk atau termasuk komponen lantai jembatan dan dapat dipasang dengan salah satu cara pelaksanaan kantilever atau peluncuran.
- c) Komponen struktur baja yang disediakan oleh pengguna jasa akan mencakup seluruh elemen, landasan, perkakas yang memungkinkan penyedia jasa untuk merakit dan memasang struktur baja jembatan menurut prosedur yang disarankan oleh pabrik pembuatnya.

## c. Perbaikan Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan-Ketentuan Atau Rusak

### 1. Perbaikan pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan

- a) Komponen struktur jembatan yang menurut pendapat pengawas pekerjaan tidak dirakit dan/atau dipasang sesuai ketentuan dari spesifikasi atau dianggap tidak memenuhi ketentuan dalam hal lainnya, harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.
- b) Perbaikan dapat termasuk penggantian komponen yang rusak atau hilang dan pemasangannya, pelurusan pelat yang bengkok, perbaikan pelapisan permukaan yang rusak atau hal-hali lainnya yang dianggap perlu oleh pengawas pekerjaan.
- c) Beban pekerjaan perbaikan yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan sebagai akibat adanya komponen yang rusak atau hilang karena kelalaian penyedia jasa menjadi tanggung jawab penyedia jasa.
- d) Pekerjaan baja yang rusak selama penyimpanan, penanganan atau pemasangan harus diperbaiki sampai disetujui oleh pengawas Pekerjaan.
- e) Setiap bahan atau sambungan yang rusak sebelum diperbaiki harus ditolak dan segera disingkirkan dari pekerjaan.
- f) Elemen baja dengan dimensi di luar toleransi yang disyaratkan tidak akan diterima untuk digunakan dalam pekerjaan.

### 2. Penggantian komponen yang hilang atau rusak berat

- a) Bilamana diperintahkan oleh pengawas pekerjaan, komponen yang hilang atau rusak berat, dan belum diterima dari pengguna jasa, maka komponen yang diperlukan tersebut menjadi tanggung jawab penyedia jasa dan harus disediakan oleh penyedia jasa.
- b) Dalam hal ini, penyedia jasa harus menjamin bahwa semua komponen baru yang dipasok terdiri atas bahan yang setara atau lebih baik dari spesifikasi

pabrik aslinya, dan semua komponen fabrikasi dibuat, diselesaikan dan ditandai dengan teliti sesuai dengan dimensi dan toleransi seperti ditunjukkan dalam gambar kerja dari pabrik aslinya.

- c) Penggantian komponen harus dilaksanakan sesuai dengan hasil pemeriksaan dan diterima oleh pengawas pekerjaan. Sebagai tambahan, pengawas pekerjaan dapat meminta sertifikat bahan atau bukti pendukung lainnya atas sifat-sifat bahan yang dipasok bila dianggap perlu.
- d) Untuk menghindarkan kerugian akibat hal-hal tersebut di atas selama masa pengangkutan dari gedung ke lokasi pekerjaan, maka penyedia jasa harus mengasuransikan bahan jembatan baja secara all risk.

### 3. Perbaikan komponen yang rusak

Perbaikan yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan harus dibatasi pada pelurusan pelat-pelat yang bengkok dan komponen minor lainnya, perbaikan retak yang bukan karena kesalahan di bengkel dengan di pengelasan dan pengembalian kondisi lapisan permukaan yang rusak. Pekerjaan perbaikan tersebut harus dilaksanakan pada bengkel yang disetujui sesuai dengan petunjuk dari pengawas pekerjaan dengan ketentuan berikut ini:

- a) Pelurusan bahan yang bengkok. Logam tidak boleh dipanaskan kecuali kalau diijinkan oleh pengawas pekerjaan. Bila dilakukan pemanasan maka warna temperatur harus diperhatikan. Bila pemanasan telah disetujui untuk pelurusan komponen yang melengkung atau bengkok, logam harus didinginkan selambat mungkin setelah pekerjaan pelurusan selesai. Setelah pendinginan selesai permukaan logam harus diperiksa dengan teliti apakah terjadi keretakan akibat pelurusan tersebut. Bahan yang retak tidak boleh digunakan dan seluruh bahan harus diganti sampai diterima oleh pengawas pekerjaan.
- b) Perbaikan hasil pengelasan yang retak. Hasil pengelasan yang retak atau rusak pada komponen yang di las di bengkel harus dikupas, disiapkan dan dilas ulang dengan teliti menurut standar pengelasan yang ditentukan pabrik pembuatannya sesuai dengan mutu. Prosedur pengelasan yang akan dipakai untuk pekerjaan perbaikan harus dirancang sedemikian hingga dapat memperkecil setiap distorsi pada elemen komponen yang sedang diperbaiki, agar toleransi fabrikasi yang ditentukan pabrik pembuatnya dapat dipertahankan.
- c) Perbaikan lapisan permukaan yang rusak. Sebagian besar komponen baja yang disediakan oleh pengguna jasa mempunyai penyelesaian akhir pada permukaan dengan galvanis celup panas. Bilamana permukaan bahan yang dipasok terdapat lapisan yang dalam keadaan rusak, maka pengembalian kondisi pada tempat tempat yang rusak harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan penyiapan permukaan dan pengecatan, untuk perbaikan permukaan yang di galvanisasi dengan proses celup panas.

#### d. Pemeliharaan komponen struktur baja yang telah diterima

Penyedia jasa harus bertanggung jawab atas pemeliharaan rutin dari semua struktur jembatan baja yang telah selesai dan diterima selama periode kontrak.

### 6.3.5 Pengawasan Persiapan Pemasangan Gelagar

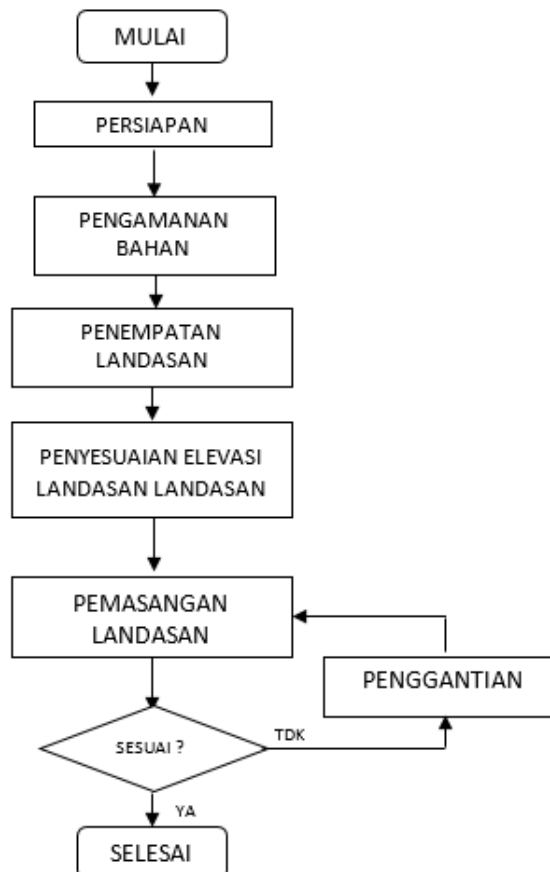
Penyedia Jasa wajib memastikan kesiapan dan kesesuaian peralatan dan operator yang meliputi:

- a. Tipe dan kapasitas peralatan angkat berikut aksesoris sling angkat, transport balok dan atau perangkat *launcher* gelagar yang digunakan dalam kondisi baik dan sesuai dengan yang diajukan pada dokumen rencana pemasangan gelagar yang sudah disetujui pengawas pekerjaan. Peralatan *crane* wajib memiliki sertifikat laik operasi yang dikeluarkan instansi yang berwenang.
- b. Operator yang mengendalikan peralatan *crane* wajib memiliki sertifikat pengoperasian sesuai peralatan yang dioperasikan dan dalam kondisi yang sehat serta memahami tahapan pekerjaan pemasangan gelagar sesuai yang direncanakan. Operator memiliki SIM dan SKA yang dikeluarkan instansi yang berwenang.

#### 6.3.5.1 Persiapan Dudukan *Elastomer/Bearing Pad* pada Kepala Jembatan

Dalam pengawasan persiapan dudukan elastomeric bearing, pengawas pekerjaan harus mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan:

- a. Pekerjaan Landasan Elastomer (*Elastomeric Bearing*)

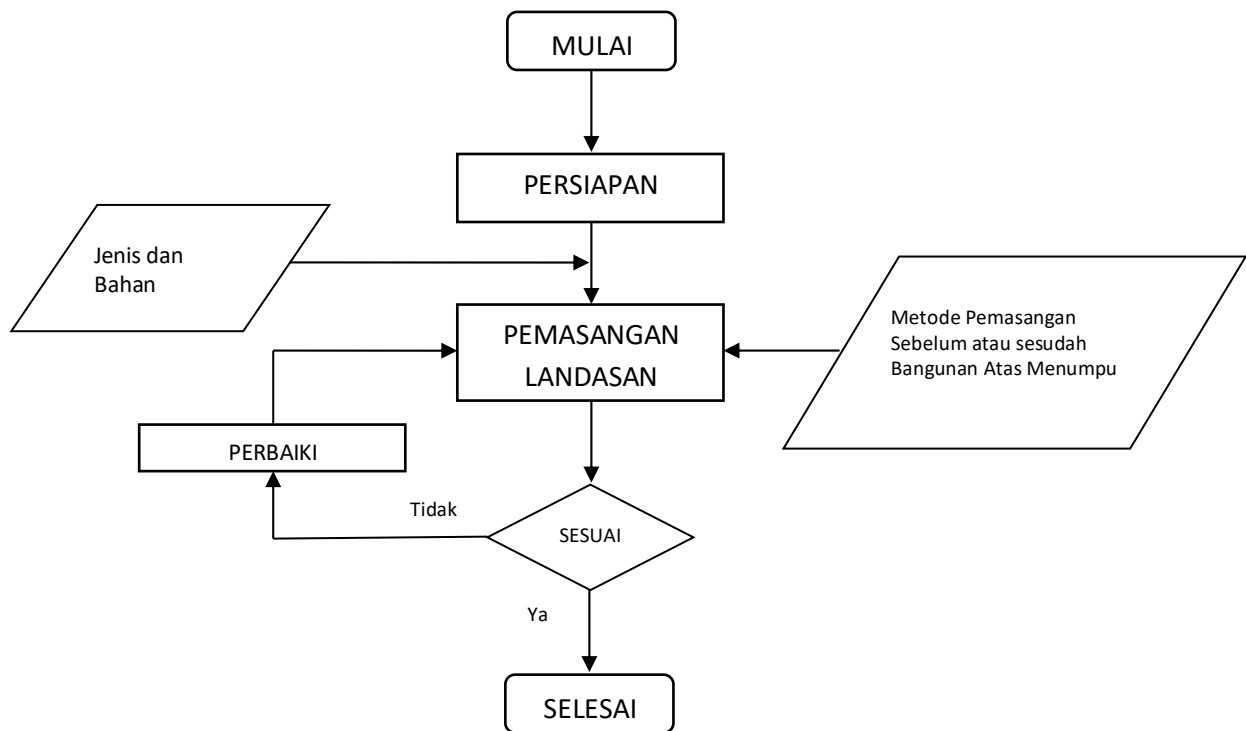


**Gambar 6.1 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan elastomer (elastomeric bearing)**

1. Persiapan
  - a) Harus menyerahkan jenis landasan yang diusulkan.
  - b) Jenis landasan yang diusulkan dilampirkan bersama sertifikat pabrik.
  - c) Jenis landasan sesuai dengan spesifikasi.
  - d) Ada gambar kerja.
  - e) Penyedia jasa harus menyerahkan contoh bahan yang diusulkan untuk disetujui.
  - f) Bahan yang dipasok harus sudah mendapat persetujuan pengawas pekerjaan.
  - g) Segala peralatan yang dibutuhkan harus disiapkan.
  - h) Tenaga kerja harus sudah siap.
  - i) Ada koordinator tenaga kerja.
2. Pengamanan Bahan
  - a) Landasan tidak mengalami kerusakan selama pengiriman dan penanganan.
  - b) Kalau ada kerusakan harus segera dilaporkan secara tertulis kepada pengawas pekerjaan.
  - c) Landasan harus disimpan di gudang lapangan.
  - d) Landasan harus dilindungi dari kerusakan yang tidak dikehendaki.
  - e) Landasan harus bebas dari kontak antara bahan-bahan yang tidak sejenis.
3. Penempatan Elastomer
  - a) Sumbu landasan berada dalam rentang  $\pm 3$  mm dari posisi seharusnya.
  - b) Elevasi landasan berada dalam rentang  $\pm 0,0001$  kali jumlah bentang atau  $\pm 5$  mm.
4. Penyesuaian Elevasi Landasan Perletakan
  - a) Komposisi dan kelecakan bahan landasan dirancang berdasarkan pengujian.
  - b) Bahan yang digunakan adalah mortar.
  - c) Bahan landasan harus mampu meneruskan beban tanpa kerusakan.
  - d) Permukaan untuk landasan harus sudah disiapkan.
  - e) Permukaan atas bidang landasan diluar perletakan harus mempunyai kelandaian yang menurun.
5. Pemasangan Landasan
  - a) Landasan harus memenuhi toleransi dimensi.
  - b) Landasan yang tidak memenuhi toleransi harus dibongkar.
  - c) Pelaksanaan landasan, kekuatan landasan harus telah cukup untuk menahan pemindahan beban yang diberikan.
6. Penggantian

Dilakukan penggantian apabila terjadi ketidak sesuaian landasan.

b. Pekerjaan Landasan *Bearing Pad*



**Gambar 6.2 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan (*bearing*) jembatan**

1. Persiapan

- Cek ulang lokasi kerja sesuai dengan gambar kerja.
- Cek ulang kesiapan kerja.
- Cek ulang kesesuaian bahan landasan memenuhi ketentuan perencanaan.
- Cek ulang kesiapan tenaga kerja penyedia jasa.
- Ada pengendalian K3 dan penanggungjawab lingkungan.
- Cek ulang kesiapan peralatan untuk pemasangan landasan.

2. Pemasangan Landasan

- Persiapan pemasangan, baut angkur, posisi dan elevasi landasan.
- Perhatikan masalah temperatur/suhu pada waktu pemasangan landasan.
- Lakukan perbaikan bilamana terdapat ketidaksesuaian pemasangan.
- Dudukan beton untuk landasan sesuai gambar rencana.
- Penempatan landasan sesuai rencana.



#### **6.3.5.2 Pengangkutan Segmen Pracetak dari Areal Stressing ke Lokasi Jembatan/Langsir Balok**

- a. Pastikan Penyedia Jasa telah mengajukan detail metode pengangkutan dan pemasangan serta peralatan yang akan digunakan untuk pemasangannya.
- b. Periksa selama pengangkutan unit-unit dari areal penyimpanan ke lokasi jembatan, harus disiapkan penyangga (*bracing*) untuk menghindari tergulingnya unit-unit.
- c. Jika terdapat cacat atau kerusakan, buat laporan tertulis kepada pengawas pekerjaan.
- d. Penyedia Jasa wajib memastikan pengaman proses langsir balok dari lokasi stressing bed ke area pemasangan balok.
- e. Pastikan akses jalan dan rute yang sudah direncanakan akan dilalui oleh bogie trailer relatif rata dan memiliki alinyemen vertikal maksimum 10% dan alinyemen horizontal maksimum 2%.
- f. Angkat gelagar menggunakan lifting frame atau lifting loop yang dikalungkan pada ujung balok dengan posisi titik pengangkatan dekat dengan rencana posisi perletakan gelagar.
- g. Pastikan posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi vertikal dan rata untuk level horizontal antar kedua ujung.
- h. Pastikan balok diatas bogie trailer dalam kondisi tegak dan bertumpu pada kayu ganjal dan diikat kencang dengan rantai/sling untuk menjaga posisi dan kestabilan balok saat proses langsir.
- i. Pastikan safety plan dilaksanakan oleh semua pekerja yang terlibat.

#### **6.3.5.3 Persiapan Sebelum Pemasangan / Instalasi Gelagar.**

- a. Pastikan gelagar sudah di stressing dan angkur sudut ditutup.
- b. Pastikan panjang perletakan sesuai dengan spesifikasi pada gambar kerja dan sesuai dengan panjang gelagar.
- c. Pasang dudukan elastomer/bearing pad dengan luasan lebih besar dari dimensi elastomer.
- d. Pastikan elevasi mortar/ bearing pad sesuai dengan rencana elevasi lantai jembatan dikurangi tinggi total gelagar.
- e. Pastikan kekerasan mortar/ bearing pad sudah 100 % / sesuai Spesifikasi.
- f. Pastikan angkur-angkur untuk elastomer yang menggunakan plat baja sudah terpasang.
- g. Apabila menggunakan metode crane maka pastikan waktu pelaksanaan pekerjaan memadai dan kondisi lingkungan sekitar seperti cuaca dan kecepatan angin kondusif untuk pekerjaan pemasangan gelagar.

#### **6.3.6 Pemasangan Gelagar Pada Jembatan**

Pemasangan gelagar jembatan bisa dengan menggunakan beberapa metode, antara lain:

#### **6.3.6.1 Instalasi Gelagar dengan Satu Crane Angkat**

- a. Kondisi kendaraan pengangkut dalam keadaan baik.
- b. Waktu Pelaksanaan pekerjaan dan kondisi lingkungan sekitar mendukung (tidak hujan).
- c. pastikan posisi crane sudah ada di posisi yang direncanakan.
- d. Launcher dipasang diatas kepala jembatan.
- e. Segmen gelagar disimpan diatas *stroller launcher* sesuai.
- f. Gelagar didorong dengan menggunakan *stroller*, sesuai dengan gambar rencana.
- g. Posisi titik pengangkatan dekat dengan rencana posisi perletakan gelagar.
- h. Pastikan posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi tegak dan rata untuk level horisontal antar kedua ujung.
- i. Posisi gelagar tepat di atas perletakan/tumpuan/elastomer.
- j. Penurunan gelagar dilakukan perlahan hingga menumpu tepat pada perletakan.
- k. Pengamanan girder jembatan dilakukan menggunakan kayu, atau *shoring*, atau rantai.

#### **6.3.6.2 Instalasi Gelagar dengan Dua Crane Angkat**

- a. Kondisi kendaraan pengangkut dalam keadaan baik.
- b. Waktu Pelaksanaan pekerjaan dan kondisi lingkungan sekitar mendukung (tidak hujan).
- c. Pastikan posisi *crane* sudah ada di posisi yang direncanakan.
- d. Pengangkatan gelagar menggunakan *lifting loop* atau *lifting frame* atau dengan sesuai yang disyaratkan.
- e. Pastikan posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi tegak dan rata untuk level horisontal antar kedua ujung.
- f. Pastikan gelagar bertumpu sempurna pada elastomer dengan posisi vertikal di posisi sesuai dengan gambar kerja.
- g. Jaga kestabilan balok gelagar ke-1 diatas kepala jembatan / *pier* dengan mengekang posisi balok pada kedua ujung balok dengan cara mengencangkan rantai/*chain block* yang dikaitkan pada titik angkat segmen balok dan *temporary* angkur pada kepala jembatan. Pastikan tahapan pemasangan gelagar ke-2 pada posisi sesuai gambar kerja dengan proses yang sama seperti pemasangan gelagar harus segera dilakukan pemasangan pengaku antara gelagar ke-1 dan ke-2 menggunakan kayu dengan jarak per 6m sebagai batang tekan dan koneksi antar balok dengan *bracing* dari besi beton. Pastikan pemasangan *bracing* sementara dilaksanakan sampai semua gelagar sudah terpasang.

#### **6.3.6.3 Instalasi Gelagar dengan Gabungan Crane dan Launcher**

- a. Kondisi kendaraan pengangkut dalam keadaan baik.
- b. Kapasitas *crane* sesuai dengan kontrak.
- c. Waktu Pelaksanaan pekerjaan dan kondisi lingkungan sekitar mendukung (tidak hujan).
- d. Pastikan posisi *crane* sudah ada di posisi yang direncanakan.
- e. *Launcher* dipasang diatas kepala jembatan.

- f. Segmen gelagar didorong setelah diletakkan pada *trolley*.
- g. Gelagar didorong dengan menggunakan *stroller*, sesuai dengan gambar rencana.
- h. Gelagar diangkat dengan menggunakan *lifting frame* atau *lifting loop*.
- i. Titik pengangkatan sesuai dengan rencana posisi perletakan gelagar.
- j. Posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi tegak dan rata untuk level horisontal antar ujung.
- k. Posisikan gelagar tepat diatas perletakan/tumpuan/elastomer.
- l. Penurunan gelagar dilakukan perlahan hingga menumpu tepat pada perletakan.
- m. Pengamanan girder jembatan dilakukan menggunakan kayu, atau *shoring*, atau rantai.

#### **6.3.6.4 Instalasi Gelagar dengan Sistem *Launching Gantry***

- a. Baut sambungan dalam kondisi baik dengan maksimal penggunaan dua kali.
- b. Kapasitas *gantry hoist* dan *sling* angkat sesuai dengan kontrak.
- c. Waktu Pelaksanaan pekerjaan dan kondisi lingkungan sekitar mendukung (tidak hujan).
- d. Alat angkat memiliki Surat Izin Alat.
- e. Opreator alat memiliki Surat Izin Operasi untuk alat angkat.
- f. Hasil pemeriksaan fisik *launching truss*, *hoist* angkat dan *sling* angkat sebelum pengangkatan dipastikan dalam kondisi baik dan layak digunakan.
- g. Kondisi lapangan sudah steril pada saat instalasi gelagar.
- h. Titik angkat balok dalam kondisi baik dan layak digunakan.
- i. Untuk pengangkatan balok dengan *lifting frame* baja, pastikan sudah terpasang dengan benar.
- j. Posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi tegak dan rata untuk level horisontal antar ujung.
- k. Posisi balok saat pengangkatan rata dan horisontal dengan toleransi 4%.
- l. Panjang *truss* minimal 2 kali bentang jembatan.
- m. Pengamanan girder jembatan dilakukan menggunakan kayu, atau *shoring*, atau rantai.

#### **6.3.7 Pemberian Pengaman Setelah Gelagar Terpasang**

Ada 3 (tiga) tipe pengaman yang dapat digunakan/dijadikan referensi:

1. Pengaman dengan menggunakan penyangga ujung gelagar.
2. Pengaman dengan ikatan besi tulangan (*bar bracing*).
3. Pengaman dengan sabuk pengikat (*anchor belt fasteners/Chain Block*).

Pemilihan tipe pengaman ditentukan oleh Penyedia Jasa, melalui pertimbangan dan persetujuan pengawas pekerjaan.

## 6.4 Jembatan Rangka Baja

### a. Pekerjaan Persiapan

1. Periksa persiapan pelaksanaan pekerjaan meliputi pemeriksaan kuantitas dan kondisi seluruh bahan.
2. Pastikan detail perakitan dan pemasangan, manual denah penandaan dan daftar komponen yang diperlukan telah tersedia dan diterima oleh penyedia jasa.
3. Pastikan penyedia jasa menyerahkan rincian jadwal kerja pekerjaan dan perlengkapan pengendalian lalu lintas.
4. Periksa rincian jadwal pekerjaan dan perlengkapan pengendalian lalu lintas urutan dan waktu yang terinci dari operasi pemasangn jembatan.
5. Periksa dan pastikan pengendalian lalu lintas harus sesuai dengan ketentuan.
6. Pastikan semua pekerjaan sipil pada abutmen dan pilar selesai di tempat dan diterima, sebelum operasi perakitan dimulai.
7. Periksa perletakan harus dipasang pada elevasi dan posisi yang benar pada perletakan yang rata dan benar di atas seluruh bidaang kontak.
8. Periksa untuk perletakan yang dipasang di atas adukan semen, tidak boleh dibebani selama 96 jam setelah adukan semen dipasang.

### b. Penentuan Titik Pengukuran dan Pekerjaan Sementara

1. Pastikan penyedia jasa menyiapkan dan menentukan titik pengukuran pada salah satu oprit jembatan yang cocok untuk merakit suatu jangkar untuk penyeimbang.
2. Pastikan seluruh rol dan penyangga sementara terpasang pada elevasi yang benar, sesuai dengan bidang peluncuran yang telah dihitung sebelumnya dan/atau karakteristik lendutan.
3. Apabila perletakan dipasang di atas adukan semen, tidak boleh ada beban apapun di atasnya dalam kurun 96 jam setelah pengecoran.

### c. Penyerahan Baja Jembatan

1. Kendalikan supaya penyedia jasa membuat seluruh pengaturan yang diperlukan untuk serah terima yang tepat, pengangkutan dan pengiriman ke lokasi pekerjaan.
2. Pastikan penyedia jasa memeriksa kuantitas dan kondisi seluruh bahan sebelum menerima dan menandatangani surat pengiriman bahan.
3. Bahan yang disediakan pengawas yang digunakan selama operasi pemasangan harus diinventarisasi terpisah dan harus dikembalikan dalam keadaan baik.

### d. Penanganan dan Penyimpanan

1. Periksa seluruh bagian struktur baja ditempatkan di atas penyangga kayu atau penahan gelincir.
2. Periksa bagian struktur berbentuk balok t atau profil kanal disimpan dengan badan balok dalam posisi tegak.
3. Periksa semua komponen sejenis disimpan di suatu tempat untuk kemudahan penganalan.

4. Pastikan seluruh baut dan perlengkapan kecil disimpan dalam kaleng di lokasi yang kering dan tidak terekspos cuaca.
- e. Perakitan Komponen Baja
1. Kendalikan perakitan komponen baja sesuai dengan tanda yang ditunjukkan pada gambar kerja pabrik pembuat jembatan dan prosedur urutan pemasangan yang dirinci dalam prosedur pemasangan.
  2. Periksa semua bidang kontak harus bersih dari minyak, kerak, bagian yang tajam.
  3. Periksa ring harus dipasang dibawah mur atau kepala baut.
- f. Pemasangan
1. Pastikan urutan pemasangan dilaksanakan dengan teliti sesuai dengan prosedur pemasangan dalam buku petunjuk dari pabrik pembuat jembatan.
  2. Pastikan operasi pemasangan memperhatikan keselamatan umum dan struktur jembatan stabil.
  3. Kendalikan pada jembatan yang dipasang dengan prosedur peluncuran harus diambil langkah pengamanan untuk memastikan selama seluruh tahap pemasangan aman dari pergerakan bebas pada rol.
  4. Periksa beban pengimbang diletakkan dengan berat sedemikian rupa sehingga faktor keamanan untuk stabilitas benar.
  5. Kendalikan operasi pemasangan dengan peluncuran atau perakitan bertahap dilaksanakan sampai struktur jembatan rangka baja terletak di atas lokasi perletakan akhir. Kemudian struktur jembatan didongkrak sampai elevasi yang cukup untuk penyingkiran seluruh balok-balok kayu sementara, rol penyangga dan penyambung antar struktur rangka (*link sets*), dan selanjutnya jembatan diturunkan sampai kedudukan akhir.
- g. Konstruksi Lantai Jembatan
- Pastikan baut, pasak, *ring* penutup, perangkat keras penghubung lainnya untuk memasang lantai tidak boleh dipasok oleh penyedia jasa.
- h. Pengecekan
1. Periksa kuantitas dan kondisi seluruh bahan.
  2. Periksa inventarisasi bahan yang digunakan sementara selama pemasangan.
  3. Kendalikan penanganan dan penyimpanan.
  4. Kendalikan pemasokan bahan lantai kayu, sudah terpotong dan dilubangi.
- i. Pelaksanaan
1. Kendalikan agar perakitan dan pemasangan sesuai prosedur pabrik.
  2. Kendalikan penentuan titik sementara dan pekerjaan sementara.
  3. Kendalikan pemasangan perletakan jembatan pada elevasi yang benar dan perletakan yang rata.
  4. Kendalikan pelaksanaan perletakan jembatan yang dipasang di atas adukan semen.

5. Kendalikan kebersihan bidang kontak selama perakitan komponen.
  6. Kendalikan pemasangan ring selama perakitan.
  7. Kendalikan agar pemasangan memenuhi ketentuan keselamatan umum.
  8. Kendalikan agar operasi pendonghtakan sesuai prosedur dari pabrik.
- j. Perbaiki Komponen Jembatan
1. Kendalikan komponen struktur jembatan yang tidak dirakit dan/atau dipasang sesuai ketentuan.
  2. Pekerjaan yang tidak dirakit sesuai ketentuan, harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan pengawas pekerjaan.
  3. Periksa perbaikan dapat termasuk penggantian komponen yang rusak atau hilang dan pemasangannya, pelurusan pelat yang bengkok, perbaikan pelapisan permukaan yang rusak.
- k. Pengukuran Hasil Pekerjaan
1. Periksa pengukuran untuk pembayaran dalam jumlah total kilogram struktur baja yang selesai dikerjakan di tempat dan diterima.
  2. Pastikan berat total struktur yang diukur untuk pembayaran harus dihitung sebagai berat semua komponen masing-masing baja yang digunakan dalam pemasangan struktur akhir.
  3. Periksa pengangkutan dan pengiriman semua bahan yang disediakan oleh pegguan jasa harus diukur dan dibayar dalam jumlah total kilogram.
  4. Penyedia jasa harus melakukan pemeliharaan rutin dari semua struktur jembatan rangka baja yang telah selesai dan di terima selama periode pelaksanaan.

## **6.5 Jembatan *Voided Slab***

### a. Pekerjaan Persiapan

Pastikan penyedia jasa telah mengajukan prosedur dan rencana pelaksanaan, dan telah disetujui oleh pengawas pekerjaan.

### b. Landasan gaya pratekan

Periksa landasan harus cukup kuat sehingga apabila terjadi slip pada jangkar tidak terjadi lendutan atau kerusakan pada landasan akibat beban terpusat atau beban mati dari unit-unit yang ditunjang. Hal-hal yang harus di cek pada pekerjaan persiapan landasan adalah:

1. Daya dukung tanah dasar/pondasi agregat sesuai.
2. Bahan dan dimensi sesuai dengan gambar kerja.
3. Perlengkapan pemantauan posisi telah dipasang.
4. Telah dipasang media geser antara balok dan landasan.

### c. Penempatan Jangkar

1. Bidang kontak beton dengan plat jangkar rata.
2. Jangkar tegak lurus terhadap garis kerja gaya pra-tegang.

- d. Penempatan Kabel
  1. Pastikan kabel dan jangkar ditempatkan sesuai gambar dan tidak bergeser selama pengecoran.
  2. Periksa pada penempatan kabel agar kabel tidak menyentuh acuan yang telah diminyaki.
- e. Pengecoran beton
  1. Pastikan sebelum pengecoran beton, penyedia jasa telah melakukan slump test.
  2. Pastikan ada benda uji beton.
- f. Pemasangan Kabel Melintang
  1. Penarikan di saksikan oleh Direksi Teknis dan direksi Pekerjaan.
  2. Kekuatan beton memenuhi atau sesuai .
  3. Ada titik duga untuk mengukur elongasi.
  4. Gaya tarik pendahuluan sesuai.
  5. Kabel ditegangkan secara bertahap sesuai ketentuan.
  6. Kecepatan penegangan tetap.
  7. Penarikan kabel sesuai dengan urutan yang ditentukan dalam gambar.
  8. Penarikan tidak lebih dari 85% dari kekuatan maksimum.
  9. Ada grafik untuk setiap tahap penegangan.
  10. Elongasi dalam gaya total memenuhi syarat.
  11. Apabila tidak memenuhi ada tindak lanjut.
  12. Setelah penjangkaran, tegangan memenuhi syarat.
- g. Pengecoran *Spesi*
  1. Waktu pelaksanaan pengecoran spesi sesuai dengan rencana.
  2. Kondisi peralatan pencampur sesuai dengan rencana.
  3. Kondisi peralatan pengecoran sesuai dengan rencana.
  4. Rasio air semen pada campuran sesuai dengan dokumen kontrak.
  5. Seluruh spesi slab penuh.

## 6.6 Lantai Jembatan

Jenis lantai jembatan perlu dievaluasi terhadap beban truk mengingat sistem lantai jembatan sifatnya diskrit (tidak menerus sehingga efek lokal dari beban-beban roda perlu dicek agar dapat memberikan daya dukung baik *service* maupun *ultimit* secara optimal. Dari populasi jembatan yang ada , sistem jembatan dapat dibagi dalam dua kelompok;

- a. Diskrit (melintang) dengan dibatasi terhadap cross beam (cross girder) yang dilengkapi dengan stringer (balok arah memanjang) dan biasa pada jembatan rangka.
- b. Diskrit arah memanjang ditandai dengan adanya balok-balok memanjang yang dominan.

Metode pelaksanaan pada lantai jembatan adalah sebagai berikut:

### **6.6.1 Perancah Lantai**

- a. Cek metode pemasangan perancah
- b. Persiapan lokasi kerja, lokasi yang akan dipasang perancah diidentifikasi. Kondisi lokasi harus bersih dan bagian permukaan yang akan dipasang perancah harus rata sesuai dengan gambar kerja dan peletakan soleboard dan baseplate.
- c. Persiapan alat dan komponen perancah, alat, komponen perancah yang dibutuhkan diidentifikasi rencana kerja dan spesifikasi teknis.
- d. Pastikan letak dari scaffolding atau atur jarak scaffolding misalnya as balok pada pekerjaan bekisting balok.
- e. Kendalikan Papan atau jack base pada landasan yang stabil dan Pasang kerangka (frame).
- f. Berikutnya pastikan pasang cross brace pada dua sisi supaya elemen perancah bisa berdiri dengan baik.
- g. Jika selesai atau pemasangan perancah dianggap cukup maka pasang shoring head jika ketinggian perancah dianggap cukup, artinya ketinggian dapat dilakukan dengan mengatur jack dan u-head. namun jika belum cukup maka pasang frame vertikal berikutnya.
- h. Perancah yang sudah selesai dipasang diperiksa keseimbangan dan kekokohnya sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode kerja.

### **6.6.2 Pemasangan Acuan**

- a. Sambungan antar bekisting harus lurus.
- b. Bekisting harus kedap air.
- c. Periksa formwork sudah kuat sesuai dengan gambar rencana.
- d. Periksa pemasangan acuan, pemasangan bracing yang sudah sesuai dengan gambar rencana.
- e. Pastikan bahwa acuan kuat, tapi juga mudah untuk dilepas pada saat setelah pengecoran selesai.

### **6.6.3 Instalasi Tulangan Lantai**

- a. Penyimpanan dan Penanganan

Pada umumnya instalasi tulangan mengikuti persyaratan jarak dan ukuran tulangan. Instalasi tulangan yang berlaku pada gambar perencanaan yang digambar dalam gambar rencana kerja yang dipengang oleh pelaksana.

1. Penyedia Jasa harus mengangkut tulangan ke tempat kerja dalam ikatan, diberi label, dan ditandai dengan label logam yang menunjukkan ukuran batang, panjang dan informasi lainnya sehubungan dengan tanda yang ditunjukkan pada diagram tulangan.
2. Penyedia Jasa harus menangani serta menyimpan seluruh baja tulangan sedemikian untuk mencegah distorsi, kontaminasi, korosi, atau kerusakan.



b. Pengajuan Kesiapan Kerja

1. Sebelum memesan bahan, seluruh daftar pesanan dan diagram pembengkokan harus disediakan oleh penyedia jasa untuk mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, dan tidak ada bahan yang boleh dipesan sebelum daftar tersebut serta diagram pembengkokan disetujui.
2. Sebelum memulai pekerjaan baja tulangan, penyedia jasa harus menyerahkan kepada pengawas pekerjaan daftar yang disahkan pabrik baja yang memberikan berat satuan nominal dalam kilogram untuk setiap ukuran dan mutu baja tulangan atau anyaman baja dilas yang akan digunakan dalam pekerjaan.

c. Pembengkokan

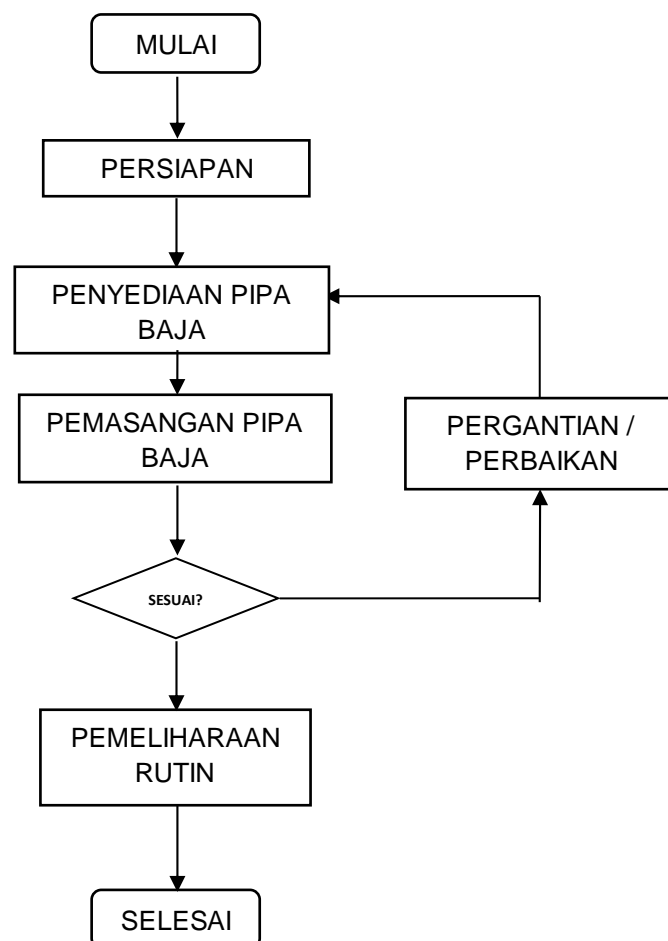
1. Terkecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan, seluruh baja tulangan harus dibengkokkan secara dingin dan sesuai dengan prosedur SNI 03-6816-2002, menggunakan batang yang pada awalnya lurus dan bebas dari lekukan-lekukan, bengkokan-bengkokan atau kerusakan. Bila pembengkokan secara panas di lapangan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, tindakan pengamanan harus diambil untuk menjamin bahwa sifat-sifat fisik baja tidak terlalu berubah banyak.
2. Batang tulangan dengan diameter 2 cm dan yang lebih besar harus dibengkokkan dengan mesin pembengkok.

d. Penempatan dan Pengikatan

1. Tulangan harus dibersihkan sesaat sebelum pemasangan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, oli, cat, karat dan kerak, percikan adukan atau lapisan lain yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.
2. Tulangan harus ditempatkan akurat sesuai dengan gambar dan dengan kebutuhan selimut beton minimum yang disyaratkan.
3. Batang tulangan harus diikat kencang dengan menggunakan kawat pengikat sehingga tidak tergeser pada saat pengecoran. Pengelasan tulangan pembagi atau pengikat (stirrup) terhadap tulangan baja tarik utama tidak diperkenankan.
4. Seluruh tulangan harus disediakan sesuai dengan panjang total yang ditunjukkan pada Gambar. Penyambungan (splicing) batang tulangan, terkecuali ditunjukkan pada Gambar, tidak akan diizinkan tanpa persetujuan tertulis dari pengawas pekerjaan. Setiap penyambungan yang dapat disetujui harus dibuat sedemikian hingga penyambungan setiap batang tidak terjadi pada penampang beton yang sama dan harus diletakkan pada titik dengan tegangan tarik minimum.
5. Bilamana penyambungan dengan tumpang tindih disetujui, maka panjang tumpang tindih minimum haruslah 40 diameter batang dan batang tersebut harus diberikan kait pada ujungnya.
6. Pengelasan pada baja tulangan tidak diperkenankan, terkecuali terinci dalam gambar atau secara khusus diizinkan oleh pengawas pekerjaan secara tertulis. Bilamana Pengawas Pekerjaan menyetujui pengelasan untuk sambungan, maka sambungan dalam hal ini adalah sambungan dengan panjang penyaluran penuh yang memenuhi ketentuan dari AWS D1.4/D1.4M:2011. Pendinginan terhadap pengelasan dengan air tidak diperkenankan.

7. Simpul dari kawat pengikat harus diarahkan membelakangi permukaan beton sehingga tidak akan terekspos.
8. Anyaman baja tulangan yang dilas harus dipasang sepanjang mungkin, dengan bagian tumpang tindih dalam sambungan paling sedikit satu kali jarak anyaman. Anyaman harus dipotong untuk mengikuti bentuk pada kerb dan bukaan, dan harus dihentikan pada sambungan antara pelat.
9. Bilamana baja tulangan tetap dibiarkan terekspos untuk suatu waktu yang cukup lama, maka seluruh baja tulangan harus dibersihkan dan diolesi dengan pasta semen (semen dan air saja).
10. Tidak boleh ada bagian baja tulangan yang telah dipasang boleh digunakan untuk memikul perlengkapan pemasok beton, jalan kerja, lantai untuk kegiatan bekerja atau beban konstruksi lainnya.

#### 6.6.4 Drainase lantai Jembatan



**Gambar 6.3 - Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase lantai jembatan**

- a. Persiapan
  - 1. Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar kerja.
  - 2. Gambar Kerja harus disetujui direksi pekerjaan.
  - 3. Ada sertifikat dari pihak pabrik pembuat pipa baja.
  - 4. Tenaga kerja harus selalu siap dilapangan.
  - 5. Keselamatan dan kesehatan kerja harus diperhatikan.
- b. Penyedia Pipa Baja
  - 1. Pipa baja yang ada sudah digalvanisasi.
  - 2. Angkur dudukan harus tersedia.
  - 3. Bahan yang disimpan harus diperiksa.
  - 4. Bagian-bagian pipa baja harus terlindungi.
- c. Pemasangan Pipa Baja
  - 1. Pemasangan pipa baja harus sesuai dengan garis dan ketinggian dalam Gambar.
  - 2. Panjang pipa cucuran > 200 m dari elevasi terbawah dari struktur utama bangunan atas.
- d. Pergantian / Perbaikan
  - 1. Pipa cucuran yang rusak berat seperti melengkung atau penyok harus diganti.
  - 2. Pipa yang mengalami kerusakan pada pengelasan harus dikembalikan ke bengkel untuk diperbaiki.
  - 3. Pipa yang mengalami kerusakan pada galvanisasi/pengecatan harus diperbaiki.
- e. Pemeliharaan Rutin
  - 1. Penyedia jasa harus bertanggung jawab atas pemeliharaan rutin.
  - 2. Pemeliharaan rutin harus dilaksanakan sesuai Spesifikasi Umum.

## **6.6.5 Railing Jembatan**

### **6.6.5.1 Ketentuan Umum**

- a. Ketentuan Pelaksanaan Pengawasan
  - 1. Pengawasan Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Sandaran hanya dilakukan pada lokasi pekerjaan yang *request*-nya telah mendapat persetujuan dari semua pihak yang berkompeten.
  - 2. Pengawasan Pelaksanaan Pemasangan Sandaran ini dilakukan sepanjang waktu pelaksanaan pekerjaan pada lokasi kegiatan, sekurang-kurangnya 1 (satu) kali setiap hari sampai pekerjaan dimaksud dinyatakan selesai.
  - 3. Pencatatan dan laporan dilakukan minimal 1 (satu) kali pada setiap hari kerja.
  - 4. Catatan penyimpangan atau kondisi seketika yang dapat mempengaruhi kegiatan, harus dicatat pada kolom catatan yang telah disediakan.

b. Ketentuan Bahan

1. Baja

Bahan untuk sandaran jembatan harus baja rol dengan tegangan leleh 2.500 kg/cm<sup>2</sup> memenuhi SNI 6764:2016 atau standar lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Atas perintah Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menguji baja rol di instansi pengujian yang disetujui bilamana tidak terdapat sertifikat pabrik pembuatnya.

2. Baut Pemegang ( *Holding Down Bolt*)

Baut pemegang harus berbentuk U dan berdiameter 25 mm memenuhi ASTM A307-14e1 atau, bila disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, setara dengan Baut Ankur Dengan Perikat Epoksi (*Epoxy Bonded Stud Anchor Bolts*). Paku ankur jenis lainnya tidak diizinkan. Semua baut pemegang harus diproteksi terhadap korosi atau digalvanisasi.

3. Beton

Bahan pekerjaan beton mengacu kepada Spesifikasi Umum 2018 Seksi 7.1 dengan mutu beton  $f_c'$  30 MPa

c. Ketentuan Toleransi

Diameter lubang : + 1 mm, - 0,4 mm

Tiang Sandaran : Akan dipasang baris demi baris serta ketinggian, tiang-tiang harus tegak dengan toleransi tidak melampaui 3 mm/meter tinggi.

Sandaran (*railing*) : Panel sandaran yang berbatasan harus segaris satu dengan lainnya dalam rentang 3 mm.

Kelengkungan : Sandaran harus memenuhi kurva jembatan. Kurva ini dapat dibentuk dengan serangkaian tali antara tiang.

Tampak : Sandaran harus menunjukkan penampilan yang halus dan seragam jika dalam posisi akhir.

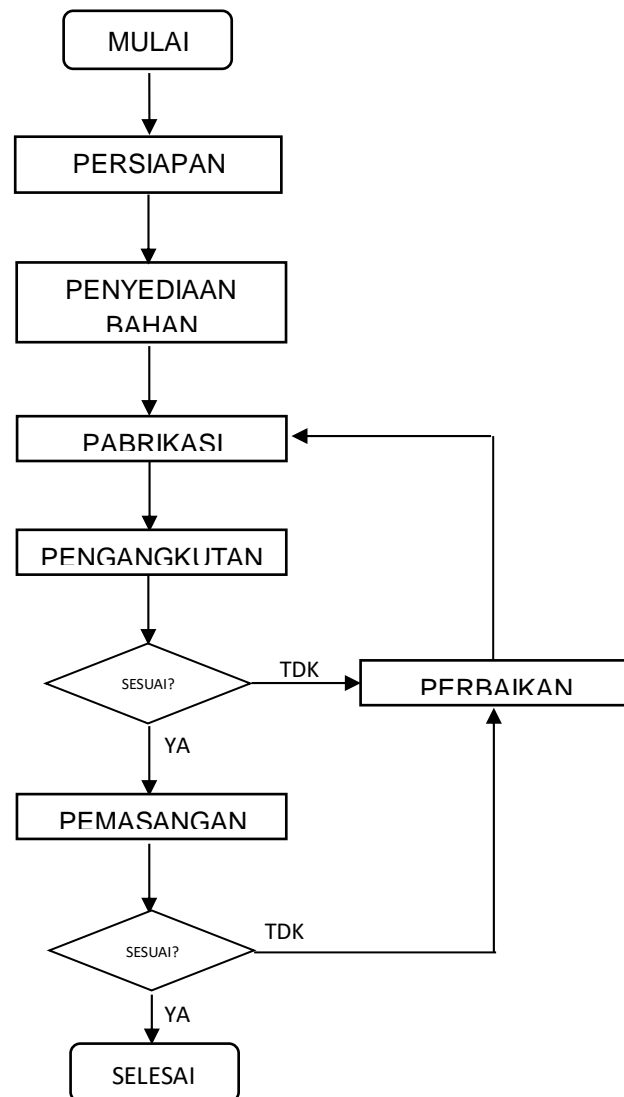
d. Ketentuan Pada Masing-masing Langkah Kerja

1. Persiapan

- a) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan kesesuaian kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja sebagaimana yang diusulkan dalam pengajuan pekerjaan.
- b) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan gambar pelaksanaan dan detil sandaran yang telah disetujui Pengawas Pekerjaan.
- c) Pabrikasi tidak boleh dimulai sebelum gambar kerja disetujui.
- d) Penyedia Jasa harus menyerahkan sertifikat pabrik pembuat sandaran baja yang menunjukkan mutu baja, penjelasan dan sebagainya.
- e) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan bahan setiap jenis baja yang diajukan berikut dokumen hasil pengujian sesuai yang disyaratkan oleh spesifikasi.

- f) Harus dipastikan bahwa penanggung jawab kegiatan telah ditetapkan dan berada dilokasi kegiatan.
  - g) Penyedia Jasa menyediakan petugas pengendali keselamatan kerja (K3).
  - h) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan kesiapan alat, dan memastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  - i) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan ulang kesiapan tenaga kerja.
  - j) Petugas pengawas harus memberikan peringatan bahwa pekerjaan tidak boleh dimulai tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan.
  - k) Petugas pengawas harus melakukan pengecekan ulang terhadap hasil kesiapan lapangan, apakah ada perubahan dari kondisi sebelumnya.
2. Penyediaan Bahan
- a) Mutu bahan yang dipasok, harus sesuai dengan standar rujukan untuk sandaran jembatan, SNI 03-6764-2002 mengenai Spesifikasi Baja Struktural atau standar lain yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
  - b) Bahan harus dijaga agar bebas dari debu, minyak, gemuk dan benda-benda asing lainnya.
3. Pabrikasi
- a) Semua elemen yang dirakit harus cocok dan tepat dalam toleransi yang disyaratkan.
  - b) Sandaran harus dipabrikasi di bengkel yang disetujui.
  - c) Pengelasan harus dilaksanakan oleh tenaga yang trampil, dengan cara yang ahli, mengetahui detil semua sifat-sifat bahan.
  - d) Lapisan yang terekspos harus dikupas, digosok, dikikir dan dibersihkan untuk mendapatkan penampilan yang bersih sebelum digalvanisasi.
  - e) Pelat dasar harus dilas ke tiang-tiang untuk menghitung setiap ketinggian yang diberikan dalam Gambar dan dengan cara yang sedemikian hingga tiang-tiang ini akan tegak jika dalam posisi akhir.
  - f) Semua bagian baja harus digalvanisasi sesuai dengan AASHTO M111M/M111-15 *Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products*, kecuali jika galvanisasi ini telah mempunyai tebal minimum 80 mikron.
  - g) Pekerjaan pengeboran dan pengelasan harus sudah selesai sebelum galvanisasi.
  - h) Agar kondensasi uap air dapat lolos setelah fabrikasi sebelum galavanisasi, pipa harus dilengkapi dengan lubang yang ditunjukkan dalam gambar.
  - i) Setiap penambahan lubang yang diperlukan untuk pengaliran atau diperlukan untuk galvanisasi harus diletakkan dalam posisi yang sedemikian hingga tidak langsung tampak dan tidak mengurangi kapasitas pipa terhadap beban.
  - j) Pipa harus digalvanisasi luar dan dalam.
  - k) Setelah galvanisasi elemen-elemen sandaran selesai, pengelasan atau pengeboran tidak boleh dilakukan tanpa persetujuan pengawas pekerjaan.

### 6.6.5.2 Bagan Alir dan Tata Cara



**Gambar 6.4 - Bagan Alir Pengawasan Pekerjaan Sandaran (Railing) Jembatan**

a. Persiapan

1. Cek ulang kesesuaian kesiapan bahan, peralatan dan tenaga kerja.
2. Gambar pelaksanaan dan detil sandaran telah disetujui pengawas pekerjaan.
3. Sebelum gambar kerja disetujui, tidak ada pabrikan.
4. Harus ada sertifikat pabrik pembuat sandaran baja.
5. Ada dokumen hasil pengujian bahan.
6. Hasil pengujian sesuai spesifikasi.
7. Penanggungjawab kegiatan ada di lokasi kegiatan.
8. Ada petugas K3.
9. Tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.

10. Harus ada pengecekan kesiapan ulang tenaga kerja.
  11. Tidak ada kegiatan tanpa persetujuan pengawas pekerjaan.
- b. Penyediaan Bahan
1. Mutu bahan sesuai standar rujukan untuk sandaran jembatan.
  2. Bahan harus dijaga dari benda asing lainnya.
- c. Pabrikasi
1. Semua elemen yang dirakit harus cocok dan sesuai toleransi yang disyaratkan.
  2. Sandaran harus dipabrikasi di bengkel yang disetujui.
  3. Pengelasan harus dilaksanakan oleh tenaga terampil dan ahli.
  4. Bahan harus dibersihkan dahulu sebelum digalvanasi.
  5. Plat dasar harus dilas ke tiang-tiang sesuai dengan gambar.
  6. Bagian baja harus digalvanasi sesuai dengan AASHTO M111M/M111-15 Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.
  7. Pekerjaan pengeboran dan pengelasan harus sudah selesai sebelum galvanisasi.
  8. Pipa harus dilengkapi dengan lubang, sesuai gambar.
  9. Letak lubang tidak mengurangi kapasitas pipa terhadap beban.
  10. Pipa harus digalvanisasi luar dan dalam
  11. Pengeboran atau pengelasan tidak boleh dilakukan tanpa persetujuan pengawas pekerjaan.
- d. Pengangkutan
1. Setiap elemen harus ditandai dengan suatu tanda pemasangan untuk identitas.
  2. Elemen sandaran harus terhindar dari kerusakan pada saat pengangkutan.
  3. Elemen pelengkap, seperti : baut, mur atau ring harus dikemas terpisah.
- e. Pemasangan
1. Perakitan harus akurat sebagaimana yang ditampilkan dalam gambar.
  2. Setiap tanda yang sesuai harus diikuti.
  3. Sandaran dipasang harus sesuai garis dan ketinggian (sesuai gambar).
  4. Sandaran harus memperoleh sambungan yang tepat, alinyemen yang benar.
  5. Pengencangan sandaran harus persetujuan pengawas pekerjaan.
  6. Tiang sandaran harus tegak, dan tidak melampaui toleransi.
  7. Pemasangan panel sandaran yang berbatasan harus segaris (memenuhi toleransi).
  8. Sandaran harus memenuhi kurva jembatan.
  9. Sandaran harus menunjukkan penampilan yang halus dan seragam.

- f. Perbaiki
  - 1. Apabila sebelum pemasangan terjadi kerusakan, pastikan harus diperbaiki/diganti.
  - 2. Apabila setelah pemasangan terjadi kerusakan, pastikan harus diperbaiki/diganti.

#### **6.6.6 Pengecoran dan Perawatan Lantai Kendaraan**

- a. Segera sebelum beton dicor, maka bekisting harus dibasahi dengan air atau dilapisi disebelah dalam dengan suatu minyak mineral tidak membekas.
- b. Pengecoran beton harus diteruskan tanpa henti sampai suatu sambungan konstruksi yang sebelumnya disetujui oleh direksi atau sampai pekerjaan tersebut selesai.
- c. Beton harus dicor dengan cara tertentu untuk menghindari pemisahan partikel halus dan kasar dalam campuran. Beton harus dicor dalam bagian bekisting sedekat mungkin sampai posisi akhir untuk menghindari pengaliran dan tidak boleh mengalir lebih dari 1 meter setelah pengecoran,
- d. Bila dicor kedalam struktur yang mempunyai bekisting yang sulit dan tulangan baja yang rapat, maka beton harus dicor dalam lapisan horizontal yang tidak lebih dari tebal 15 cm.
- e. Beton dipadatkan dengan penggetar mekanis, yang digerakan sedemikian rupa untuk memadatkan beton sepenuhnya di sekitar tulangan. Alat getar tetap tertanam pada tepi dan sudut bagian bekisting. Konsistensi (slump) diisyaratkan sesuai dengan cara pelaksanaan slump test. Tinggi slump yang diijinkan adalah antara 20 - 60 mm.

#### **6.7 Box Culvert**

- a. Persiapan
  - 1. Cek pengajuan kesiapan kerja.
  - 2. Cek lokasi pekerjaan sudah sesuai dengan gambar.
  - 3. Cek pekerjaan pengukuran.
  - 4. Cek pemasangan bowplank.
  - 5. Cek kesiapan alat di lapangan.
  - 6. Cek kesiapan bahan.
- b. Pekerjaan galian
  - 1. Cek lebar dan kedalaman galian sesuai dengan gambar rencana.
  - 2. Dinding galian dibuat lebih landai.
  - 3. Pembuangan sisa tanah hasil galian dapat dibuang di tempat yang sudah ditentukan.
  - 4. Cek posisi, lebar, kedalaman, dan kerapiannya sesuai dengan gambar rencana.
  - 5. Tonjolan batu yang runcing pada permukaan yang terekspos tidak boleh tertinggal.
  - 6. Semua pecahan batu berdiameter lebih dari 15 cm yang tertinggal harus dibuang.

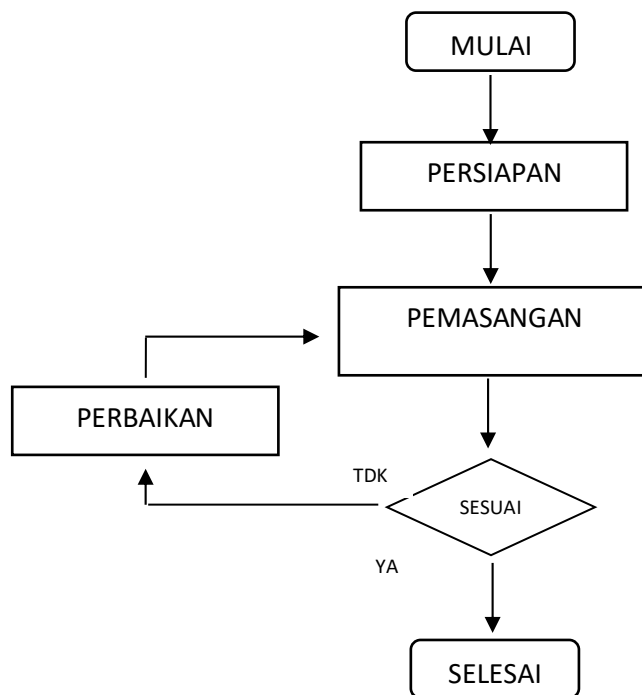


- c. Lantai kerja
  - 1. Lantai kerja bisa menggunakan lean concrete dengan mutu rendah ( $f_c' < 15$  Mpa).
  - 2. Atau dengan menggunakan urugan pasir dengan ketebalan 20 cm.
- d. Pemasangan bekisting
  - 1. Sambungan antar bekisting harus lurus.
  - 2. Bekisting harus kedap air.
  - 3. Periksa formwork sudah kuat sesuai dengan gambar rencana.
  - 4. Periksa pemasangan acuan, pemasangan bracing yang sudah sesuai dengan gambar rencana.
  - 5. Pastikan bahwa acuan kuat, tapi juga mudah untuk dilepas pada saat setelah pengecoran selesai.
- e. Pemasangan tulangan
  - 1. Periksa gambar rencana kerja untuk penulangan, termasuk rencana pemotongan, pembengkokkan, sambungan, penghendian, dan lain-lain.
  - 2. Periksa pembengkokkan dan pemotongan tulangan harus dilakukan sesuai dengan gambar rencana.
  - 3. Cek dimensi pembengkokkan dan pemotongan tulangan sesuai dengan yang diizinkan.
  - 4. Periksa pemasangan dan sambungan pada tulangan sesuai dengan gambar rencana.
  - 5. Periksa seluruh tulangan, diameter, jarak, sebelum melakukan pengecoran.
  - 6. Cek apakah ada sisa-sisa kotoran kawat, tulangan yang berkarat harus segera diganti.
- f. Pengecoran
  - 1. Area yang akan di cor harus sudah mendapat persetujuan dari pengguna jasa dan pengawas pekerjaan.
  - 2. Periksa kembali pekerjaan pembesian antara lain, jumlah, dimensi dan posisinya.
  - 3. Periksa kebersihan lahan yang akan di cor tidak boleh ada material yang tertinggal disana.
  - 4. Sebelum pengecoran dimulai, bekisting harus dibasahi air atau diolesi minyak.
  - 5. Pengecoran beton ke dalam cetakan sampai selesai harus dalam waktu maksimum 1 jam setelah pencampuran.
  - 6. Tinggi jatuh bebas beton ke dalam cetakan tidak boleh lebih dari 150 cm.

## 6.8 Siar Muai

Pekerjaan ini akan terdiri dari pemasokan dan pemasangan sambungan siar muai lantai yang terbuat dari logam atau elastomer atau tipe *asphaltic plug*, dan setiap bahan pengisi (*filler*) dan penutup (*sealer*), untuk sambungan antar struktur baik dalam arah memanjang maupun melintang, sesuai dengan gambar dan sebagaimana diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.

### 6.8.1 Pengawasan Pekerjaan Sambungan Siar Muai / *Expansion Joint*



**Gambar 6.5 - Bagan alir pengawasan pekerjaan sambungan siar muai / *expansion joint***

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan apakah sudah sesuai dengan gambar kerja.
2. Cek kesesuaian kesiapan kerja.
3. Cek kesesuaian jenis expansion joint tertutup atau terbuka.
4. Expansion joint dipasang sebelum atau sesudah pengecoran beton lantai tembak kepala jembatan (back wall) dan/atau seismic buffer block.
5. Penanggungjawab masalah lingkungan dari penyedia jasa.
6. Ada pengendali keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
7. Cek kesiapan peralatan yang diperlukan untuk pemasangan siar muai (expansion joint).

b. Pemasangan Expansion Joint

1. Cek akurasi penempatan/pemasangan expansion joint.
2. Cek kesesuaian gambar dan cara pemasangan expansion joint apakah sudah sesuai dengan jenisnya.
3. Pemasangan expansion joint (siar muai) dipasang sebelum atau sesudah pekerjaan lantai beton/pekerjaan aspal penutup (surface dressing).
4. Perhatikan temperatur rata-rata jembatan pada saat pemasangan sambungan ekspansi.
5. Perbaiki pemasangan expansion joint bilamana tidak sesuai ketentuan.

## 6.9 Corrugated Steel Plate

### a. Persiapan

1. Penyedia jasa harus menyerahkan laporan pengujian pabrik yang menunjukkan kadar bahan kimia dan pengujian fisik untuk setiap mutu baja yang digunakan dalam pekerjaan. Bilamana laporan pengujian pabrik ini tidak tersedia maka pengawas pekerjaan harus memerintahkan penyedia jasa untuk melaksanakan pengujian yang diperlukan untuk menetapkan mutu dan sifat-sifat lain dari baja pada suatu lembaga pengujian yang disetujui.
2. Tiga salinan dari semua gambar kerja terinci yang disiapkan oleh atau atas nama penyedia jasa harus diserahkan kepada pengawas pekerjaan untuk disetujui. Persetujuan ini tidak membebaskan tanggung jawab penyedia jasa terhadap pekerjaan dalam kontrak ini.
3. Penyedia jasa harus menyerahkan program dan metode pelaksanaan yang diusulkan termasuk semua gambar kerja dan rancangan untuk pekerjaan sementara yang diperlukan. Data yang diserahkan sebagaimana yang diperlukan harus meliputi tanggal untuk kunjungan bengkel, pengiriman dan pemasangan, usulan pembongkaran struktur lama, metode pemasangan, penunjang dan pengaku sementara untuk gelagar selama pemasangan, detail sambungan dan penghubung, pengalihan lalu lintas pada ataub di luar jembatan lama dan setiap keterangan yang berkaitan lainnya untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
4. Penyedia jasa harus memberitahu kepada direksi pekerjaan secara tertulis sekurang-kurangnya 24 jam sebelum memulai pembongkaran struktur lama atau pemasangan struktur baja yang baru.

### b. Perakitan Komponen Corrugated Steel Plate

1. Kendalikan perakitan komponen baja sesuai dengan tanda yang ditunjukkan pada gambar kerja pabrik pembuat jembatan dan prosedur urutan pemasangan yang dirinci dalam prosedur pemasangan.
2. Periksa semua bidang kontak harus bersih dari minyak, kerak, bagian yang tajam.
3. Periksa ring harus dipasang dibawah mur atau kepala baut.
4. Komponen baja harus dirakit dengan akurat sesuai dengan tanda yang ditunjukkan pada gambar kerja pabrik pembuat jembatan dan sesuai dengan prosedur urutan pemasangan. Selama perakitan bahan-bahan harus ditangani dengan hati-hati sedemikian rupa sehingga tidak terdapat bagian yang melengkung, retak atau kerusakan lainnya. Pengetokan yang dapat melukai atau menyebabkan distorsi terhadap elemen-elemen tidak diijinkan.
5. Sebelum perakitan semua bidang kontak harus dibersihkan, bebas dari kotoran, minyak, kerak yang lepas, bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan atau pelubangan, bintik-bintik, dan cacat lainnya yang akan menghambat pemasangan yang rapat atas komponen-komponen yang dirakit.

### c. Pemasangan Corrugated steel Plate

1. Urutan pemasangan harus sesuai dengan prosedur pemasangannya.
2. Struktur Jembatan stabil dalam setiap tahap pemasangan.

3. Struktur jembatan aman dari pergerakan bebas pada rol.
4. Bahan pengimbang (counter weight) stabil selama pemasangan.

## **6.10 Jembatan Kayu**

- a. Kepala Jembatan Kayu
  1. Pastikan galian yang dilakukan aman untuk penempatan balok tumpuan kayu gelondongan/balok kayu persegi.
  2. Pastikan penempatan pada kepala jembatan kayu sudah sesuai dengan rencana.
- b. Pilar dengan Pondasi Tiang Pancang Kayu

Untuk pembahasan mengenai tiang pancang kayu akan di jelaskan pada sub-bab fondasi tiang pancang.
- c. Pekerjaan pematokan pada jembatan kayu

Pastikan as dan lokasi jembatan telah ditetapkan dan sesuai dengan rencana.
- d. Pemasangan Gelagar Kayu

Pastikan metode pelaksanaan dan pengerjaannya sudah sesuai dengan rencana.

## **6.11 K3 Bangunan Atas Jembatan**

### **6.11.1 Pengukuran dan pematokan**

Pekerjaan Pengukuran dan Pematokan pada Pekerjaan Pemasangan Kabel Prategang, Pengadaan dan Penarikan mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

- a. Gangguan kesehatan atau gangguan fisik akibat pekerja tidak memakai perlengkapan kerja yang sesuai dengan syarat.
- b. Kecelakaan atau tertabrak kendaraan pada saat melakukan pengukuran di jalan raya.
- c. Terluka pada kaki atau tangan akibat terkena paku atau palu.
- d. Pelaksanaan pengukuran dan pematokan harus dilakukan oleh pekerja yang terampil serta berpengalaman dibidangnya.
- e. Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personel yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan.
- f. Pekerja harus memakai pakaian dan perlengkapan kerja yang sesuai (Sarung tangan, sepatu boot dan helm) serta memenuhi syarat.

### **6.11.2 Penyiapan**

Pekerjaan Penyiapan pada Pekerjaan Pemasangan Kabel Prategang, Pengadaan dan Penarikan mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

- a. Kecelakaan akibat alat yang digunakan (memasang kabel, penarikan kabel).
- b. Kecelakaan akibat kabel-kabel yang akan ditarik.
- c. Kecelakaan akibat landasan kabel yang tidak kuat (rubah, tertimpa bahan bangunan).

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat Pekerjaan Penyiapan pada Pekerjaan Pemasangan Kabel Prategang, Pengadaan dan Penarikan yaitu :

- a. Sebelum kegiatan dimulai peralatan yang akan digunakan (alat pengangkat, dongkrak dll) diperiksa/dikalibrasi oleh orang yang ahli dibidangnya.
- b. Kabel-kabel diperiksa oleh orang yang ahli dibidangnya.
- c. Landasan untuk mendukung gaya prategang selama operasi pra tegang harus dirancang dan dibuat untuk menahan gaya-gaya yang timbul selama operasi prategang.

### 6.11.3 Penarikan kabel

Pekerjaan Penarikan Kabel pada Pekerjaan Pemasangan Kabel Prategang, Pengadaan dan Penarikan mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

- a. Kecelakaan pada saat operasi penarikan kabel.
- b. Kecelakaan akibat dongkrak yang dipakai sebagai penunjang operasi penarikan kabel (dongkrak jebol, meleset, tumpuan roboh).
- c. Kecelakaan akibat pelepasan dongkrak.
- d. Kecelakaan akibat penggunaan crane/dongkrak/alat pengangkat dan alat bantu lain serta manusia.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat Pekerjaan Penarikan Kabel pada Pekerjaan Pemasangan Kabel Prategang, Pengadaan dan Penarikan yaitu :

- a. Operasi penarikan kabel harus dikerjakan oleh tenaga yang terlatih dan berpengalaman dibidangnya.
- b. Selama proses penarikan kabel tidak seorangpun berdiri dimuka dongkrak. Sesaat sebelum penarikan kabel tanda-tanda yang cukup jelas harus terpasang pada kedua ujung unit tersebut untuk memperingatkan agar orang tidak mendekati tempat tersebut.
- c. Landasan yang menahan beban gaya prategang diberi perancah yang sesuai dan dicek faktor keamanannya. Pada waktu mengangkat dengan dongkrak, dongkrak harus :
  1. Dipasang pada alas yang kuat.
  2. Mempunyai posisi yang tepat untuk mengangkat.
  3. Ditempatkan di tempat-tempat yang tidak ada benda-benda penghalang, pada waktu dongkrak bekerja.
- d. Proses pelepasan dongkrak harus dilakukan secara bertahap dan menerus  
Pengukuran atau kegiatan lain harus dilaksanakan dari samping dongkrak atau tepat lain yang cukup aman. Dongkrak hidrolis dan dongkrak yang digerakkan oleh tekanan angin (*pneumatic*) harus diberi alat pengaman untuk mencegah muatan jatuh mendadak bila silinder yang berisi cairan atau udara rusak.

### 6.11.4 Pemasangan Siar Muai / *Expansion Joint*

- a. Pengukuran dan pemotongan

Pekerjaan Pengukuran dan Pemotongan pada Pekerjaan *Expansion Joint* mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

1. Kecelakaan akibat pemotongan baja dengan menggunakan mesin potong atau las listrik (luka bakar, luka gores, lecet, tertimpa potongan baja).
2. Tertabrak kendaraan pada saat pengukuran.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat Pekerjaan Pengukuran dan Pemotongan pada Pekerjaan *Expansion Joint* yaitu :

1. Pemotongan yang menggunakan mesin las atau gergaji listrik atau alat pemotong lain harus memperhatikan keselamatan kerja.
2. Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera di semua tempat kegiatan pelaksanaan.

b. Pengelasan

Pekerjaan Pengelasan pada Pekerjaan *Expansion Joint* mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

1. Potensi kecelakaan terhadap mata dari mesin las
2. Luka bakar.
3. Kebakaran.
4. Kecelakaan akibat alat pemotong/mesin las.
5. Kecelakaan akibat sesama pekerja.
6. Percikan bunga api pada pekerja lain.
7. Arus pendek.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat Pekerjaan Pengelasan pada Pekerjaan *Expansion Joint* yaitu :

1. Pekerja-pekerja las harus memakai pakaian pelindung tahan api dan perlengkapan seperti kaos tangan tahan api dan baju las / apron, topi baja dan kaca mata pelindung dengan lensa penyaring yang cocok.
2. Pekerja las harus memakai pakaian yang bebas dari lemak / semir, minyak dan bahan-bahan lain yang mudah terbakar.
3. Pekerjaan pengelasan dan pemotongan tidak boleh dilakukan di dekat tempat penyimpanan bahan yang mudah terbakar, atau di dekat bahan yang mudah meledak atau serbuk yang mudah terbakar, gas atau penguapan yang mungkin terjadi, kecuali apabila telah diambil tindakan keamanan yang memadai. Alat pemadam api yang cocok harus disiapkan untuk penggunaan sewaktu-waktu di tempat dimana pengelasan sedang dilakukan.
4. Untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan sebelum melakukan pengelasan, terlebih dahulu diperiksa dengan seksama alat-alat yang akan digunakan untuk pengelasan, tabung gas, selang-selang, dan lain-lain. Pengelasan dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya. Jika pengelasan atau pemotongan sedang dilakukan pada bahan yang mengandung racun atau bahan yang berbahaya maka tindakan pencegahan yang cukup keras dilakukan untuk melindungi pekerja dari asap/uap:
  - a) Yang keluar dari lubang angin pembuang, (exhaust ventilation)
  - b) Dengan alat pelindung pernafasan.

Tindakan pencegahan harus dilakukan, agar uap yang dapat menyala tidak memasuki daerah kerja,

1. Pekerja yang membersihkan sisa-sisa logam dan kerak yang melekat di badan dan sebagainya harus :
  - a) Memakai sarung tangan dan kaca mata pelindung atau penutup muka.
  - b) Membersihkan potongan-potongan / pecahan-pecahan dari badan.
  - c) Menjamin bahwa orang lain tidak tersentuh oleh pecahan-pecahan logam.
2. Tindakan pencegahan harus dilaksanakan untuk melindungi agar orang yang melewati area pengelasan tidak terkena bahaya bunga api dan radiasi.
3. Mesin las harus dilengkapi dengan saklar pada rangka mesin atau dipasang didekatnya, yang apabila dibuka langsung memutus semua arus listrik dari sumber tenaga dengan ketentuan sebagai berikut :
  - a) Arus las listrik harus dirancang sedemikian rupa untuk mencegah transmisi tegangan tinggi dari sumber tenaga ke elektroda las.
  - b) Penghantar elektroda atau kabel-kabel tidak bocor terlalu panjang atau terlalu pendek dari yang diperlukan untuk bekerja.
  - c) Penghantar balik arus listrik harus langsung dihubungkan dengan benda kerjanya, dan secara mekanik dihubungkan dengan aman kepadanya atau kepada bangku kerja dan sebagainya dan kepada benda-benda logam yang berdekatan.
  - d) Kabel-kabel harus disangga agar tidak menimbulkan bahaya atau halangan.
  - e) Pada mesin las busur (*arc-welding machine*) yang dioperasikan dengan tangan, kabel dan penghubung kabel yang digunakan dalam jaringan listrik pada bagian Supplynya harus diisolasi secara efektif.
  - f) Permukaan luar penegang elektroda las busur yang dioperasikan dengan tangan termasuk penjepitnya (*jaw*) harus diberi isolasi yang efektif.
  - g) Hanya kabel untuk pekerjaan berat (*heavy duty*) dengan isolasi yang tidak pecah yang dapat digunakan.
  - h) Penghubung arus listrik harus tahan air.
  - i) Pekerjaan las busur dan las potong yang dilaksanakan di tempat dimana selain tukang las juga ada orang yang bekerja atau berjalan melewatinya harus ditutup dengan tabir pelindung tetap atau tabir pelindung yang dapat dipindah.
  - j) Dinding atau tabir pelindung permanen atau sementara harus dapat menyerap dan mencegah sinar yang berbahaya dari alat pengelas.
  - k) Pantulan cahaya, jika perlu dicat atau dengan cara lain yang serupa.

c. Pengecoran

Pekerjaan Pengecoran pada Pekerjaan *Expansion Joint* mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

1. Bahaya luka bakar pada saat pengerjaan pengecoran penutup sambungan horizontal, vertical atau miring dari bitumen karet yang dicor panas. Bahaya cipratan cor panas.
2. Bahaya zat kimia bahan cor terkena kulit.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat Pekerjaan Pengecoran pada Pekerjaan *Expansion Joint* yaitu :

1. Untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan pengerjaan pengecoran penutup sambungan horizontal, vertical atau miring dari bitumen karet yang dicor panas, para pekerja sedemikian rupa menggunakan sarung tangan tahan api, helm, kaca mata pelindung untuk menghindari cipratan coran.

2. Untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan persenyawaan dasar sambungan (joint priming compound) harus sesuai dengan disarankan oleh pabrik bahan penutup yang dipilih untuk digunakan.

#### **6.11.5 Pemasangan Landasan**

##### **a. Pengukuran dan Penempatan**

Pekerjaan pengukuran dan penempatan pada pekerjaan pemasangan landasan mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

1. Bahaya tertabrak pada saat pengukuran jika pengukuran dilakukan di jalan raya.
2. Bahaya pada saat penempatan bahan-bahan/material.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat pekerjaan pengukuran dan penempatan pada pekerjaan pemasangan landasan yaitu :

1. Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja dari kendaraan yang melintasi proyek dan menempatkan petugas bendera disemua tempat kegiatan pelaksanaan.
2. Landasan harus disimpan pada tempat yang aman dan tidak mengganggu.

##### **b. Pengelasan dan Pemasangan**

Pekerjaan pengelasan dan pemasangan pada pekerjaan pemasangan landasan mempunyai potensi bahaya terhadap tenaga kerja yaitu :

1. Potensi kecelakaan terhadap mata dari mesin las
2. Luka bakar
3. Kebakaran
4. Kecelakaan akibat alat pemotong/mesin las
5. Kecelakaan akibat sesama pekerja
6. Percikan bunga api pada pekerja lain
7. Arus pendek
8. Bahaya akibat baut pengunci dan dowel pelengkap pada landasannya tidak sempurna
9. Bahaya terlepasnya penggunaan penjepit sementara
10. Robohnya landasan akibat menahan beban pada saat pemasangan
11. Bahaya robohnya penyangga.

Antisipasi pencegahan terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat pekerjaan pengelasan dan pemasangan pada pekerjaan pemasangan landasan yaitu :

1. Pekerja-pekerja las harus memakai pakaian pelindung tahan api dan perlengkapan seperti kaos tangan tahan api dan baju las/apron, topi baja dan kaca mata pelindung dengan lensa penyaring yang cocok.
2. Pekerja las harus memakai pakaian yang bebas dari lemak/semir, minyak dan bahan-bahan lain yang mudah terbakar.



3. Pengerjaan pengelasan dan pemotongan tidak boleh dilakukan didekat tempat penyimpanan bahan yang mudah terbakar, atau didekat bahan yang mudah meledak atau serbuk yang mudah terbakar, gas atau penguapan yang mungkin terjadi, kecuali apabila telah diambil tindakan keamanan yang memadai. Alat pemadam api yang cocok harus disiapkan untuk penggunaan sewaktu-waktu di tempat dimana pengelasan sedang dilakukan
4. Untuk menghindari resiko bahaya kecelakaan sebelum melakukan pengelasan di periksa dengan seksama alat-alat yang digunakan untuk pengelasan, tabung gas, selang-selang, dan lain-lain. Pengelasan dilakukan oleh orang yang ahli dibidangnya. Jika pengelasan atau pemotongan sedang dilakukan pada bahan yang mengandung racun atau bahan yang berbahaya, maka tindakan pencegahan yang cukup keras dilakukan untuk melindungi pekerja dari asap/uap:
  - a) Yang keluar dari lubang angin pembuang, (exhaust ventilation) atau,
  - b) Dengan alat pelindung pernafasan.

Tindakan pencegahan harus dilakukan, agar uap yang dapat menyala tidak memasuki daerah kerja,
5. Pekerja yang membersihkan sisa-sisa logam dan kerak yang melekat di badan dan sebagainya harus :
  - a) Memakai sarung tangan dan kaca mata pelindung atau penutup muka.
  - b) Membersihkan potongan-potongan / pecahan-pecahan dari badan.
  - c) Menjamin bahwa orang lain tidak tersentuh oleh pecahan-pecahan.
6. Tindakan pencegahan harus dilakukan untuk melindungi agar orang yang melewati area pengelasan, tidak terkena oleh bahaya bunga api dan radiasi
7. Mesin las harus dilengkapi dengan saklar pada rangka mesin atau dipasang didekatnya, yang apabila dibuka langsung memutus semua arus listrik dari sumber tenaga dengan ketentuan sebagai berikut :
  - a) Arus las listrik harus dirancang sedemikian rupa untuk mencegah transmisi tegangan tinggi dari sumber tenaga ke elektroda las.
  - b) Penghantar elektroda atau kabel-kabel tidak boleh bocor dan terlalu panjang atau terlalu pendek dari yang diperlukan untuk bekerja.
  - c) Penghantar balik arus listrik harus langsung dihubungkan dengan benda kerjanya, dan secara mekanik dihubungkan dengan aman ke benda kerjanya atau kepada bangku kerja dan sebagainya dan kepada benda-benda logam yang berdekatan.
  - d) Kabel-kabel harus disangga agar tidak menimbulkan bahaya atau halangan.
  - e) Pada mesin las busur (arc-welding machine) yang dioperasikan dengan tangan, kabel dan penghubung kabel yang digunakan dalam jaringan listrik pada bagian supplynya harus diisolasi secara efektif.
  - f) Permukaan luar penegang elektroda las busur yang dioperasikan dengan tangga termasuk penjepitnya (jaw) harus diberi isolasi yang efektif.
  - g) Hanya kabel untuk pekerjaan berat (heavy duty) dengan isolasi yang tidak pecah dapat digunakan.
  - h) Penghubung arus listrik harus tahan air.
  - i) Pekerjaan las busur dan las potong yang dilaksanakan ditempat, dimana selain tukang las juga ada orang yang bekerja atau berjalan melewatinya, harus ditutup dengan tabir pelindung tetap atau tabir pelindung yang dapat dipindah.
  - j) Dinding atau tabir pelindung permanen atau sementara harus dapat menyerap dan mencegah sinar yang berbahaya dari alat pengelas.

- k) Pantulan cahaya, jika perlu dicat atau dengan cara lain yang serupa.
- 8. Landasan, baut pengunci dan dowel pelengkap harus diletakkan sedemikian rupa sehingga sumbunya berada pada rentang +3 mm dari posisi yang seharusnya.
- 9. Menjaga orientasi bagian-bagian dengan tepat dengan menggunakan alat-alat penjepit sementara.
- 10. Pemasangan penyangga sementara harus ditanam dengan kokoh pada struktur dengan baut jangkar
- 11. Bila digunakan steger, perancah atau alat penyangga lainnya harus mempunyai tingkat keamanan yang cukup dan memenuhi ketentuan.

## 7 Contents

<b>6</b>	<b>BANGUNAN ATAS JEMBATAN</b> .....	6-1
6.1	Umum.....	6-1
6.2	Jembatan Beton Bertulang.....	6-1
6.3	Jembatan Gelagar.....	6-3
6.3.1	Gelagar Beton Pasca Tarik ( <i>Post-Tension</i> ).....	6-3
6.3.2	Gelagar Beton Pra-Tarik ( <i>Pre-Tension</i> ).....	6-5
6.3.3	Sistem Pengaku Gelagar Beton.....	6-6
6.3.4	Gelagar Baja Komposit.....	6-7
6.3.5	Pengawasan Persiapan Pemasangan Gelagar.....	6-13
6.3.6	Pemasangan Gelagar Pada Jembatan.....	6-16
6.3.7	Pemberian Pengaman Setelah Gelagar Terpasang.....	6-18
6.4	Jembatan Rangka Baja.....	6-19
6.5	Jembatan <i>Voided Slab</i> .....	6-21
6.6	Lantai Jembatan.....	6-22
6.6.1	Perancah Lantai.....	6-23
6.6.2	Pemasangan Acuan.....	6-23
6.6.3	Instalasi Tulangan Lantai.....	6-23
6.6.4	Drainase lantai Jembatan.....	6-25
6.6.5	Railing Jembatan.....	6-26
6.6.6	Pengecoran dan Perawatan Lantai Kendaraan.....	6-31
6.7	Box Culvert.....	6-31
6.8	Siar Muai.....	6-32
6.8.1	Pengawasan Pekerjaan Sambungan Siar Muai / <i>Expansion Joint</i> .....	6-33
6.9	<i>Corrugated Steel Plate</i> .....	6-34
6.10	Jembatan Kayu.....	6-35
6.11	K3 Bangunan Atas Jembatan.....	6-35
6.11.1	Pengukuran dan pematokan.....	6-35
6.11.2	Penyiapan.....	6-35
6.11.3	Penarikan kabel.....	6-36
6.11.4	Pemasangan Siar Muai / <i>Expansion Joint</i> .....	6-36
6.11.5	Pemasangan Landasan.....	6-39

**Gambar 6.1 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan elastomer (elastomeric bearing).....6-13**  
**Gambar 6.2 - Bagan alir pengawasan pekerjaan landasan (*bearing*) jembatan.....6-15**  
**Gambar 6.3 - Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase lantai jembatan .....6-25**  
**Gambar 6.4 - Bagan Alir Pengawasan Pekerjaan Sandaran (Railing) Jembatan.....6-29**  
**Gambar 6.5 - Bagan alir pengawasan pekerjaan sambungan siar muai / expansion joint .....6-33**

No table of figures entries found.

## 7. JALAN PENDEKAT JEMBATAN (OPRIT)

### 7.1 Umum

Jalan pendekat atau oprit merupakan segmen yang menghubungkan konstruksi perkerasan dengan kepala jembatan, serta segmen sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi tertentu sesuai alinyemen horizontal, vertikal dan besarnya kelandaian melintang. Komponen dari jalan pendekat jembatan ini bisa terdiri dari timbunan jalan, drainase, lapisan perkerasan, pelat injak, dan dinding MSE (*Mechanically Stabilized Earth*).

### 7.2 Pengawasan Pekerjaan Timbunan Jalan

Timbunan Jalan pendekat dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu timbunan tanah (timbunan biasa, timbunan pilihan dan timbunan berbutir) dan timbunan khusus atau timbunan ringan. Apabila tanah dasar (*subgrade*) di bawah timbunan oprit merupakan tanah lunak, maka tanah dasar perlu distabilisasi (diperbaiki) atau diperkuat ataupun digali lapisan tanah lunaknya dan kemudian ditimbun kembali dengan material yang bagus.

#### 7.2.1 Tanah Timbunan

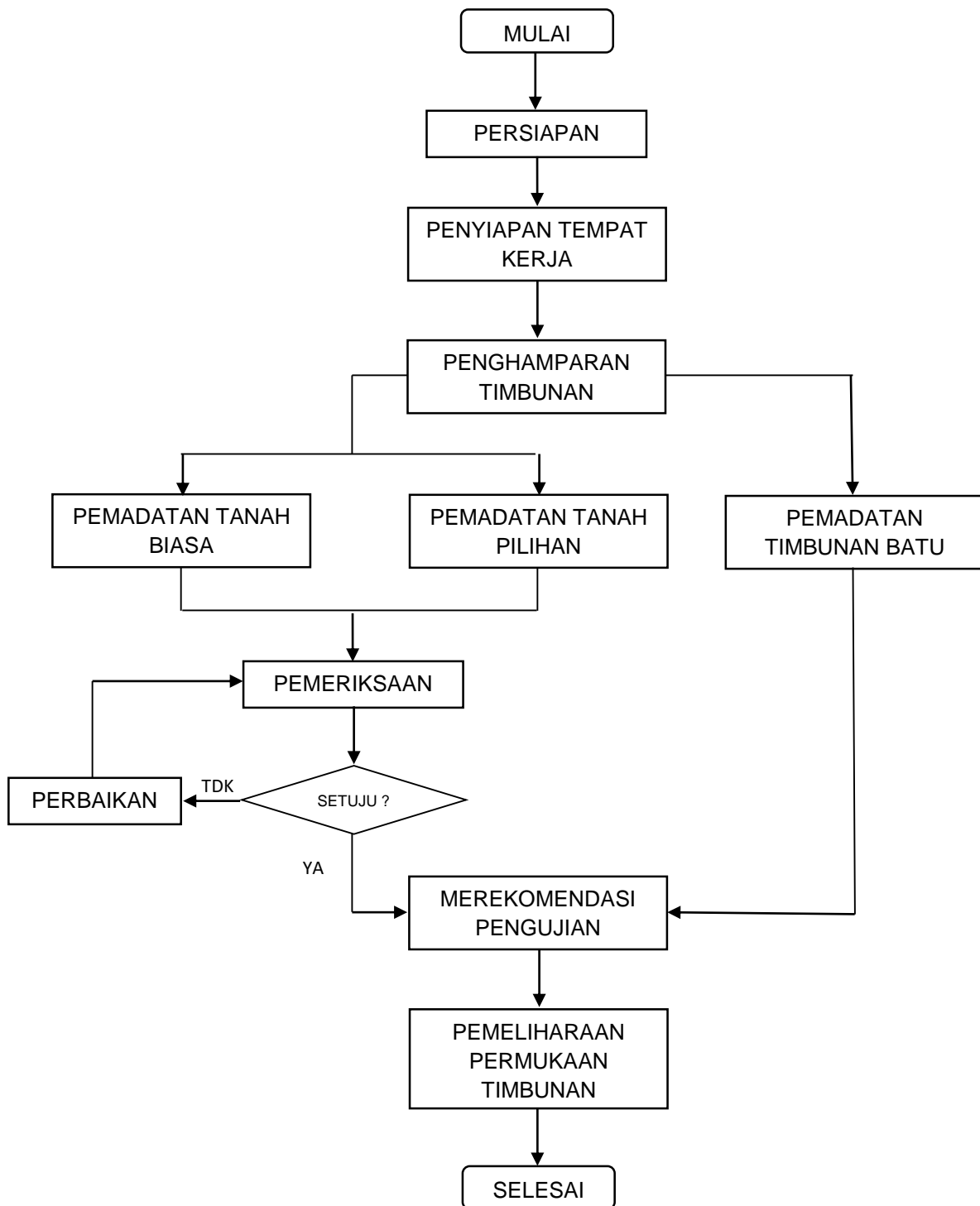
Timbunan biasa, timbunan pilihan dan timbunan pilihan berbutir. Berikut merupakan jenis timbunan tanah berdasarkan Spesifikasi Umum tahun 2018:

- a. Timbunan biasa adalah timbunan tanah yang sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut SNI-03-6797-2002 (AASHTO M145-9 (2012)) atau sebagai CH menurut USCS "*Unified Soil Classification System*". Timbunan biasa tidak boleh tanah ekspansif yang memiliki nilai aktif > 1.25 atau nilai derajat pengembangan (*swelling*) sebagai *very high* atau *extra high*. Serta timbunan biasa tidak boleh dari bahan galian tanah yang mengandung organik (OL, OH dan Pt) dalam sistem USCS dan kadar air alamiah yang sangat tinggi yang tidak praktis dikeringkan untuk memenuhi toleransi kadar air pada pemadatan (melampaui Kadar Air Optimum + 1%);
- b. Timbunan Pilihan adalah timbunan tanah yang harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan diatas untuk timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan 100%;
- c. Timbunan pilihan berbutir adalah timbunan tanah berupa batu, pasir atau kerikil atau bahan berbutir bersih lainnya yang memiliki *indeks* plastisitas maksimum 10 %.

**Tabel 7.1- Gradasi timbunan pilihan berbutir**

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos
ASTM	(mm)	(%)
4"	100	100
No. 4	4,75	25 - 90
No. 200	0,075	0 - 10

Dalam mengawasi pekerjaan tanah timbunan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 7.1– Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan

- a. Pengawasan Pekerjaan Persiapan
  1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
  2. Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja terpenuhi.
  3. Ada penanggung jawab kegiatan.
  4. Cek kecukupan untuk referensi seperti patok-patok ketinggian.
  5. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  6. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  7. Gambar kerja sudah disiapkan.
  8. *Staking out* telah dilakukan.
  9. Perlengkapan P3K harus tersedia pada tempat kerja.
  10. Sertifikat pengujian bahan ada.
- b. Pengawasan Pekerjaan Penyiapan Tempat Kerja
  1. Tempat kerja harus sudah bersih dari bahan yang tidak diperlukan.
  2. Bagian atas permukaan untuk pekerjaan timbunan harus memenuhi kepadatan yang disyaratkan.
  3. Pada bagian lereng, lereng lama untuk pekerjaan timbunan harus dipotong bertangga dengan lebar yang cukup untuk alat pemadat.
- c. Pengawasan Pekerjaan Penghamparan Timbunan
  1. Material timbunan harus ditempatkan pada permukaan yang telah disiapkan.
  2. Timbunan yang berlapis, ketebalan setiap lapisan sedapat mungkin dibagi rata.
  3. Penghamparan timbunan harus dilakukan pada cuaca cerah.
  4. Bahan timbunan di atas bahan drainase porous tidak tercampur.
- d. Pengawasan Pekerjaan Pemadatan Tanah Biasa
  1. Pemadatan tanah harus dilakukan setiap lapis dengan peralatan pemadat yang sesuai persyaratan untuk mencapai spesifikasi yang disyaratkan.
  2. Pemadatan tanah harus dilaksanakan hanya bilamana kadar air bahan berada dalam rentang 3 % dibawah kadar air optimum sampai 1 % diatas kadar air optimum.
  3. Timbunan lapisan tanah yang lebih dari 20 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95 % dari kepadatan kering maksimum.
  4. Timbunan lapisan tanah pada kedalaman 20 cm atau kurang dari elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai dengan 100 % dari kepadatan kering maksimum.
  5. Pengujian kepadatan harus dilakukan pada setiap lapis timbunan yang dipadatkan.
- e. Pengawasan Pekerjaan Pemadatan Tanah Pilihan
  1. Sama dengan Verifikasi 4.
- f. Pemeriksaan
  1. Hasil pemeriksaan kepadatan sesuai yang disyaratkan.
  2. Hasil pemadatan akhir memenuhi toleransi.
  3. Timbunan terlalu kering untuk pemadatan.
  4. Timbunan terlalu basah untuk pemadatan.
- g. Perbaikan
  1. Apabila hasil pengujian/tes menunjukkan kepadatan kurang dari yang disyaratkan maka Penyedia Pekerjaan Konstruksi harus segera memperbaikinya.
  2. Timbunan akhir yang tidak memenuhi toleransi, lapisan permukaannya digemburkan dan membuang atau menambah bahan dilanjutkan dengan pembentukan dan pemadatan kembali.

3. Timbunan yang terlalu kering, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut dilanjutkan dengan penyemprotan air secukupnya dengan menggunakan *motor grader*.
  4. Timbunan yang terlalu basah untuk pemadatan, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut dengan menggunakan *motor grader*.
- h. Pemadatan Timbunan Batu
1. Pemadatan timbunan batu harus dilaksanakan dengan menggunakan penggilas berkisi (*grid*) atau pemadat bervibrasi.
  2. Pemadatan harus dilaksanakan dalam arah memanjang sepanjang timbunan.
  3. Pemadatan dilakukan dari tepi luar bergerak ke arah sumbu jalan.
  4. Pastikan penggilasan diteruskan sampai tidak ada gerakan di bawah peralatan berat.
- i. Merekomendasi Pengujian
1. Ajukan permintaan pengujian jika pekerjaan memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan.
- j. Pemeliharaan Permukaan Timbunan
1. Semua lubang pada pekerjaan akhir akibat pengujian kepadatan atau lainnya harus secepatnya ditutup kembali dan dipadatkan sampai mencapai kepadatan dan toleransi permukaan yang disyaratkan oleh Spesifikasi.

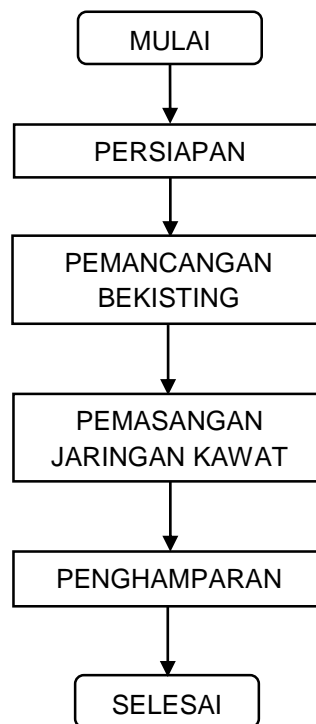
### 7.2.2 Timbunan Ringan

Timbunan ringan ini merupakan teknologi terbaru yang bisa diaplikasikan sebagai timbunan jalan atau fondasi jalan, yang memiliki karakteristik seperti beton namun sangat ringan. Timbunan ringan ini merupakan campuran pasir, semen, air, dan busa (*foam*) dengan komposisi tertentu. Berikut merupakan ketentuan bahan-bahan dalam pembuatan timbunan ringan berdasarkan Surat Edaran Menteri PUPR No. 46/SE/M/2015.

- a. Semen yang digunakan harus sesuai SNI 15-2049-2004, SNI 15-7064-2004 dan SNI 15-0302-2004.
- b. Agregat halus yaitu pasir yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Agregat pasir tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat dan material-material gembur/mudah hancur (*clay lumps and friable particles*) lebih dari 4% (SNI 03-6819-2002). Agregat pasir harus bebas dari arang, benda-benda dari kayu serta kotoran-kotoran lainnya yang tidak dikehendaki
- c. Cairan busa (*foam agent*), yang digunakan harus dapat menghasilkan gelembung dengan nilai berat isi sebesar 0,075 – 0,085 t/m<sup>3</sup> bila bercampur dengan air menggunakan alat pembangkit busa (*foam generator*). Cairan busa ini akan menghasilkan material ringan mortar-busa bila dicampur dengan pasir, semen dan air sesuai komposisi desain campuran.
- d. Air untuk mencampur material ringan mortar–busa harus sesuai spesifikasi SNI 7974:2013.



Dalam mengawasi pekerjaan timbunan ringan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 7.2– Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan ringan**

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
2. Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja terpenuhi.
3. Ada penanggung jawab kegiatan.
4. Melakukan percobaan campuran material ringan mortar-busa.
5. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
6. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
7. Gambar kerja sudah disiapkan.
8. *Staking out* telah dilakukan.
9. Perlengkapan P3K harus tersedia pada tempat kerja.
10. Bahan sesuai ketentuan spesifikasi khusus.

b. Pemancangan Bekisting

1. Sesuai dengan bentuk timbunan oprit yang telah direncanakan.

c. Pemasangan Jaring Kawat (*wire mesh*)

1. Ditempatkan di atas lantai kerja selanjutnya anyaman baja ditempatkan minimum 1 m di atas lapisan material ringan.
2. Pemasangan jaring kawat sesuai dengan spesifikasi material ringan mortar busa.

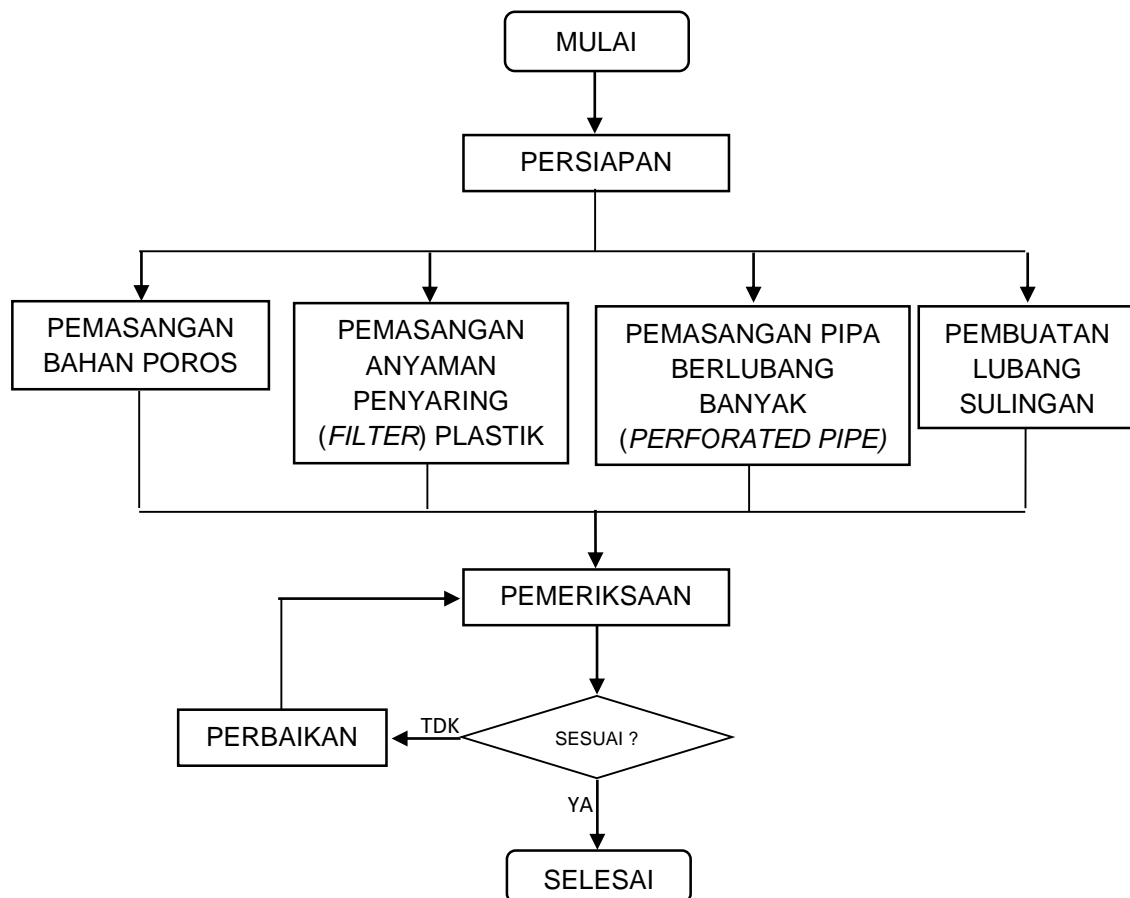
d. Penghamparan

1. Dilakukan pada saat cuaca cerah (SNI 03-3976-1955).

### 7.3 Pengawasan Pekerjaan Drainase

Drainase yang digunakan pada timbunan jalan pendekat pada umumnya berjenis poros. Drainase Poros adalah landasan drainase beton atau pipa, untuk drainase bawah tanah atau untuk mencegah butiran tanah halus terhanyut atau tergerus oleh rembesan air bawah tanah. Juga untuk pipa berlubang banyak (*perforated pipe*) yang terbuat dari tanah liat dan anyaman penyaring (*filter*) tanah bilamana bahan ini diperlukan.

Dalam mengawasi pekerjaan drainase poros, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 7.3– Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase poros**

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
2. Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja.
3. Ada penanggung jawab kegiatan.
4. Cek kecukupan untuk referensi seperti patok-patok ketinggian.
5. Ada petugas pengendalian lalu-lintas.
6. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
7. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
8. Ada data pengujiannya.
9. Pekerjaan tidak boleh dimulai tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan.

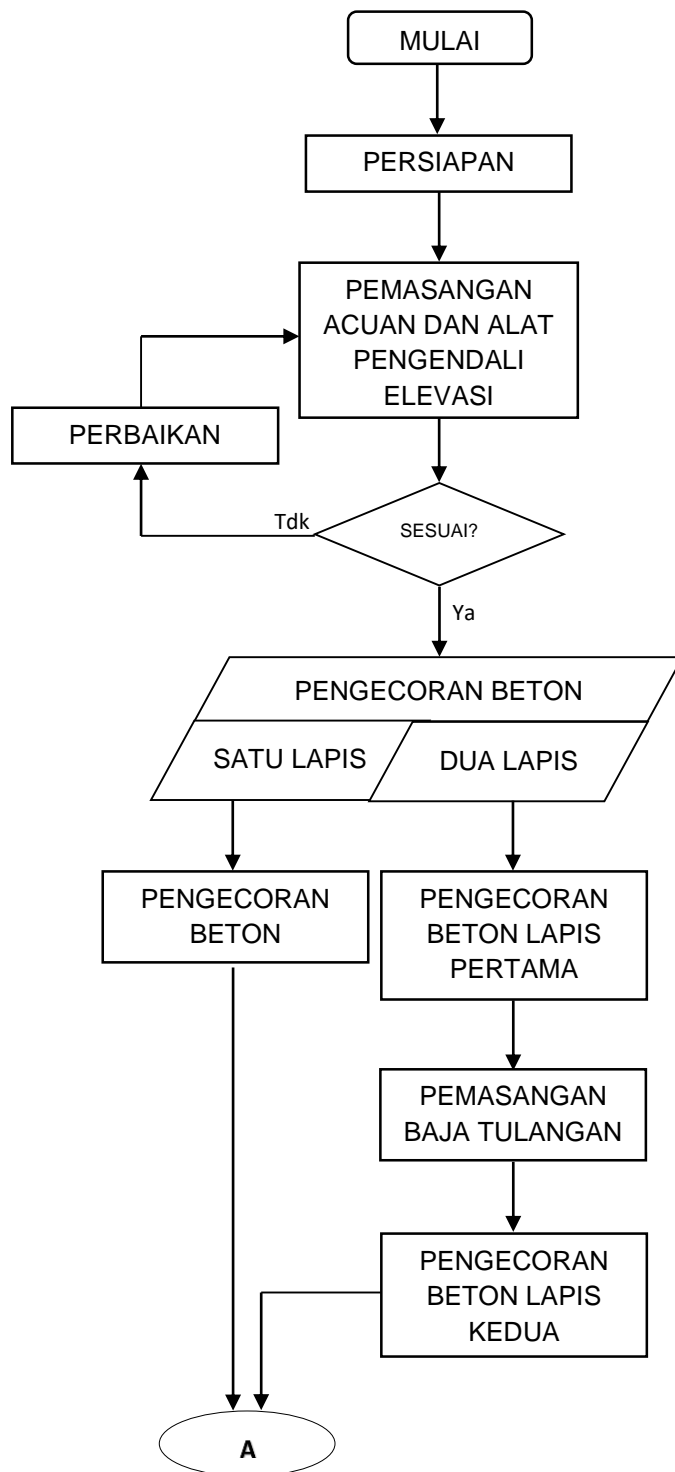
- b. Pemasangan Bahan Poros
  - 1. Material yang tidak terpakai harus dibuang.
  - 2. Material ditempatkan di sekeliling pipa atau saluran atau di belakang struktur.
  - 3. Penimbunan kembali dilakukan minimal 14 hari setelah pemasangan adukan pada sambungan pipa atau pemasangan struktur.
  - 4. Bahan poros harus dipadatkan lapis demi lapis.
  - 5. Sebelum bahan poros ditutup oleh bahan lain, bahan poros harus dilindungi dari gangguan lalu-lintas ataupun pejalan kaki.
  - 6. Bahan poros yang ditimbun kembali tidak terkontaminasi dengan tanah disekitarnya.
- c. Pemasangan Anyaman Penyaring Plastik (*Plastic Filter Mesh*)
  - 1. Pemasangan sesuai dengan prosedur yang direkomendasi pabrik pembuatnya.
- d. Pemasangan Pipa Berlubang Banyak (*Perforated Pipe*)
  - 1. Landasan pipa berlubang banyak menggunakan bahan porous.
  - 2. *Perforated Pipe* diletakkan sesuai dengan alinyemen dan kelandaiannya.
  - 3. Celah antara sambungan pipa 1 – 5 mm.
  - 4. Sambungan dibungkus dengan anyaman penyaring (*filter fabric*) yang akan melewatkan air.
  - 5. Setelah pipa terpasang, bahan poros dipasang dan dipadatkan.
- e. Pembuatan Lubang Sulingan
  - 1. Pembuatan lubang sulingan harus dibuat standar.
  - 2. Seluruh acuan lubang sulingan yang tidak awet harus dibuang saat struktur selesai dikerjakan.
  - 3. Lubang sulingan harus dibuat mendatar.
  - 4. Pipa sebagai lubang sulingan atau sebagai acuan lubang sulingan harus diikat kuat selama pengecoran beton.
  - 5. Lubang sulingan dipasang dengan interval masing-masing untuk horisontal dan vertikal tidak lebih dari 2 m dan 1 m.
  - 6. Kantung penyaring diperlukan di belakang lubang sulingan.
- f. Pemeriksaan
  - 1. Cek kesesuaian verifikasi no. 2 s/d verifikasi no. 5.
- g. Perbaikan
  - 1. Dilakukan perbaikan apabila terjadi kekurangan atau ketidaksesuaian pada verifikasi 6 (pemeriksaan).

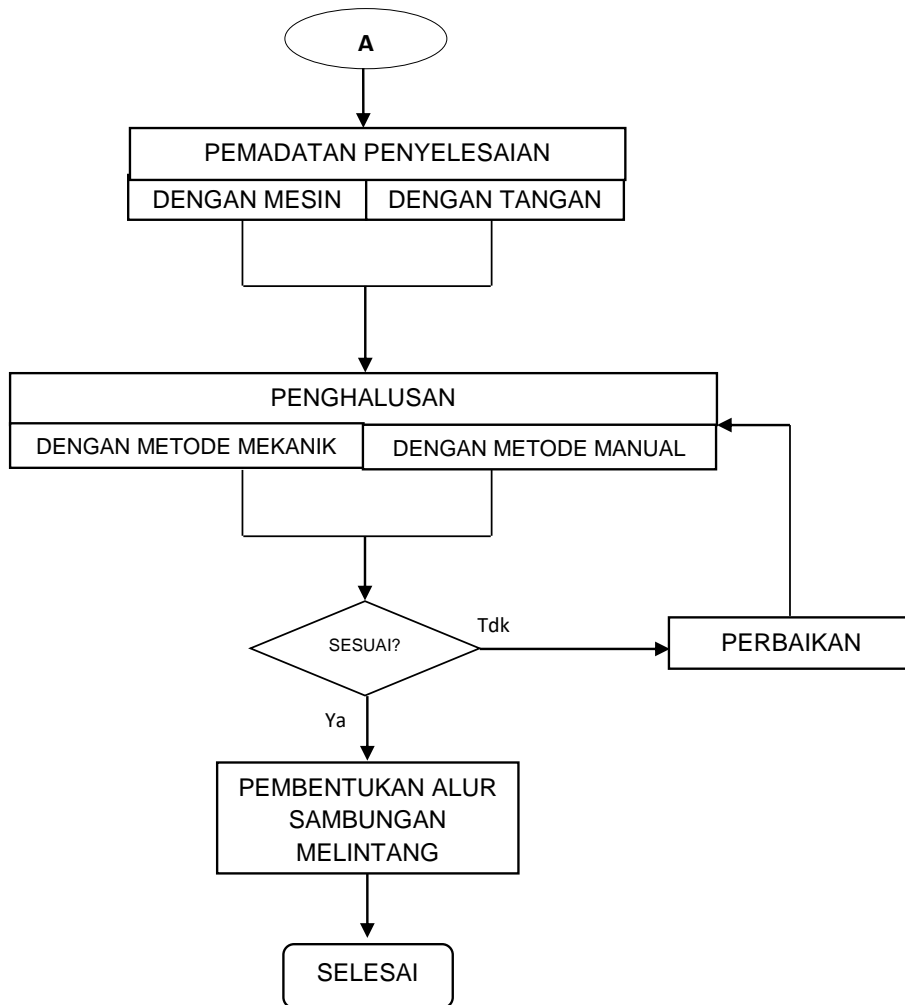
## **7.4 Pengawasan Pekerjaan Lapisan Perkerasan**

### **7.4.1 Perkerasan Kaku**

Suatu struktur perkerasan yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan atau tanpa tulangan.

Dalam mengawasi pekerjaan perkerasan kaku, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:





**Gambar 7.4 – Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan kaku**

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
2. Detail Gambar untuk pelaksanaan pekerjaan pengecoran perkerasan jalan beton tersedia.
3. Bahan yang akan digunakan harus sesuai yang disyaratkan Spesifikasi.
4. Ada penanggung jawab dari Penyedia Jasa.
5. Ada pengendalian keselamatan kerja (K3).
6. Ada kesiapan pengendalian lalu-lintas.
7. Cek ulang kesiapan alat.
8. Cek ulang kesiapan tenaga kerja.
9. Cek kemiringan melintang badan jalan.
10. Cek elevasi badan jalan.
11. Badan jalan harus bersih dari lumpur dan bahan lainnya.
12. Membran kedap air harus ditempatkan pada lokasi yang telah diperiksa.
13. Batang pengikat (*Tie bar*) tegak lurus sambungan memanjang.

b. Pemasangan Acuan dan Alat Pengendali Elevasi

1. Acuan dan alat pengendali elevasi harus dipasang di muka bagian perkerasan.
2. Acuan harus dipasang dengan menggunakan minimum 3 paku penjepit untuk setiap 3 m.
3. 1 (satu) paku dipasang pada setiap ujung sambungan.
4. Acuan harus kokoh.

5. Perbedaan permukaan acuan kurang dari 5 mm.
  6. Acuan harus bersih dan dilapisi pelumas.
- c. Perbaikan
1. Acuan harus diperbaiki apabila acuan berubah posisinya atau kelandaiannya.
- d. Pengecoran Beton
1. Beton harus dicor dengan ketebalan tertentu sesuai spesifikasi.
  2. Penghamparan tidak segregasi.
  3. Penghamparan dilakukan secara menerus.
  4. Penghamparan secara manual harus dilakukan dengan memakai alat penghamparan manual.
  5. Pekerja tidak menginjak hamparan beton yang masih baru.
  6. Beton harus dipadatkan secara merata pada tepi sepanjang acuan.
  7. Pemadatan tersebut menggunakan *vibrator*.
- e. Pengecoran Beton Lapis Pertama
1. Beton harus dibentuk memenuhi penampang melintang, sesuai Gambar.
  2. Lapis pertama dipadatkan dengan menggunakan *vibrator* (alat penggetar).
- f. Pemasangan Baja Tulangan
1. Baja tulangan harus dihampar di atas beton lapis pertama.
  2. Sambungan antara anyaman kawat baja dibuat tumpang tindih (*overlap*), minimal 45 cm.
  3. Baja tulangan harus bebas dari kotoran, minyak dan karet.
- g. Pengecoran Beton Lapis Kedua
1. Beton dihampar setelah baja tulangan dipasang diatas hampar beton sebelumnya.
  2. Hamparan beton pertama yang dituang lebih dari 30 menit tanpa penghamparan lapis kedua harus dibongkar.
  3. Beton yang dibongkar harus segera diganti dengan beton yang baru.
- h. Pemadatan Penyelesaian
1. Pemadatan dilakukan dengan salah satu alat pemadat.
- i. Pemadatan Penyelesaian Dengan Mesin
1. Beton harus disebar sesegera mungkin.
  2. Mesin harus melintas setiap bagian permukaan jalan.
  3. Pemadatan menghasilkan tekstur permukaan yang rata.
  4. Gerakan mesin diatas acuan stabil/tidak goyah.
- j. Pemadatan Penyelesaian dengan Tangan
1. Beton yang dipadatkan dengan balok *vibrator*, harus digetar sampai level tertentu.
  2. Balok digerakan maju sedikit demi sedikit dengan jarak tidak lebih dari lebar balok.
  3. Pemadatan diulang lagi setelah setiap 1,5 m panjang perkerasan.
- k. Penghalusan
1. Beton diperhalus/diperbaiki dan dipadatkan lagi dengan alat-alat penyetrika.
- l. Penghalusan Dengan Metode Mekanik
1. Penghalusan disesuaikan dengan mesin penyelesaian melintang.
  2. Lubang-lubang pada permukaan beton dihaluskan menggunakan penghalus dengan tangkai yang panjang.
  3. Setiap kelebihan air dan sisa beton dipermukaan beton harus dibuang.

m. Penghalusan Dengan Metode Manual

1. Penghalusan dilakukan di atas jembatan yang membentang dikedua sisi acuan.
2. Penghalusan harus selalu sejajar dengan garis sumbu jalan.
3. Gerakan maju penghalusan harus dilakukan sedikit demi sedikit.
4. Setiap kelebihan air dan sisa beton di permukaan beton harus dibuang.

n. Perbaikan

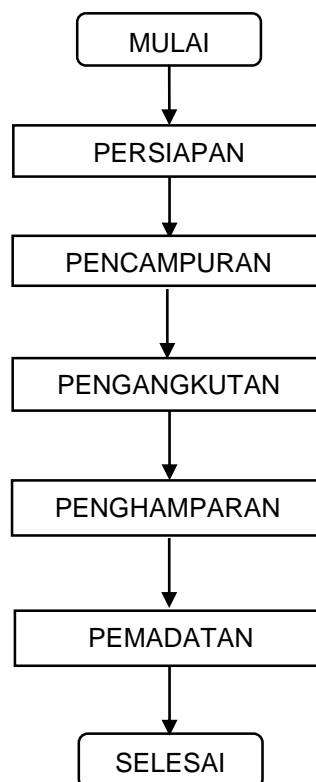
1. Bagian yang ambles harus segera diisi dengan beton baru (beton masih keadaan plastis).
2. Lokasi yang menonjol harus dipotong.
3. Hasil perbaikan tidak boleh melebihi toleransi.

o. Pembentukan Alur Sambungan Melintang

1. Membuat alur dengan menekan perlengkapan ke dalam beton yang masih plastis.
2. Perlengkapan tersebut harus tetap ditempat sekurang-kurangnya sampai beton mencapai tahap pengerasan awal.
3. Perlengkapan harus dilepas tanpa merusak beton didekatnya.

### 7.4.2 Perkerasan Lentur

Dalam mengawasi pekerjaan perkerasan lentur, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



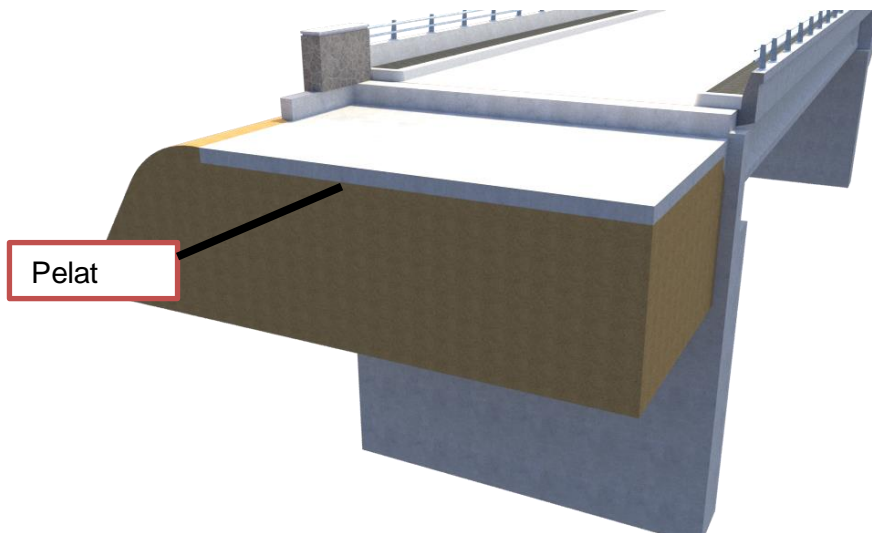
**Gambar 7.5– Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan lentur**

- a. Persiapan
  1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
  2. Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja terpenuhi
  3. Ada penanggung jawab kegiatan
  4. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  5. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  6. Gambar kerja sudah disiapkan.
  7. Penyiapan material bitumen (aspal).
  8. Agregat untuk campuran sudah dikeringkan dan dipanaskan.
- b. Pecampuran
  1. Agregat yang sudah kering harus dicampurkan ke dalam *mixer*.
  2. Material bitumen harus diukur dan dimasukkan ke dalam *mixer*.
  3. Agregat dan material bitumen harus diaduk.
- c. Pengangkutan
  1. Campuran (aspal beton) harus diangkut, sesuai spesifikasi.
  2. Setiap kendaraan pengangkut harus diperiksa.
- d. Penghamparan
  1. Suhu campuran aspal saat dimasukkan ke alat minimum 130° C dan saat digilas pertama kali (*initial rolling*) suhu minimum 125° C.
  2. Campuran (aspal beton) harus dihamparkan pada permukaan yang telah disetujui.
  3. Untuk menghamparkan campuran, harus digunakan paver.
- e. Pematatan
  1. Setelah campuran aspal dihamparkan harus dipadatkan secara merata dengan digilas.
  2. Jumlah, berat dan jenis *roller* harus memadai
  3. Penggilasan awal dan akhir dengan mesin gilas beroda baja.
  4. Penggilasan sekunder dengan mesin gilas yang beroda bertekanan angin.

## 7.5 Pengawasan Pekerjaan Pelat Injak

Pelat injak adalah konstruksi beton bertulang yang berada di bawah permukaan jalan dan berada di belakang kepala jembatan yang memiliki fungsi untuk menyebarkan beban roda kendaraan ke tanah timbunan. Metode pelaksanaan pelat injak bisa dilakukan secara cor ditempat (*cast in situ*) dan pracetak (*precast*).

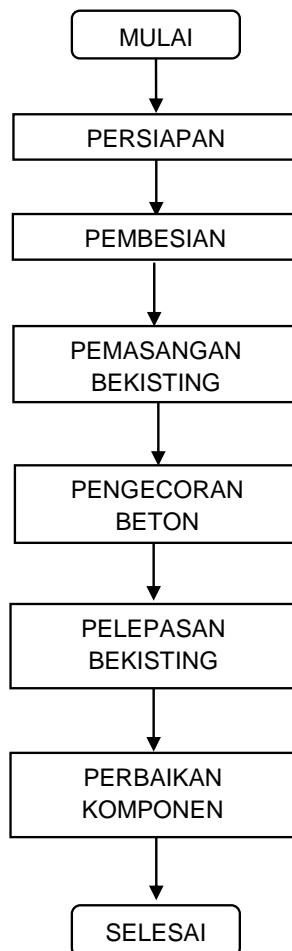




**Gambar 7.6- Contoh sketsa pelat injak jembatan**

### **7.5.1 Pelat Injak Cor Ditempat (*Cast In Situ*)**

Dalam mengawasi pekerjaan pelat injak cor ditempat (*cast in situ*), pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:

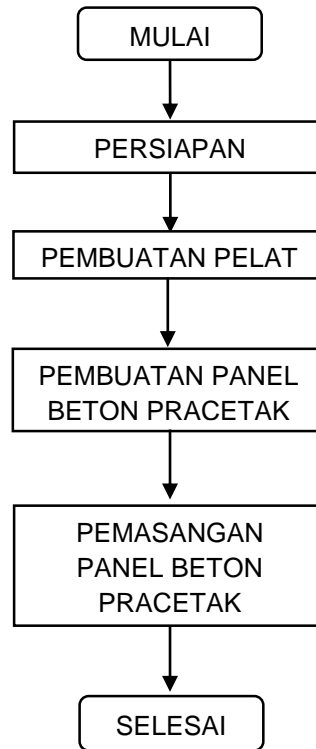


**Gambar 7.7– Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak cor ditempat**

- a. Persiapan
  - 1. Pekerjaan timbunan dan pemadatan selesai dilaksanakan.
  - 2. Mutu beton sesuai pesanan dan hasil *slump test* mencukupi.
  - 3. Profil tulangan yang dipesan sesuai dengan gambar kerja.
  - 4. Jumlah, jenis dan kapasitas peralatan sesuai pengajuan dan dapat dioperasikan.
  - 5. Jumlah dan kualifikasi tenaga kerja sesuai persyaratan.
  - 6. Penanggung jawab kegiatan berada di lapangan.
  - 7. Pekerjaan pengukuran dan pematokan sesuai gambar rencana.
  - 8. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - 9. Pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi tidak bermasalah.
- b. Pembesian
  - 1. Status gambar kerja, metode penulangan, rencana pemotongan, pembengkokkan dan sambungan telah disetujui.
  - 2. Besi yang digunakan berasal dari pabrik penyuplai yang disetujui.
  - 3. Panjang pemotongan, jarak antar tulangan dan profil pembengkokkan sesuai dengan gambar rencana.
  - 4. Posisi penempatan tulangan sesuai dengan gambar rencana.
- c. Pemasangan Bekisting
  - 1. Status gambar kerja telah disetujui.
  - 2. Kondisi bekisting bagus dan siap pakai.
  - 3. Pembersihan lahan sudah dilakukan.
  - 4. Menggunakan oli bekisting (untuk mempermudah pelepasan).
  - 5. Pemberian spasi untuk selimut beton dengan beton decking.
  - 6. Penyangga ditempatkan pada posisi yang tepat.
  - 7. Bekisting kedap dan tidak bocor.
- d. Pengecoran Beton
  - 1. Ketebalan beton yang dicor sesuai dengan gambar.
  - 2. Penghamparan tidak terjadi segregasi.
  - 3. Penghamparan dilakukan secara menerus.
  - 4. Pemadatan beton menggunakan *vibrator*.
  - 5. Perawatan Beton (*curing*)
- e. Pelepasan Bekisting
  - 1. Permukaan beton tidak keropos
- f. Perbaikan Komponen
  - 1. Bila adanya keraguan dalam mutu tersebut maka dilakukan pengujian tambahan.
  - 2. Melakukan *grouting* bila ada beton keropos minor

### 7.5.2 Pelat Injak Pracetak (*Precast*)

Dalam mengawasi pekerjaan pelat injak pracetak (*precast*), pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



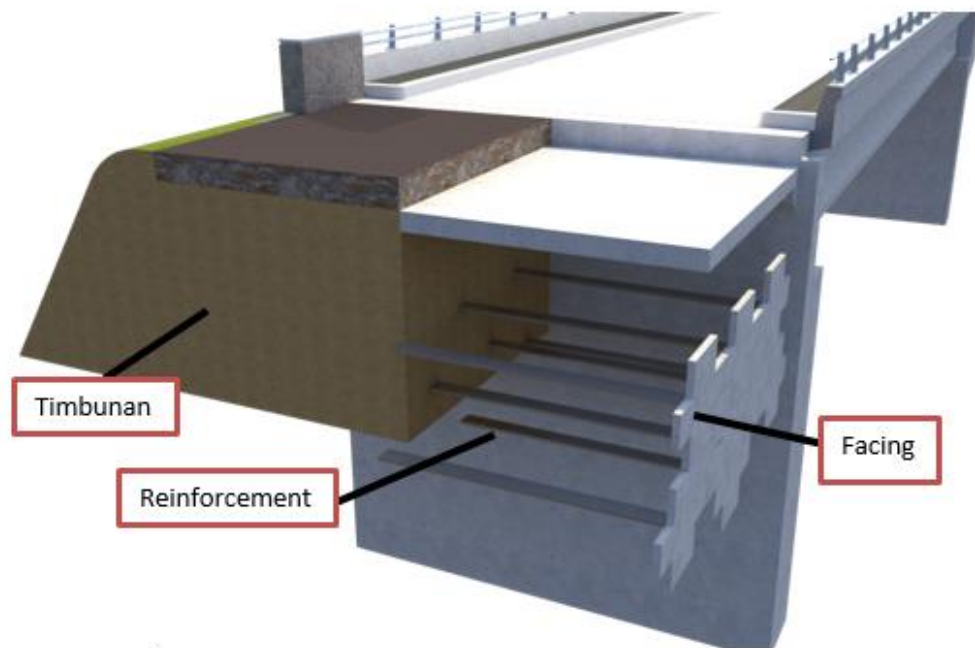
**Gambar 7.8– Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak precast**

- a. Persiapan
  1. Pekerjaan timbunan dan pemadatan selesai dilaksanakan.
  2. Memastikan stabilitas tanah asli dan tanah timbunan.
- b. Pembuatan Pelat
  1. Pembuatan pelat dari beton pracetak harus sesuai dengan yang disyaratkan.
- c. Pembuatan Panel Beton Pracetak
  1. Mobilisasi panel beton menuju lokasi pekerjaan.
- d. Pemasangan Panel Beton Pracetak
  1. Panel beton pracetak dipasang secara segmental seluas area pelat injak.

### 7.6 Pengawasan Pekerjaan MSE (*Mechanically Stabilize Earth*)

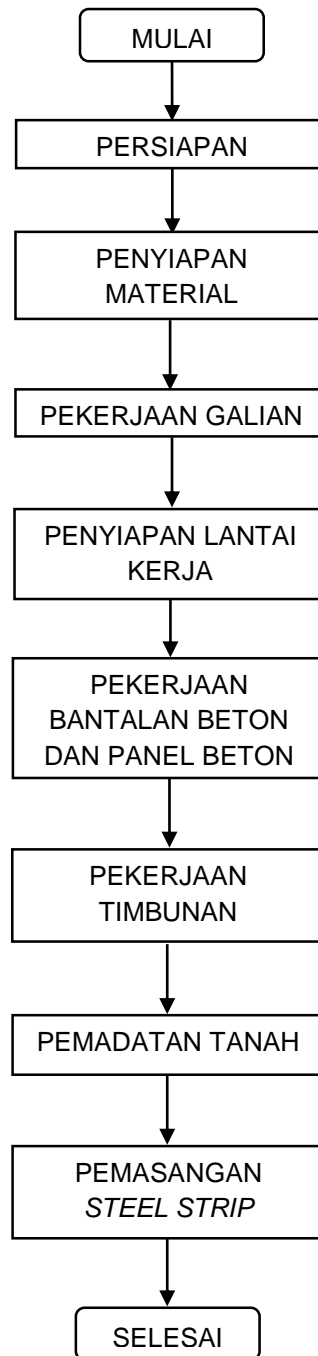
Dinding MSE terdiri atas dinding muka/penutup muka dan perkuatan baja atau geosintetik yang diikatkan pada dinding dan dipasang secara berlapis di dalam timbunan tanah berbutir yang mudah mengalirkan air (*free draining material*). Kombinasi perkuatan dan timbunan tanah berbutir menghasilkan struktur komposit yang stabil secara internal. Contoh tipikal dinding MSE ditunjukkan pada Gambar 7.9 berikut ini. Pelaksanaan pekerjaan dinding MSE

dapat merujuk pada AASHTO LRFD *Bridge Construction Specification* 4<sup>th</sup> 2017 mengenai “*Mechanically Stabilized Earth Walls*”



**Gambar 7.9- Contoh sketsa dinding MSE**

Dalam mengawasi pekerjaan dinding MSE (*Mechanically Stabilize Earth*), pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 7.10 – Bagan alir pengawasan pekerjaan MSE (*mechanically stabilize earth*)**

a. Persiapan

1. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
2. Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja terpenuhi
3. Ada penanggung jawab kegiatan.
4. *Staking out* telah dilakukan.
5. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
6. Ada kesiapan penanganan lingkungan.

7. Gambar kerja sudah disiapkan.
  8. Data-data hasil pengukuran permukaan dan data survey lainnya disiapkan, dan sudah terpenuhi.
  9. Perlengkapan P3K harus tersedia pada tempat kerja.
  10. Penyedia jasa memperoleh informasi tentang lokasi utilitas bawah tanah.
  11. Lampiran hasil pengujian ada.
- b. Penyiapan Material
1. Material timbunan diperoleh dari kuari yang telah disetujui.
  2. Dimensi panel beton yang dipesan sesuai dengan gambar rencana.
  3. Dimensi *steel strip* yang dipesan sesuai dengan gambar rencana.
  4. Panel beton dan *steel strip* yang dipesan sesuai dengan spesifikasi.
  5. Panel beton dan *steel strip* disimpan pada tempat yang baik untuk meminimalisasi kerusakan.
- c. Pekerjaan Galian
1. Dimensi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
  2. Elevasi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
- d. Penyiapan Lantai Kerja
1. Tempat kerja bersih dari bahan yang tidak diperlukan.
  2. Lantai kerja dengan urugan pasir telah dipadatkan.
  3. Lantai kerja dengan *lean concrete* dimensi dan mutu telah sesuai dengan perencanaan.
  4. Elevasi lantai kerja telah sesuai dengan gambar rencana.
- e. Pembuatan Bantalan Beton dan Panel Beton
1. Dimensi bantalan beton yang dipasang sesuai dengan gambar rencana.
  2. Panel beton ditempatkan pada posisi yang benar.
  3. Ketegakan panel beton telah sesuai dengan perencanaan.
  4. Pemasangan *fabric filter* sesuai dengan perencanaan.
- f. Pekerjaan Timbunan
1. Gambar kerja telah disetujui.
  2. Penghamparan dilakukan pada lahan kerja yang telah disiapkan.
  3. Penghamparan timbunan dilakukan pada cuaca cerah.
  4. Ketebalan timbunan perlapisan telah sesuai dengan perencanaan.
  5. Elevasi timbunan telah mencapai ketinggian untuk memasang *steel strip*.
- g. Pemadatan Tanah
1. Pemadatan tanah dilakukan setiap lapis dengan alat yang memadai dan telah disetujui.
  2. Pemadatan tanah dilaksanakan hanya pada kadar air bahan berada dalam rentang 3% di bawah kadar air optimum sampai 1% di atas kadar optimum.
  3. Timbunan lapisan tanah yang lebih dari 20 cm di bawah elevasi tanah dasar, dipadatkan sampai 95% dari kepadatan kering maksimum.
  4. Timbunan lapisan tanah pada kedalaman tanah dasar dipadatkan sampai dengan 100% dari kepadatan kering maksimum.
- h. Pemasangan *Steel Strip*
1. Dimensi *steel strip* yang akan dipasang sesuai dengan gambar rencana.
  2. *Steel strip* terpasang dan dikencangan hingga tidak ada lendutan.

## Contents

7. JALAN PENDEKAT JEMBATAN (OPRIT) .....	7-1
7.1 Umum.....	7-1
7.2 Pengawasan Pekerjaan Timbunan Jalan.....	7-1
7.2.1 Tanah Timbunan.....	7-1
7.2.2 Timbungan Ringan.....	7-4
7.3 Pengawasan Pekerjaan Drainase.....	7-6
7.4 Pengawasan Pekerjaan Lapisan Perkerasan .....	7-7
7.4.1 Perkerasan Kaku .....	7-7
7.4.2 Perkerasan Lentur.....	7-11
7.5 Pengawasan Pekerjaan Pelat Injak .....	7-12
7.5.1 Pelat Injak Cor Ditempat ( <i>Cast In Situ</i> ).....	7-13
7.5.2 Pelat Injak Pracetak ( <i>Precast</i> ) .....	7-15
7.6 Pengawasan Pekerjaan MSE (Mechanically Stabilize Earth).....	7-15
Gambar 7.1– Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan .....	7-2
Gambar 7.2– Bagan alir pengawasan pekerjaan timbunan ringan.....	7-5
Gambar 7.3– Bagan alir pengawasan pekerjaan drainase poros.....	7-6
Gambar 7.4 – Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan kaku.....	7-9
Gambar 7.5– Bagan alir pengawasan pekerjaan perkerasan lentur.....	7-11
Gambar 7.6- Contoh sketsa pelat injak jembatan.....	7-13
Gambar 7.7– Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak cor ditempat .....	7-13
Gambar 7.8– Bagan alir pengawasan pekerjaan pelat injak precast.....	7-15
Gambar 7.9- Contoh sketsa dinding MSE .....	7-16
Gambar 7.10 – Bagan alir pengawasan pekerjaan MSE ( <i>mechanically stabilize earth</i> )....	7-17
Tabel 7.1- Gradasi timbunan pilihan berbutir .....	7-1

## 8. BANGUNAN PELENGKAP

### 8.1 Umum

Bangunan yang merupakan pelengkap dari konstruksi jembatan, fungsinya untuk pengamanan terhadap struktur jembatan secara keseluruhan dan keamanan terhadap pemakai jalan/jembatan.

### 8.2 Pengawasan Pekerjaan Bangunan Pengaman

Bangunan pengaman jembatan adalah bagian struktur jembatan yang berfungsi untuk pengamanan terhadap pengaruh sungai yang bersangkutan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pada bab ini akan membahas mengenai beberapa jenis bangunan pengaman jembatan, antara lain:

- a. Bangunan Pengaman Tebing Sungai.
- b. Bangunan Pengarah Aliran.
- c. Bangunan Pengaman Pilar Jembatan.
- d. Bangunan Pengaman/Pengendali Dasar Sungai.

#### 8.2.1 Bangunan Pengaman Tebing Sungai

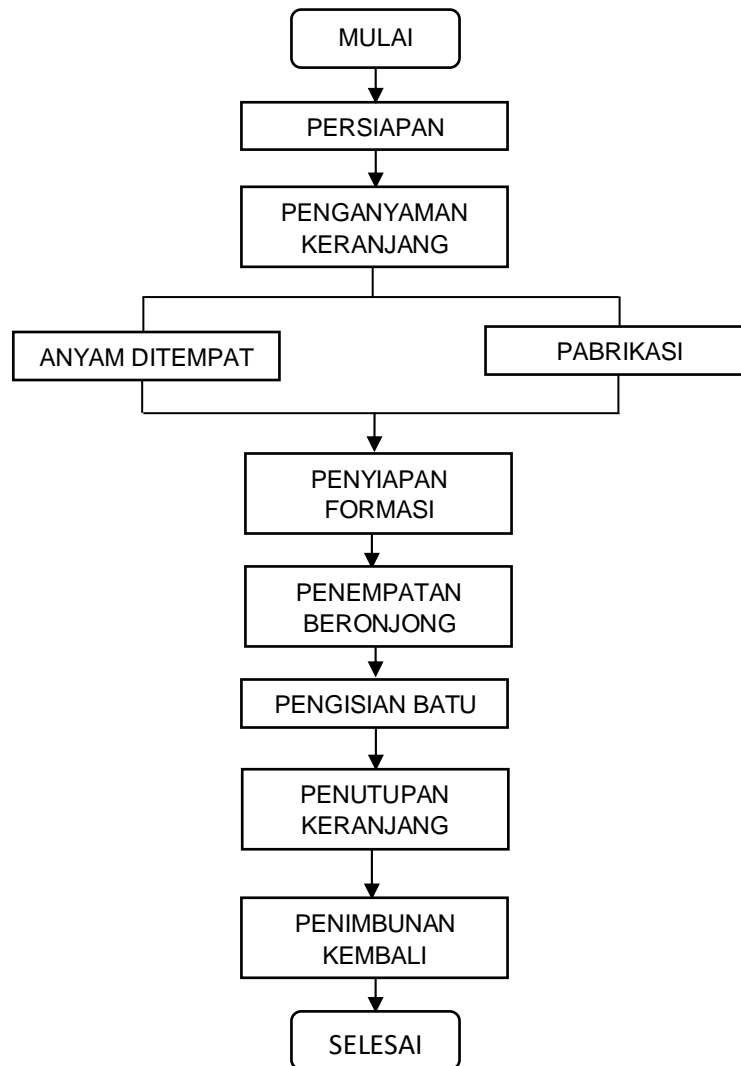
##### 8.2.1.1 Dinding Penahan Tanah

- a. Beronjong

Beronjong adalah struktur yang bersifat lentur terdiri dari anyaman kawat yang diisi dengan batu dan berfungsi sebagai penahan tekanan yang besar (*counter weight*) pada penanganan longsoran atau sebagai pelindung terhadap erosi (*slope protection*) pada tebing sungai, lereng timbunan, lereng galian dan permukaan lain yang terdiri dari bahan yang mudah tererosi.

Dalam mengawasi pekerjaan beronjong, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:





**Gambar 8.1- Bagan alir pengawasan pekerjaan beronjong**

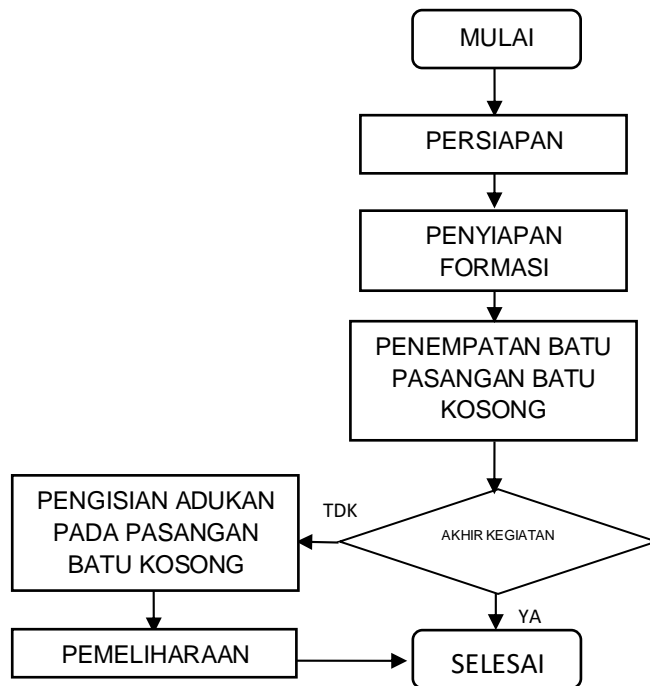
1. Persiapan
  - a) Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
  - b) Cek ulang ketersediaan material, pastikan tidak ada perubahan.
  - c) Cek dan amati ulang kesiapan alat, pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  - d) Cek ulang kesiapan tenaga kerja, jumlah dan kualifikasinya pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  - e) Ada penanggung jawab dari penyedia jasa untuk mengatasi kondisi khusus.
  - f) Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - g) Ada kesiapan penanganan lingkungan.
2. Penganyaman Keranjang Ditempat
  - a) Kawat harus anti karat dengan digalvanisasi.
  - b) Bentuk anyaman, ukuran lubang, jumlah lilitan dan dimensi keranjang sesuai gambar kerja.
  - c) Cek posisi lipatan beronjong ketika dibentuk.

- d) Bagian atas dari sisi-sisi beronjong rata.
- 3. Beronjong Pabrikasi
  - a) Ada sertifikat beronjong kawat pabrikasi.
  - b) Bentuk dan dimensi keranjang sesuai gambar kerja.
- 4. Penyiapan Formasi
  - a) Elevasi galian untuk landasan sesuai dengan gambar kerja.
  - b) Pembuatan kunci pada tumit (*toe*) untuk landasan.
  - c) Landasan terdiri dari material porous yang telah dipadatkan.
  - d) Tanah dasar sudah benar-benar rata.
- 5. Penempatan Beronjong
  - a) Keranjang dibentangkan untuk memperoleh bentuk dan posisi yang benar dengan menggunakan batang penarik atau ulir penarik kecil.
  - b) Sambungan antar keranjang harus sama kuat dengan anyamannya.
  - c) Lilitan kawat pengikat dan kerangka beronjong sudah benar.
  - d) Sambungan vertikal harus dibuat berselang seling, apabila keranjang saling tumpuk.
- 6. Pengisian Batu
  - a) Batu dimasukkan satu persatu untuk mendapatkan kepadatan maksimum.
  - b) Mutu dan ukuran isian batu terpasang sesuai dengan spesifikasi teknis dan gambar kerja.
  - c) Kawat pengaku horisontal dipasang untuk menjaga bentuk beronjong.
  - d) Keranjang selanjutnya diisi batu sedikit berlebih agar terjadi penurunan (*settlement*).
  - e) Permukaan sisi luar batu yang kontak langsung dengan kawat, rata dan bertumpu pada anyaman.
- 7. Penutupan Keranjang
  - a) Tepi dari penutup dibentangkan dengan batang penarik atau ulir penarik pada permukaan atasnya dan diikat.
- 8. Penimbunan Kembali
  - a) Penimbunan kembali (*back filling*) dilakukan lapis per lapis dengan material sesuai dengan gambar.

b. Pasangan Batu Kosong

Pasangan Batu Kosong adalah susunan batu yang bersudut tajam, dengan berat serta dimensi tertentu dan ditempatkan pada lokasi yang memerlukan perlindungan terhadap erosi, misalnya tebing sungai, lereng timbunan, lereng galian dan permukaan lain yang mudah tererosi.

Dalam mengawasi pekerjaan pasangan batu kosong, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



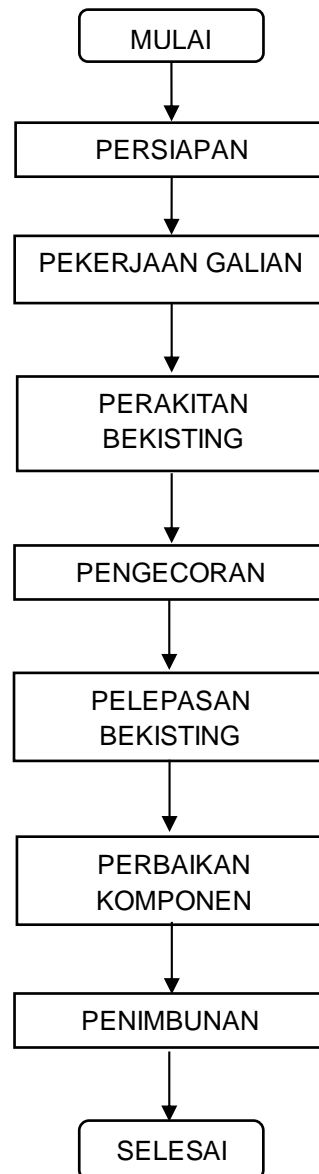
**Gambar 8.2- Bagan alir pengawasan pekerjaan pasangan batu**

1. Persiapan
  - a) Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
  - b) Cek ulang ketersediaan material, pastikan tidak ada perubahan.
  - c) Cek dan amati ulang kesiapan alat, pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  - d) Cek ulang kesiapan tenaga kerja, jumlah dan kualifikasinya pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
  - e) Ada penanggung jawab dari penyedia jasa untuk mengatasi kondisi khusus.
  - f) Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - g) Ada kesiapan penanganan lingkungan.
2. Penyiapan Formasi
  - a) Elevasi galian untuk landasan sesuai dengan gambar kerja.
  - b) Patok yang telah dipasang untuk pekerjaan galian sesuai gambar kerja.
  - c) Permukaan tanah setelah penggalian rata.
  - d) Pembuatan kunci pada tumit (*toe*) untuk landasan.
  - e) Landasan terdiri dari material porous yang telah dipadatkan.
  - f) Landasan disiapkan sesaat sebelum pemasangan batu.
  - g) Landasan (permukaan) yang akan dipasang batu telah dibasahi.
3. Penempatan Batu Pasangan Batu Kosong
  - a) Batu telah dicuci, bersih dari lumpur dan dalam kondisi jenuh.

- b) Batu paling besar ditempatkan pada galian parit di tumit lereng (*toe*).
  - c) Dimensi yang paling besar tegak lurus terhadap permukaan lereng.
  - d) Batu dipasang dengan sisi yang terpanjang pada posisi mendatar.
  - e) Penempatan batu dibuat sepadat mungkin.
  - f) Penempatan batu terbesar berada di bawah permukaan air tertinggi.
  - g) Batu dipasang pada adukan mortar baru yang belum mengeras.
4. Pengisian Adukan pada Pasangan Batu Kosong
- a) Beton dihampar di atas batu yang telah dipasang sebelum batu baru dipasang lagi.
  - b) Celah-celah antara batu diisikan baji dan pastikan celah yang masih ada diisi beton sampai padat.
  - c) Tebal lapisan mortar berkisar antara 2 – 5 cm.
  - d) Lubang sulingan (*weep holes*) sudah dipasang dan menonjol.
  - e) Lubang sulingan tidak tertutup/tersumbat.
  - f) Delatasi sesuai dengan yang disyaratkan. (jika diperlukan)
  - g) Timbunan di belakang delatasi terbuat dari bahan dan bentuk yang disyaratkan.
5. Pemeliharaan
- a) Penggantian batu yang bergeser/longgar/lepas.
  - b) Seluruh permukaan batu terpasang telah bersih dari adukan mortar.
  - c) Pemeliharaan selama 3 (tiga) hari (*curing*).

c. DPT Beton dan Beton Bertulang

Dalam mengawasi pekerjaan DPT Beton, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.3- Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton**

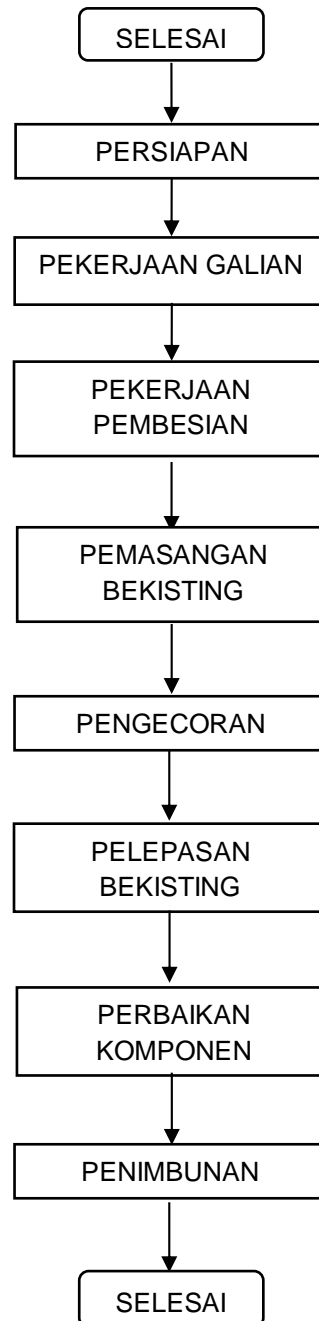
1. Pengawasan Pekerjaan Persiapan
  - a) Periksa pekerjaan pengukuran.
  - b) Kesesuaian material dengan *form request*.
  - c) Jumlah dan kapasitas peralatan sesuai dokumen kontrak.
  - d) Peralatan dapat dioperasikan.
  - e) Jumlah dan kualifikasi tenaga kerja sesuai dokumen kontrak.
  - f) Penanggung jawab kegiatan telah ditetapkan.
  - g) Penanggung jawab kegiatan berada di lapangan.

- h) Pematokan sesuai dengan gambar rencana
  - i) Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - j) Pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi
  - k) Periksa pembuatan rantai kerja
2. Pengawasan Pekerjaan Galian
    - a) Lokasi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
    - b) Elevasi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
    - c) Pemadatan rantai kerja telah sesuai dengan gambar rencana.
  3. Pengawasan Pemasangan bekisting
    - a) Status gambar kerja telah disetujui.
    - b) Elevasi bekisting/vertikalitas/posisi sudah sesuai dengan gambar rencana.
    - c) Pembersihan sudah sesuai persyaratan.
    - d) Penggunaan minyak bekisting sudah sesuai persyaratan.
    - e) Pengencangan bekisting/*sea*/ sudah sesuai persyaratan.
    - f) Penyangga ditempatkan pada posisi yang tepat
    - g) *Cross bracing* untuk mencegah pergeseran ditempatkan sesuai dengan gambar rencana.
    - h) Penyangga ditempatkan pada posisi yang benar dan bertumpu pada tanah padat.
    - i) Bekisting kedap dan tidak bocor.
  4. Pengawasan Pengecoran
    - a) Status gambar, pembesian, dan bekisting telah disetujui.
    - b) Periksa kebersihan lahan yang akan dicor harus bersih dari material yang tertinggal.
    - c) Campuran beton telah disetujui untuk digunakan.
    - d) Pengujian *slump*, temperatur, dan pengambilan sampel.
    - e) Pengecekan kondisi pipa tremie, ember cor (*hopper*), *concrete pump*.
    - f) Jumlah dan kondisi *vibrator* dikontrol.
    - g) Tinggi jatuh beton sudah sesuai (sebaiknya kurang dari 1.5 meter).
    - h) Perawatan (*curing*) pada beton yang sudah dicor.
  5. Pengawasan Pelepasan Bekisting
    - a) Permukaan beton tidak keropos.
  6. Pengawasan Perbaikan Komponen
    - a) Bila adanya keraguan dalam mutu tersebut maka dilakukan pengujian tambahan.
    - b) Perbaikan yang retak karena kelalaian penyedia jasa maka merupakan tanggung jawab penyedia jasa.
    - c) Melakukan patching bila ada beton keropos minor.

## 7. Pengawasan Penimbunan

- a) Pemasangan tiap lapisan telah sesuai (kurang lebih 20 cm).
- b) Elevasi timbunan telah sesuai dengan gambar rencana.

Dalam mengawasi pekerjaan DPT Beton Bertulang, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.4– Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton bertulang**

1. Pengawasan Pekerjaan Persiapan
  - a) Periksa pekerjaan pengukuran.
  - b) Kesesuaian material dengan *form request*.

- c) Jumlah dan kapasitas peralatan sesuai dokumen kontrak.
  - d) Peralatan dapat dioperasikan.
  - e) Jumlah dan kualifikasi tenaga kerja sesuai dokumen kontrak.
  - f) Penanggung jawab kegiatan telah ditetapkan.
  - g) Penanggung jawab kegiatan berada di lapangan.
  - h) Pematokan sesuai dengan gambar rencana.
  - i) Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - j) Pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi.
  - k) Periksa pembuatan rantai kerja.
2. Pengawasan Pekerjaan Galian
- a) Lokasi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
  - b) Elevasi galian telah sesuai dengan gambar rencana.
  - c) Pemadatan rantai kerja telah sesuai dengan gambar rencana.
3. Pengawasan Pekerjaan Pembesian
- a) Status gambar kerja metode penulangan, rencana pemotongan, pembengkokan dan sambungan telah disetujui.
  - b) Besi yang digunakan berasal dari pabrik penyuplai yang disetujui.
  - c) Dimensi seluruh tulangan (diameter, panjang) sesuai gambar rencana.
  - d) Panjang pemotongan dan profil pembengkokan sesuai dengan gambar rencana.
  - e) Jumlah, jarak, dan posisi pembesian sudah sesuai dengan gambar rencana.
  - f) Perlindungan dan pembersihan besi sudah sesuai persyaratan.
4. Pengawasan Pemasangan bekisting
- a) Status gambar kerja telah disetujui.
  - b) Elevasi bekisting/vertikalitas/posisi sudah sesuai dengan gambar rencana.
  - c) Pembersihan sudah sesuai persyaratan.
  - d) Penggunaan minyak bekisting sudah sesuai persyaratan.
  - e) Pengencangan bekisting/*sea*/ sudah sesuai persyaratan.
  - f) Penyangga ditempatkan pada posisi yang tepat.
  - g) *Cross bracing* untuk mencegah pergeseran ditempatkan sesuai dengan gambar rencana.
  - h) Penyangga ditempatkan pada posisi yang benar dan bertumpu pada tanah padat.
  - i) Bekisting kedap dan tidak bocor.
5. Pengawasan Pengecoran
- a) Status gambar, pembesian, dan bekisting telah disetujui.
  - b) Periksa kebersihan lahan yang akan dicor harus bersih dari material yang tertinggal.

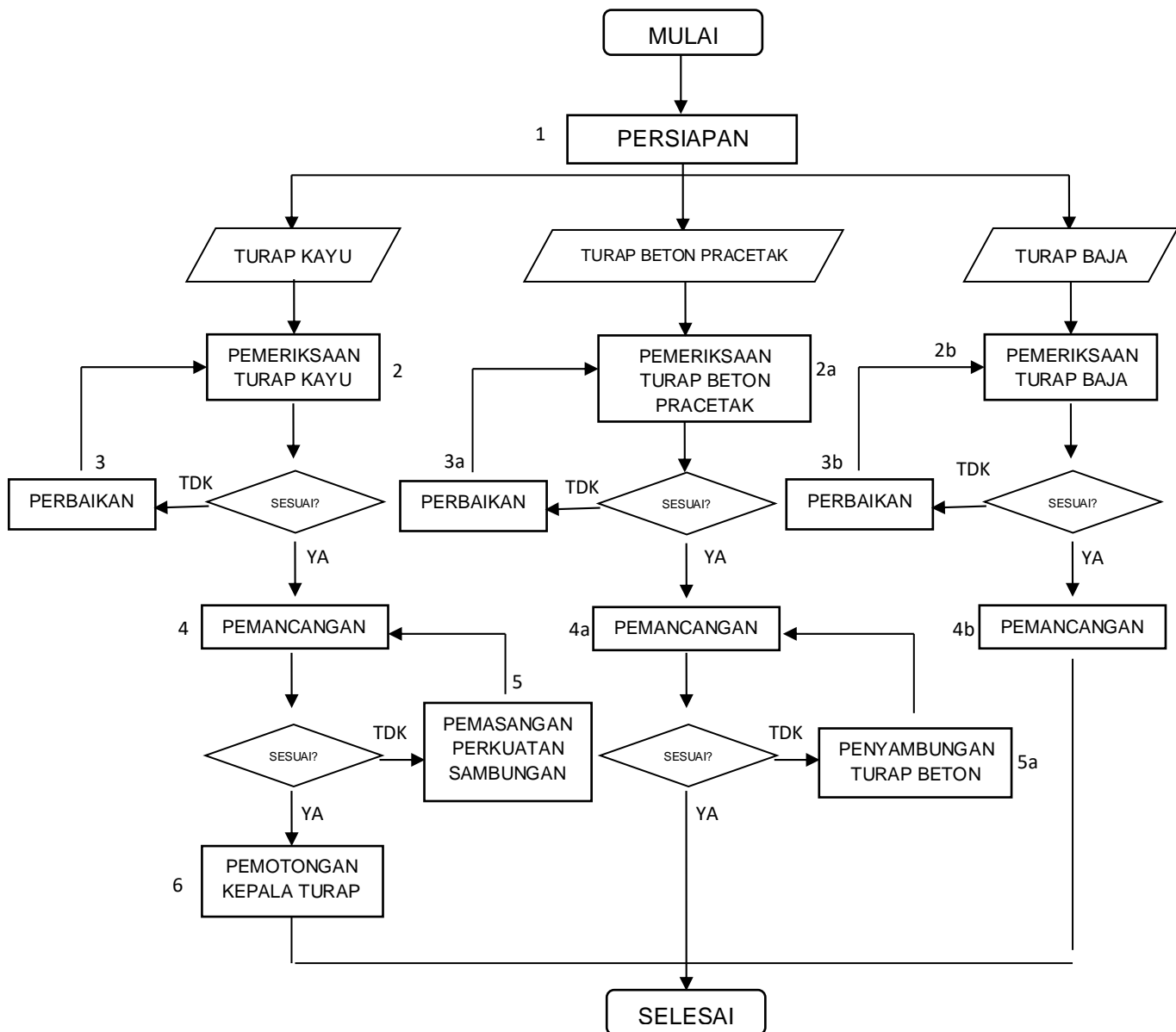


- c) Campuran beton telah disetujui untuk digunakan.
  - d) Pengujian *slump*, temperatur, dan pengambilan sampel.
  - e) Pengecekan kondisi pipa tremie, ember cor (*hopper*), *concrete pump*.
  - f) Jumlah dan kondisi *vibrator* dikontrol.
  - g) Tinggi jatuh beton sudah sesuai (sebaiknya kurang dari 1.5 meter).
  - h) Perawatan (*curing*) pada beton yang sudah dicor.
6. Pengawasan Pelepasan Bekisting
- a) Permukaan beton tidak keropos.
7. Pengawasan Perbaikan Komponen
- a) Bila adanya keraguan dalam mutu tersebut maka dilakukan pengujian tambahan.
  - b) Perbaikan yang retak karena kelalaian penyedia jasa maka merupakan tanggung jawab penyedia jasa.
  - c) Melakukan *patching* bila ada beton keropos minor.
8. Pengawasan Penimbunan
- a) Pemasangan tiap lapisan telah sesuai (kurang lebih 20 cm).
  - b) Elevasi timbunan telah sesuai dengan gambar rencana.

#### **8.2.1.2 Dinding Turap**

Turap adalah suatu jenis tiang pancang khusus yang digunakan untuk dinding penahan tanah atau untuk pengamanan terhadap gerusan. Jenis dinding turap terdiri dari, turap kayu, turap beton pracetak dan turap baja.

Dalam mengawasi pekerjaan dinding turap, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.5- Bagan alir pengawasan pelaksanaan pemancangan turap**

a. Turap Kayu

1. Persiapan

- a) Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar detail penampang turap.
- c) Penyedia Jasa harus menyerahkan metode kerja.
- d) Penyedia Jasa harus menyiapkan semua peralatan.
- e) Penyedia Jasa harus menyediakan koordinator tenaga kerja.

2. Pemeriksaan Turap
    - a) Turap kayu sudah memenuhi ketentuan bahan yang dipersyaratkan.
    - b) Turap kayu sudah memenuhi toleransi yang diizinkan.
    - c) Dilakukan tindakan pencegahan kerusakan pada kepala tiang.
    - d) Pemangkasan kepala tiang tegak lurus terhadap panjang.
    - e) Dipasang cincin baja.
    - f) Dilengkapi dengan sepatu yang sesuai.
  3. Perbaikan
    - a) Dilakukan perbaikan apabila terjadi ketidaksesuaian.
  4. Pemancangan
    - a) Turap dilengkapi dengan sepatu tiang.
    - b) Posisi sepatu harus benar-benar sentris.
    - c) Bidang kontak antara sepatu dan kayu harus cukup.
    - d) Turap terpasang sesuai dengan kedalaman yang dipersyaratkan dalam gambar.
  5. Pemasangan Perkuatan Sambungan
    - a) Permukaan ujung harus dipotong tegak lurus terhadap panjang.
    - b) Bagian sambungan sudah dihaluskan.
    - c) Turap yang digergaji, sambungannya harus diperkuat dengan kayu atau pelat penyambung baja, atau profil baja seperti profil kanal atau profil siku yang dilas menjadi satu membentuk kotak.
    - d) Turap harus diperkuat dengan baja penyambung.
  6. Pemotongan Kepala Turap
    - a) Selesai pemancangan kepala turap harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya sampai bagian kayu yang keras.
- b. Turap Beton Pracetak
1. Pemeriksaan Turap Beton Pracetak
    - a) Turap harus dirancang, dicor dan dirawat.
    - b) Tidak terjadi kerusakan struktur terhadap beton pracetak.
    - c) Baja tulangan harus dirancang untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkatan, penancangan dan sebagainya.
    - d) Selimut beton tidak kurang dari 40 mm.
    - e) Apabila terekpos terhadap air laut, pastikan selimut beton tidak kurang dari 50 mm.
    - f) Waktu untuk pemindahan turap sesuai hasil pengujian.
    - g) Ditandai dengan tanggal pengecoran dan panjang turap.
    - h) Pemancangan dilakukan setelah turap berumur tidak kurang dari 28 hari atau telah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan sesuai kontrak.

2. Perbaikan
    - a) Dilakukan perbaikan apabila terjadi ketidaksesuaian.
  3. Pemancangan
    - a) Turap harus dilengkapi dengan sepatu yang datar.
    - b) Sepatu terbuat dari baja atau besi tuang.
    - c) Pemancang di daerah dengan lapisan tanah liat/pasir sepatu tiang tidak diperlukan.
    - d) Turap terpasang sesuai dengan kedalaman yang dipersyaratkan.
  4. Penyambungan Turap Beton
    - a) Penyambungan harus dihindari.
    - b) Jika diperlukan penyambungan, pastikan harus mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan.
- c. Turap Baja
1. Pemeriksaan Turap Baja
    - a) Turap baja struktur harus berupa profil baja.
    - b) Material pembuat turap sesuai yang dipersyaratkan.
    - c) Turap baja harus dilindungi dengan galvanis.
    - d) Penggunaan lapisan pelindung atas persetujuan Pengawas Pekerjaan.
    - e) Sebelum pemancangan, topi pancang harus dipasang.
  2. Perbaikan
    - a) Dilakukan perbaikan apabila terjadi ketidaksesuaian.
  3. Pemancangan
    - a) Pada pemancangan tanah keras, pastikan ujung turap diperkuat plat baja tuang.
    - b) Pada turap yang berbentuk pipa atau kotak, pastikan sepatu plat diletakkan mendatar.
    - c) Turap terpasang sesuai dengan kedalaman yang dipersyaratkan.
    - d) Setelah pemancangan, pastikan batang baja harus ditambah pada pur (*pile cap*).

### 8.2.1.3 Talud

Talud pada dasarnya merupakan dinding penahan tanah yang terbuat dari pasangan batu yang dipasang pada dinding/tebing sungai. Tujuan dari pembuatan talud ini adalah untuk melindungi tebing sungai dari erosi atau gerusan dan dari material yang terbawa oleh aliran sungai. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan talud dapat mengikuti **Subbab 8.2.1.2** mengenai "Dinding Penahan Tanah" poin "Pasangan Batu".

Dalam pengawasan pekerjaannya, bentuk dan dimensi bangunan harus diperhatikan sesuai dengan SNI 03-3441-1994, yaitu:

- a. Kemiringan maksimum 1:2.

- b. Ketinggian maksimum 5 m, Jika lebih besar dari 5 m diberi Brem, lebar Brem antara 0,5 m – 1 m.
- c. Diberi Rib 5 m.
- d. Tebal pelindung tebing 0,40 m - 1,00 m.
- e. Tebal mortar untuk perletakan batu tidak boleh lebih dari 5 cm.
- f. Jarak antar batu satu dengan lainnya diisi mortar dengan tebal antara 1 cm - 5 cm.
- g. Sambungan gerak dipasang jika panjang pelindung tebing lebih besar dari 20 m.

#### 8.2.1.4 Rip-rap

Rip-rap yaitu susunan bongkahan batu alam atau blok-blok beton buatan dengan ukuran dan volume tertentu yang digunakan antara lain sebagai pelindung tebing sungai di sekitar jembatan dan berfungsi pula sebagai lapisan perisai untuk mengurangi kedalaman penggerusan setempat.

Dalam mengawasi pekerjaan rip-rap, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.6– Bagan alir pengawasan pekerjaan rip-rap**

- a. Persiapan
  - 1. Lokasi kegiatan sesuai gambar kerja.
  - 2. Kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja, terpenuhi.
  - 3. Ada penanggung jawab kegiatan.
  - 4. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - 5. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  - 6. Pekerjaan tidak dimulai tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan.
  - 7. Perlengkapan P3K tersedia di tempat kerja .
  - 8. Dimensi batu telah sesuai dengan gambar rencana.
  - 9. Material yang dipakai lengkap dengan hasil pengujiannya.
- b. Penyiapan Permukaan Tanah
  - 1. Permukaan lereng sudah dibersihkan.

2. Pemasangan tanah telah sesuai dengan gambar rencana.
  3. Peletakan geotekstil telah sesuai dengan gambar rencana.
- c. Penempatan Batu
1. Penempatan batu telah sesuai dengan gambar rencana.
  2. Pastikan pemasangan batu sepadat mungkin.
  3. Permukaan rip-rap cukup seragam.

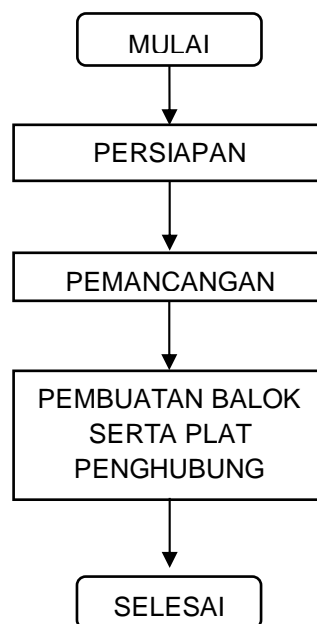
### 8.2.1.5 Dinding Tiang *Secant*

Dinding tiang *secant* merupakan dinding yang terdiri dari barisan tiang yang dibor. Tiang *secant* terdiri dari tiang primer dan tiang sekunder. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan ini yaitu tiang primer merupakan tiang yang dikerjakan terlebih dahulu dan bahan pengisi tiangnya hanya berupa beton. Sedangkan untuk tiang sekunder, pengerjaannya dilakukan setelah pekerjaan tiang primer selesai dikerjakan dan bahan pengisinya merupakan beton bertulang. Metode pengawasan pelaksanaan pengeboran dinding tiang *secant* dapat merujuk pada sub bab 4.5 mengenai "Pondasi Tiang Bor".

### 8.2.2 Bangunan Pengarah Aliran/Pelindung Tebing Tak Langsung (Krib)

Bangunan pengarah aliran atau krib merupakan bangunan pengarah arus sungai yang dapat terbuat dari tiang pancang, beronjong, blok beton, ataupun pasangan batu.

Dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan krib dengan tiang pancang beton, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.7- Bagan alir pengawasan pekerjaan krib tiang pancang**

- a. Persiapan
1. Mobilisasi bahan dan peralatan telah dilakukan;
  2. Tiang pancang beton yang didatangkan/dicetak telah sesuai dengan bentuk dan ukuran serta mutunya sesuai gambar rencana dan dokumen kontrak;

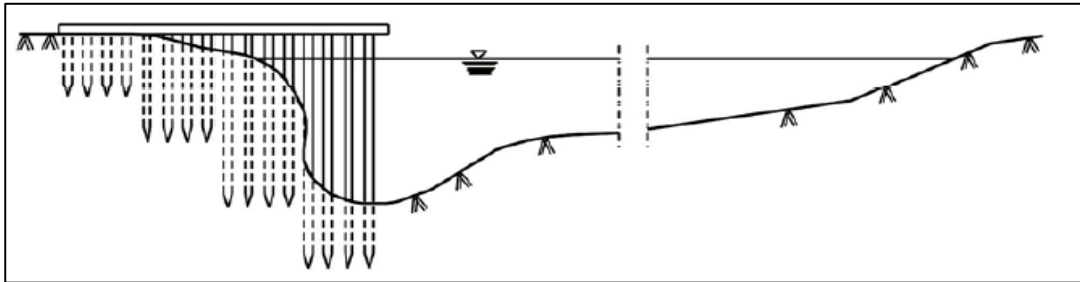
3. Pemancangan dilakukan setelah umur beton memenuhi syarat seperti yang ditetapkan dalam SNI 03-2847-1992;
  4. Urutan pelaksanaan satu serial krib dimulai dari krib paling hulu ke hilir sehingga krib paling hilir dilaksanakan paling akhir;
  5. Cara pemancangan sesuai dengan kondisi dan yang dipersyaratkan dalam dokumen kontrak;
  6. Setiap meter panjang tiang pancang telah diberi tanda dengan cat berwarna jelas;
  7. Apabila pemancangan menggunakan alat/mesin penumbuk dengan penumbuk yang dijatuhkan maka berat penumbuk tersebut sebanding dengan berat tiang pancang;
  8. Apabila pemancangan menggunakan alat/mesin penumbuk yang lain maka karakter mesin telah disesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitar.
- b. Pemancangan
1. Ujung tiang pancang telah diletakkan pada posisi yang telah ditentukan;
  2. Untuk tiang pancang berbentuk persegi, sisi luar tiang pancang sudah sejajar dengan garis arah krib;
  3. Dilakukan proses penumbukan saat posisi tiang pancang sudah sesuai dengan gambar rencana;
  4. Pantau posisi dan kedudukan tiang pancang selama penumbukan berlangsung;
  5. Pelaksanaan penumbukan dihentikan setelah mencapai kedalaman yang direncanakan;
  6. Konsultasi dengan perencana apabila sebelum mencapai kedalaman yang direncanakan tiang pancang tidak mau turun meskipun penumbukan tetap dilakukan;
  7. Apabila ada beberapa tiang pancang pada pangkal krib yang elevasinya lebih rendah dari muka tanah setempat maka tanah di tempat tersebut harus dikupas sedemikian sehingga elevasi krib sesuai dengan rencana, sedang tanah galian dikembalikan dan dipadatkan.
- c. Pembuatan balok serta plat penghubung
1. Pembuatan cetakan balok dan pelat penghubung telah sesuai dengan gambar rencana;
  2. Pangkal tiang pancang sepanjang 1,50 m telah dibongkar sehingga baja tulangannya bebas dari beton;
  3. Perpanjangan baja tulangan ditekuk, kemudian diikat dengan tulangan balok atau plat penghubung sesuai dengan gambar rencana;
  4. Merakit tulangan balok maupun plat penghubung, kemudian diganjal dengan spacer beton di bagian bawah dan samping;
  5. Pengecoran balok dan plat penghubung dilakukan sesuai dengan aturan yang disyaratkan pada SNI 03-2847-1992.

Pengawasan pelaksanaan krib dari beronjong dan krib dari pasangan batu dapat merujuk pada sub bab 8.2.1.1 mengenai "Dinding Penahan Tanah". Hal yang perlu diperhatikan dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan krib ini yaitu :

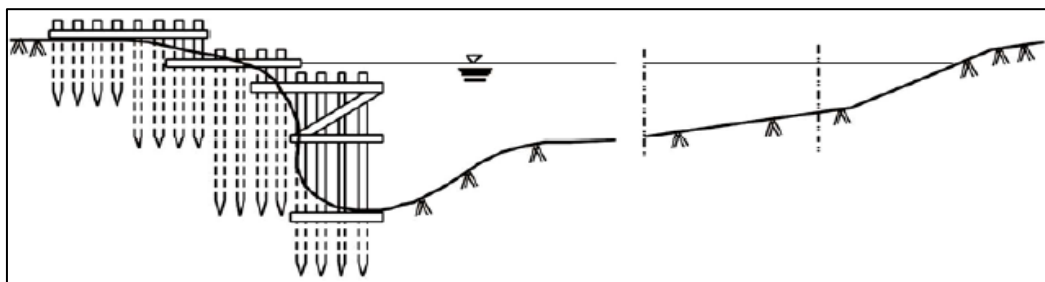
- a. Medan kerja harus dibersihkan, sehingga bebas dari segala sesuatu yang dapat menghambat kelancaran pelaksanaan pekerjaan;
- b. Telah dilakukan pemasangan patok-patok bantu serta papan-papan duga yang telah diikat pada patok tetap sebagai acuan;

- c. Lokasi pekerjaan krib harus dalam keadaan kering untuk memudahkan pelaksanaannya, maka perlu dibuatkan *cofferdam* (tanggul penutup).
- d. Untuk pemasangan krib beronjong:
  1. Pangkal krib beronjong harus masuk ke dalam tebing sungai sekitar 1,00 – 1,50 m atau sesuai yang dipersyaratkan dalam gambar rencana;
  2. Dasar krib beronjong harus diletakkan minimum 0,50 m ke dalam dasar sungai;
  3. Lapisan beronjong yang terbawah harus dibuat lebar dan pada ujung krib harus dibuat engsel pada ikatan beronjong paling bawah.

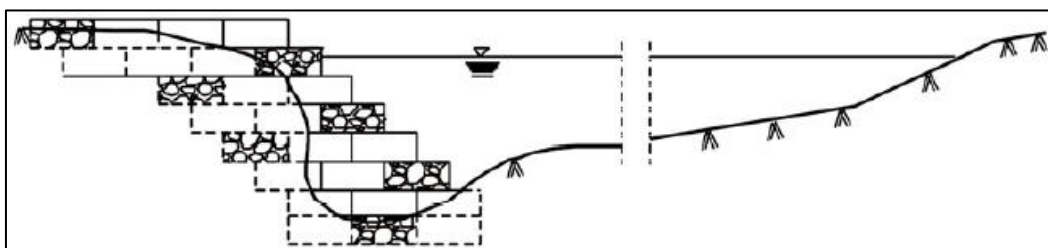
Berikut ini sketsa penggunaan krib sebagai pengarah alur sungai ditunjukkan pada Gambar 8.8 sampai Gambar 8.11



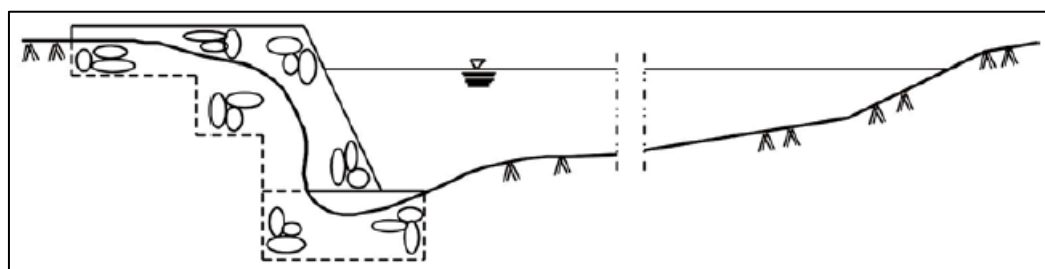
**Gambar 8.8- Sketsa contoh krib dari tiang pancang beton**



**Gambar 8.9- Sketsa contoh krib dari tiang pancang kayu**



**Gambar 8.10- Sketsa contoh krib dari beronjong**



**Gambar 8.11- Sketsa contoh krib dari beronjong**



### 8.2.3 Bangunan Pengaman Pilar Jembatan (*Fender*)

*Fender* merupakan bangunan pengaman pilar jembatan yang terletak ditengah sungai, sehingga pilar tersebut dapat aman jika ada kapal yang menabrak pilar tersebut. *Fender* pada pilar jembatan terbuat dari tiang pancang baja yang dipancang mengelilingi pilar jembatan dan dihubungkan dengan dengan *pile cap* pada bagian atasnya. Pengawasan pemancangan dari *fender* ini dapat dilihat lebih rinci pada Bab mengenai “Pengawasan Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang”. Gambar 8.12 menunjukkan contoh penggunaan *fender* sebagai bangunan pengaman pilar.



**Gambar 8.12- *Fender* sebagai pengaman pilar jembatan**

Berikut adalah tahapan pengawasan pelaksanaan pekerjaan pemancangan *fender* sebagai pengaman pilar jembatan:

- a. Pekerjaan persiapan meliputi pelaksanaan pengukuran, penentuan titik pemancangan, mobilisasi peralatan dan penyiapan tiang pancang;
- b. Ujung tiang pancang diletakkan pada posisi yang telah ditentukan;
- c. Apabila posisi tiang pancang sudah sesuai dengan gambar rencana maka proses penumbukan dapat dilakukan;
- d. Selama penumbukan berlangsung posisi dan kedudukan tiang pancang harus selalu dipantau dengan alat optik yang sesuai, agar apabila terjadi perubahan posisi dapat segera diketahui;
- e. Pelaksanaan penumbukan dihentikan setelah mencapai kedalaman yang direncanakan;
- f. Apabila sebelum mencapai kedalaman yang direncanakan tiang pancang tidak mau turun meskipun penumbukan tetap dilakukan, maka harus dikonsultasikan dengan perencana;
- g. Setelah proses pemancangan selesai dilakukan, maka bagian tiang yang berada di atas muka air kemudian dipasang pelat baja mengelilingi tiang pancang.

### 8.2.4 Bangunan Pengaman Dasar Sungai

Bangunan pengaman dasar sungai diperlukan untuk melindungi struktur bawah jembatan dari gerusan. Terkadang gerusan setempat masih mungkin terjadi di hilir jembatan akibat dari:

- a. Prediksi muka air hilir yang terlalu tinggi;
- b. Degradasi dasar sungai tidak diperhitungkan dan tidak diantisipasi;
- c. Degradasi yang terjadi melebihi prediksi yang dianalisa dalam perencanaan.

Untuk mengantisipasi gerusan yang terjadi di sungai maka terdapat beberapa pengaman gerusan yang dapat diterapkan untuk melindungi konstruksi jembatan yang berada pada daerah sungai.

#### **8.2.4.1 Rip-rap Batu**

Rip-rap batu (pasangan batu kosong) merupakan bongkahan batu alam dengan ukuran dan volume tertentu yang digunakan untuk mengurangi kedalaman penggerusan setempat (*local scouring*) serta untuk melindungi tanah dasar di hilir jembatan yang akan dibangun.

Pada umumnya dasar sungai di bagian hilir terjadi kecepatan aliran yang besarnya bervariasi. Rip-rap yang terdiri dari susunan batu-batu lepas tersebut yang terkena aliran deras akan menyebar, masuk dan mengisi lubang yang ada akibat penggerusan setempat, sehingga dapat menjadi pelindung dasar sungai dari bahaya gerusan.

Tata cara pengawasan pelaksanaan pekerjaan rip-rap batu untuk pelindung dasar sungai dapat merujuk pada sub bab 8.2.1.4 mengenai "Rip-rap".

#### **8.2.4.2 Rip Rap Beton**

Apabila tidak tersedia material batu yang cukup besar, maka alternatif pengaman gerusan dapat digunakan rip-rap beton dengan bentuk balok dengan ukuran 1 m x 1 m x 2 m ataupun bentuk kubus dengan ukuran 1 m x 1 m x 1 m. Pemasangan rip-rap beton ini sama dengan rip-rap pasangan batu dimana sebelum dihamparkan material betonnya, perlu dipasang terlebih dahulu lapisan *filter* berupa geotekstile lalu kemudian rip-rap betonnya dihampar di atas lapisan *filter*nya.

#### **8.2.2.3 Beronjong**

Penggunaan beronjong di hilir jembatan dimaksudkan untuk mengurangi bahaya penggerusan setempat. Sebagai perlindungan dasar sungai dari bahaya penggerusan setempat, banyak pengalaman penerapan rip-rap beronjong kurang tepat dan kurang berhasil.

Untuk mengatasi hal-hal tersebut maka sebaiknya memesan beronjong yang telah dipabrikasi atau dijual dipasaran, karena mutu dari beronjongnya lebih baik. Apabila terpaksa untuk membuat beronjong di lapangan, maka pengawasan perlu dilakukan lebih ketat. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dengan baik untuk memastikan mutu dari beronjongnya, seperti berikut ini:

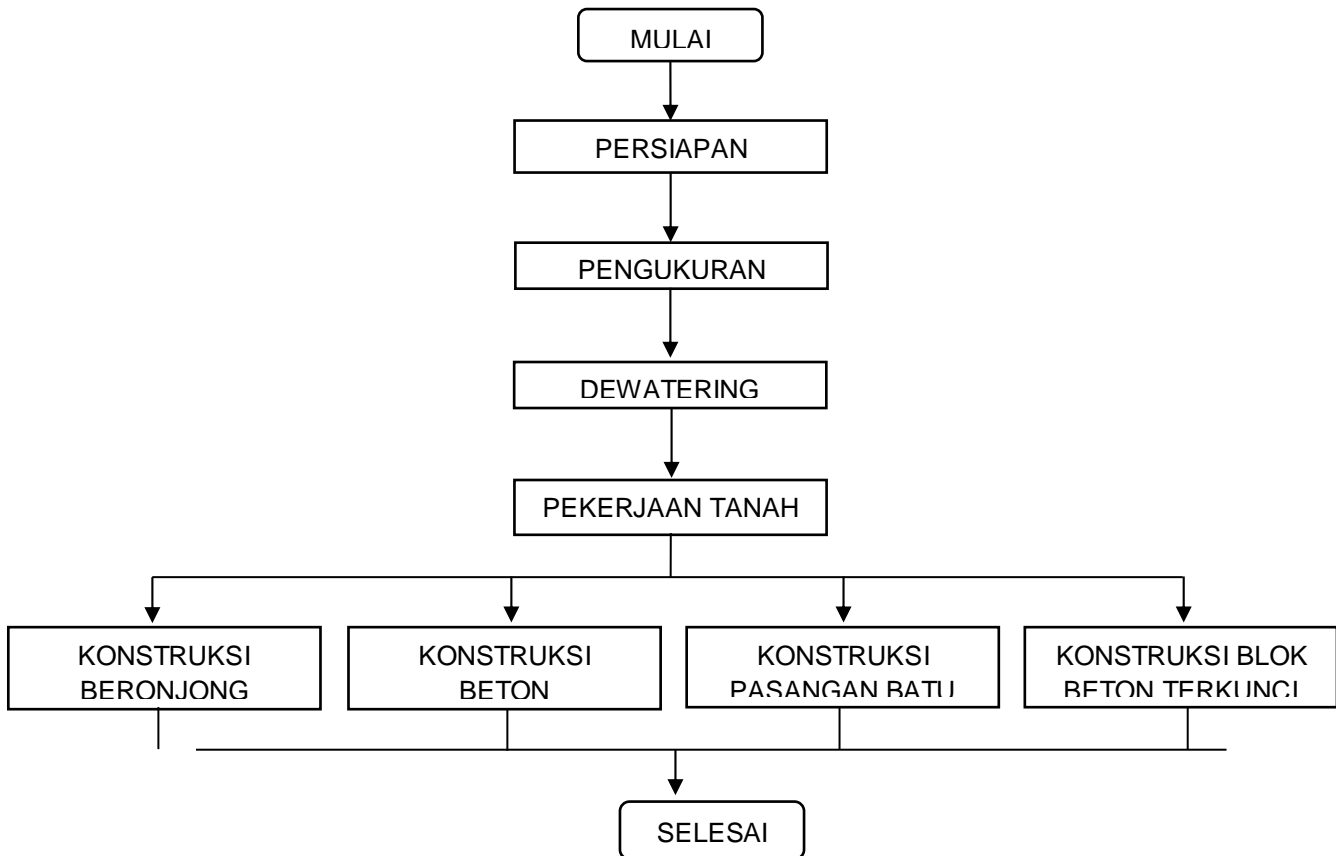
- a. Pastikan bahwa kawat yang digunakan telah sesuai mutunya dengan perencanaan dan sudah tergalvanis sebelum dibentuk,
- b. Jumlah lilitan kawat beronjong harus sesuai persyaratan,
- c. Batu yang digunakan harus memiliki ukuran yang seragam baik di bagian sisi luar maupun di bagian tengah dari komposisi beronjongnya.

#### **8.2.2.4 Groundsill (Ambang Dasar Sungai)**

*Groundsill* adalah bangunan melintang sungai yang terbuat dari konstruksi beton atau pasangan batu. Bangunan ini berfungsi untuk mencegah kemungkinan penurunan elevasi dasar palung sungai pada bagian hulu lokasi terpasangnya *groundsill* tersebut serta dibangun pada sungai-sungai yang menghadapi masalah degradasi atau degradasi dasar sungai (SNI

1724:2015). *Groundsill* ini juga diarahkan untuk melindungi dari degradasi dasar sungai serta mengurangi kemiringan dasar sungai. *Groundsill* dapat terbuat dari pasangan batu atau blok beton. Pada prinsipnya pelaksanaan mirip dengan pelaksanaan rip-rap batu ataupun beton, hanya saja perlu diperhatikan bahwa tinggi dari *groundsill* sendiri minimal sama dengan elevasi kepala fondasi (*pile cap*) yang akan dilindungi.

Dalam mengawasi pekerjaan *groundsill*, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.13– Bagan alir pengawasan pekerjaan *groundsill***

a. Persiapan

1. Lokasi kegiatan sesuai gambar kerja.
2. Kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja dan gambar kerja, terpenuhi.
3. Ada penanggung jawab kegiatan.
4. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
5. Ada kesiapan penanganan lingkungan.
6. Pekerjaan tidak dimulai tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan.
7. Perlengkapan P3K tersedia di tempat kerja
8. Areal pekerjaan *groundsill* sudah dibersihkan baik dari sampah maupun rumput/tanaman lainnya, dan dibersihkan sampai ke akar-akarnya.
9. Areal yang akan dikerjakan dikupas menggunakan peralatan sesuai yang dipersyaratkan dalam spesifikasi teknis dan gambar.

- b. Pengukuran
  1. Pengukuran dan pemasangan bouplank di lokasi pekerjaan sesuai dengan gambar.
  2. Pengukuran dilakukan berpedoman pada titik acuan.
  3. Patok *Bench Mark* dan *Control Point* telah dipasang.
- c. Dewatering
  1. Penggunaan metode saluran pengalihan (*diversion channel*). *Diversion work* dikerjakan dengan menggali tanah kemudian membuat tanggul di badan sungai untuk mengalihkan aliran ke sebelah kanan sungai. Setelah sungai dialihkan lokasi *groundsill* dapat dikeringkan melalui proses *dewatering*.
  2. Penggunaan metode dengan kisdam di badan melintang sungai. Pekerjaan dilakukan dengan menutup setengah dari melintang sungai terlebih dahulu diikuti pekerjaan pengeringan. Dengan begitu pekerjaan konstruksinya bisa dilakukan setengah terlebih dahulu tanpa mengganggu aliran sungainya.
  3. Penggunaan material untuk menutup aliran sesuai dengan yang disyaratkan dalam spesifikasi.
- d. Pekerjaan Tanah
  1. Galian tanah untuk pengerukan endapan dikerjakan sesuai dengan garis dan bidang yang ditunjukkan dalam gambar. Galian tanah dimaksudkan untuk daerah yang bahan hasil galiannya terdiri dari tanah lumpur, pasir atau kerikil.
  2. Kemiringan yang berbeda dengan yang ditentukan dalam gambar karena kesalahan pelaksanaan, maka harus diperbaiki.
  3. Bila galian menemui lapisan tanah keras maka dilakukan pekerjaan galian batu.
  4. Penghamparan tanah yang harus diratakan dan dirapikan.
- a. Pekerjaan konstruksi *groundsill* dengan material beronjong dapat merujuk pada sub bab 8.2.1.1 mengenai pelaksanaan pekerjaan Dinding Penahan Tanah dari Beronjong. Yang harus diperhatikan dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan ini yaitu:
  1. Pasangan beronjong harus dari pabrikasi.
  2. Sebelum dipasang ditempat, beronjong harus direntangkan sampai mencapai ukuran yang sebenarnya dan semua pinggiran beronjong harus diikat dengan kawat sesuai gambar dan spesifikasi teknis.
  3. Pasangan geotekstil di belakang pasangan beronjong agar material backfill yang berupa pasir berbatu tidak lolos keluar melalui celah beronjong.
  4. Pemasangan pipa galvanis dengan ukuran sesuai gambar, dipancang sebagai Fondasi sekaligus memperkuat posisi beronjong terutama bagian depannya. Pipa dipotong sampai mencapai ukuran sesuai syarat dalam spesifikasi teknis. Pemasangan tiang dilakukan setelah kawat beronjong lapisan pertama diletakkan dan sebelum batu pengisi beronjong dimasukkan.
  5. Pemancangan tiang sampai kedalaman yang dipersyaratkan, jarak dan jumlah sesuai gambar rencana.
- b. Pekerjaan konstruksi *groundsill* dengan material beton bertulang dapat mengacu kepada Bab 3 mengenai Pekerjaan Struktur Beton.
  1. Pekerjaan beton untuk fondasi, tubuh bendung, kolam olak, sayap, peluap, dan tembok tepi harus sesuai dengan gambar rencana.

2. Dipermukaan *groundsill* yang terjadi gesekan dengan air sungai dimana diasumsikan terdapat batuan lepas, ranting/pohon, oleh karena itu perlu dilapisi dengan steel fibre concrete.
- c. Pekerjaan konstruksi *groundsill* dengan pasangan batu
    1. Batu yang digunakan harus tahan terhadap perubahan cuaca dimana ukuran yang digunakan harus berkisar 250 kg – 1000 kg.
    2. Batu dengan ukuran 250 kg – 1000 kg merupakan batu primer yang dipasang atau ditempatkan dengan menggunakan alat excavator. Batu ini dipasang setelah pekerjaan galian tanah untuk fondasi selesai, setelah itu batu disusun rapi hingga mencapai elevasi tanah yang ditentukan.
  - d. Pekerjaan konstruksi *groundsill* dengan blok beton terkunci.
    1. Blok beton terkunci merupakan blok yang bersifat pabrikan oleh penyedia. Mutu dari material blok beton terkunci harus sesuai dengan yang tertuang dalam dokumen kontrak.
    2. Pemasangan blok beton terkunci dapat menggunakan alat berat ataupun manual tergantung pada dimensi pekerjaan.
    3. Blok beton disusun satu persatu sampai benar-benar mengunci antara blok beton yang satu dengan yang lain.

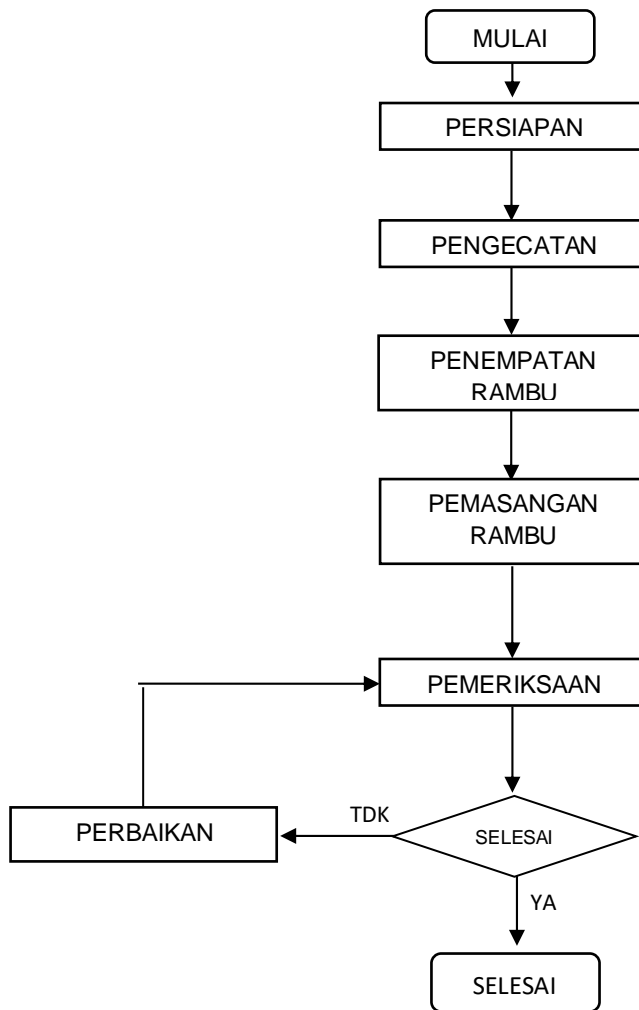
### **8.3 Pengawasan Pekerjaan Perlengkapan Lainnya**

#### **8.3.1 Rambu-rambu Lalu Lintas Jembatan dan Marka**

##### **a. Rambu-rambu Lalu Lintas jembatan**

Salah satu dari perlengkapan jembatan berupa lambang, huruf, angka, kalimat atau perpaduan diantaranya sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pengguna jalan dan jembatan.

Dalam mengawasi pekerjaan rambu-rambu lalu lintas, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.14- Bagan alir pengawasan rambu-rambu lalu lintas**

1. Persiapan

- a) Cek ulang lokasi kegiatan sesuai dengan gambar kerja.
- b) Cek ulang metode kerja telah dipersiapkan.
- c) Cek ulang kesiapan alat, pastikan tidak ada perubahan dari kesiapan yang telah dilakukan.
- d) Cek ulang kesiapan tenaga kerja.
- e) Rambu jalan sesuai Gambar.
- f) Ada kesiapan pengendalian lalu-lintas.
- g) Ada penanggungjawab dari Penyedia Jasa.
- h) Ada pengendalian keselamatan kerja (K3).

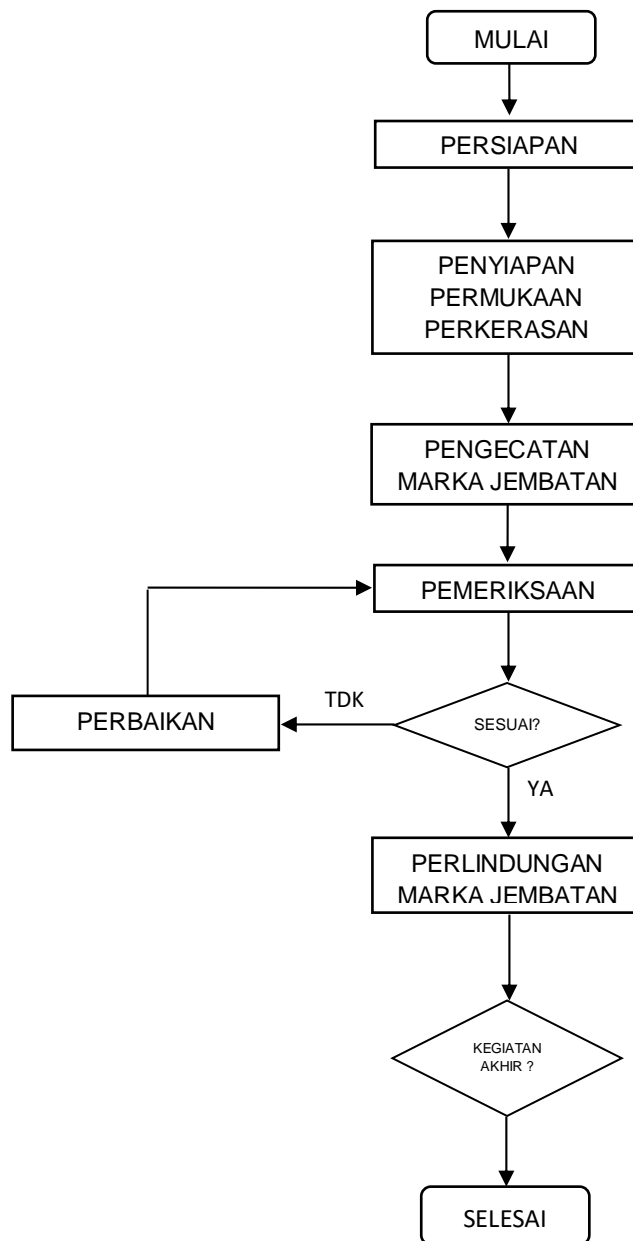
2. Pengecatan

- a) Semua pengecatan pada Pelat Rambu Jalan dilaksanakan dengan cara semprotan di atas permukaan pelat yang kering.
- b) Permukaan hasil pengecatan rata dan halus serta dikeringkan.

3. Penempatan Rambu
  - a) Mudah terlihat dengan jelas bagi pengguna jalan dan jembatan.
  - b) Daun rambu telah dilapisi dengan lembaran reflektif, diletakkan pada tiang rambu menggunakan baut yang dikencangkan.
  - c) Rambu ditempatkan sebelah kiri menurut arah lalu-lintas.
  - d) Jika rambu ditempatkan pada trotoar, maka minimum jarak tepi perkerasan jalan adalah 60 cm sedangkan tinggi tiang rambu minimum 2,0 m dari trotoar.
  - e) Rambu ditempatkan pada jarak 1,80 m dari tepi bahu jalan bagian luar.
4. Pemasangan Rambu
  - a) Jumlah, jenis, dan lokasi pemasangan rambu harus sesuai dengan perintah Pengawas Pekerjaan.
  - b) Pemasangan rambu jalan tertanam kuat ditempatnya terutama selama pengerasan (*setting*) beton.
5. Pemeriksaan
  - a) Cek kesesuaian jumlah, jenis rambu jalan.
  - b) Cek kesesuaian lokasi pemasangan rambu jalan.
6. Perbaikan
  - a) Dilakukan perbaikan apabila tidak sesuai dengan hasil pemeriksaan.
- b. Marka Jalan

Marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang lainnya yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu-lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu-lintas.

Dalam mengawasi pekerjaan marka jalan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.15- Bagan alir pengawasan pekerjaan marka jalan jembatan**

1. Persiapan
  - a) Cek ulang lokasi kegiatan sesuai gambar kerja.
  - b) Cek kesiapan bahan, peralatan, tenaga kerja, metoda kerja, dan gambar kerja.
  - c) Ada penanggung jawab kegiatan.
  - d) Ada petugas pengendalian lalu-lintas.
  - e) Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  - f) Ada kesiapan penanganan lingkungan.
  - g) Pekerjaan tidak boleh dimulai tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan.
  - h) Data hasil pengukuran permukaan dan data survey lainnya sudah disiapkan.

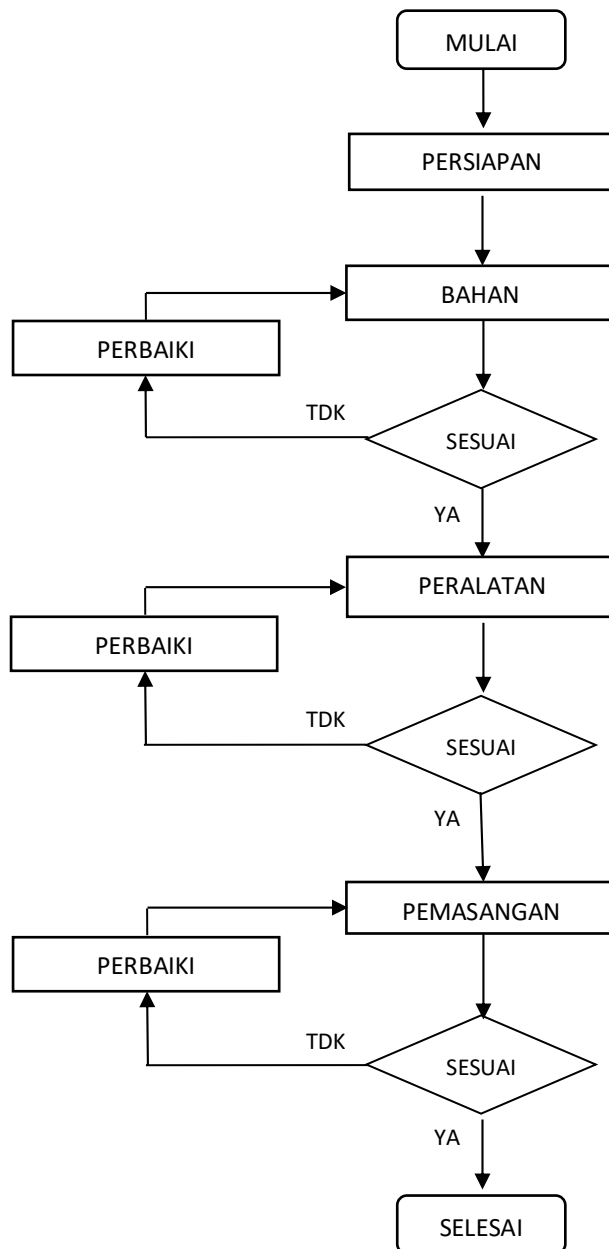


- i) Perlengkapan P3K harus tersedia di tempat kerja.
  - j) Semua material yang akan dipakai lengkap dengan hasil pengujiannya.
  - k) Umur kemasan masih berlaku.
2. Penyiapan Permukaan Perkerasan
- a) Permukaan perkerasan sudah dibersihkan.
  - b) Marka jalan lama yang menghalangi kelekatan lapisan cat baru harus dihilangkan.
3. Pengecatan Marka Jalan
- a) Cat yang digunakan sesuai yang disyaratkan.
  - b) Cat dipasang pada permukaan yang dilapis minimal 3 bulan setelah pemberian lapisan lebur atas atau pelapisan laston.
  - c) Permukaan perkerasan telah ditandai sebelum pelaksanaan pengecatan marka jalan.
  - d) Pengecatan marka jalan dilakukan pada garis sumbu, garis lajur, dan garis tepi.
  - e) Pengecatan dilakukan dengan cara otomatis/manual.
  - f) Butiran kaca (*glass bead*) harus ditaburkan di atas permukaan cat segera setelah pelaksanaan penyemprotan atau penghamparan cat.
4. Pemeriksaan
- a) Cek kesesuaian pengecatan marka jalan pada verifikasi 3.
5. Perbaikan
- a) Dilakukan atau diganti apabila didapat hasil pengecatan yang kurang baik.
6. Perlindungan Marka
- a) Marka jalan terlindung dari lalu-lintas selama proses pengeringan.
  - b) Pengendalian lalu-lintas dan atau pengalihan lalu-lintas harus dilaksanakan sebagaimana diperlukan untuk melindungi pekerjaan.

### 8.3.2 Papan Nama Jembatan

Papan Nama Jembatan adalah papan monumen yang menerangkan nama, jumlah lokasi jembatan dan nomor kode jembatan yang dipasang di parapet jembatan.

Dalam mengawasi pekerjaan papan nama jembatan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.16- Bagan alir pengawasan pemasangan papan nama jembatan**

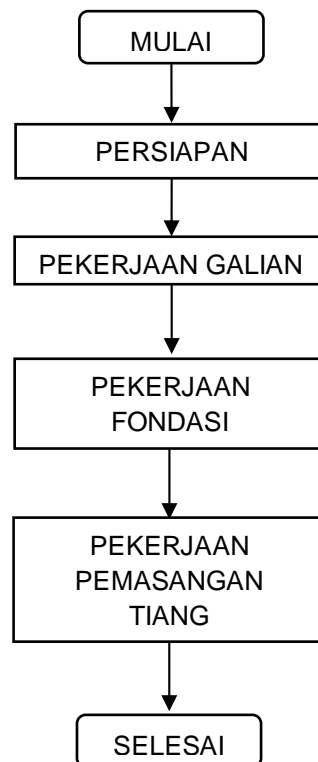
a. Persiapan

1. Cek pengajuan kesiapan kerja Penyedia Jasa.
2. Cek kesiapan papan nama masing-masing jembatan terdiri dari 2 buah papan nama.
3. Cek peralatan yang akan digunakan.
4. Cek kesiapan tenaga kerja Penyedia Jasa.

5. Petugas K3 dan penanggung jawab lingkungan.
- b. Bahan
    1. Cek bahan papan nama jembatan.
    2. Ukiran lambang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
    3. Dimensi dan standar sesuai gambar.
    4. Nama jembatan dengan *font* (huruf) sesuai gambar.
  - c. Peralatan
    1. Cek peralatan yang akan digunakan.
  - d. Pemasangan
    1. Pemasangan papan nama jembatan pada parapet kanan dan kiri jembatan baik pada bentang tunggal dan bentang jamak sesuai gambar rencana.
    2. Cek bahan adonan semen untuk perekat papan nama jembatan.
    3. Papan nama jembatan bersih dari segala kotoran.

### 8.3.3 Tiang Penerangan Jembatan

Dalam mengawasi pekerjaan tiang penerangan jalan, pengawas pekerjaan perlu mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:



**Gambar 8.17– Bagan alir pengawasan pekerjaan lampu penerangan jembatan**

- a. Persiapan
  1. Sudah ada perijinan dari PLN.
  2. Cek ulang lokasi kegiatan sesuai gambar kerja.
  3. Cek kesiapan peralatan sesuai dokumen kontrak dan dapat digunakan.
  4. Cek jumlah dan kualifikasi tenaga kerja sesuai dokumen kontrak.
  5. Cek material tiang, beton *pre-cast*, *head lamp* sesuai dengan pengajuan.

6. Cek pengemasan tiang sesuai persyaratan.
  7. Ada pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).
  8. Ada penanggung jawab pekerjaan lapangan.
  9. Ada petugas pengendalian lalu-lintas.
- b. Pekerjaan Galian
1. Gambar kerja telah disetujui.
  2. Cek pemasangan patok (bowplank) sesuai gambar rencana.
  3. Cek dimensi galian sesuai gambar kerja.
  4. Cek tanah hasil galian tidak dibuang.
- c. Pekerjaan Fondasi
1. Gambar kerja telah disetujui.
  2. Cek dimensi dan bentuk fondasi sudah sesuai dengan gambar rencana.
  3. Cek Kedalaman dan penempatan fondasi sesuai dengan gambar kerja
- d. Pemasangan Tiang
1. Gambar kerja telah disetujui.
  2. Cek tiang terpasang ke pondasi beton bertulang dengan baut dan mur baja.
  3. Cek proses katrol untuk menaikan tiang sesuai persyaratan.
  4. Vertikalitas tiang sesuai persyaratan.
  5. Cek perlengkapan elektrik tersimpan di dalam tiang .
  6. Tiang harus kedap air hujan/pengembunan.

## Contents

8	8. BANGUNAN PELENGKAP.....	8-1
8.1	Umum.....	8-1
8.2	Pengawasan Pekerjaan Bangunan Pengaman .....	8-1
8.2.1	Bangunan Pengaman Tebing Sungai.....	8-1
8.2.2	Bangunan Pengarah Aliran/Pelindung Tebing Tak Langsung (Krib) .....	8-15
8.2.3	Bangunan Pengaman Pilar Jembatan ( <i>Fender</i> ) .....	8-18
8.2.4	Bangunan Pengaman Dasar Sungai.....	8-18
8.3	Pengawasan Pekerjaan Perlengkapan Lainnya .....	8-22
8.3.1	Rambu-rambu Lalu Lintas Jembatan dan Marka.....	8-22
8.3.2	Papan Nama Jembatan .....	8-27
8.3.3	Tiang Penerangan Jembatan.....	8-28
	<b>Gambar 8.1- Bagan alir pengawasan pekerjaan beronjong .....</b>	<b>8-2</b>
	<b>Gambar 8.2- Bagan alir pengawasan pekerjaan pemasangan batu.....</b>	<b>8-4</b>
	<b>Gambar 8.3- Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton .....</b>	<b>8-6</b>
	<b>Gambar 8.4- Bagan alir pengawasan pekerjaan dpt beton bertulang.....</b>	<b>8-8</b>
	<b>Gambar 8.5- Bagan alir pengawasan pelaksanaan pemancangan turap.....</b>	<b>8-11</b>
	<b>Gambar 8.6- Bagan alir pengawasan pekerjaan rip-rap.....</b>	<b>8-14</b>
	<b>Gambar 8.7- Bagan alir pengawasan pekerjaan krib tiang pancang .....</b>	<b>8-15</b>
	<b>Gambar 8.8- Sketsa contoh krib dari tiang pancang beton.....</b>	<b>8-17</b>
	<b>Gambar 8.9- Sketsa contoh krib dari tiang pancang kayu .....</b>	<b>8-17</b>
	<b>Gambar 8.10- Sketsa contoh krib dari beronjong.....</b>	<b>8-17</b>
	<b>Gambar 8.11- Sketsa contoh krib dari beronjong.....</b>	<b>8-17</b>
	<b>Gambar 8.12- <i>Fender</i> sebagai pengaman pilar jembatan .....</b>	<b>8-18</b>
	<b>Gambar 8.13- Bagan alir pengawasan pekerjaan <i>groundsill</i> .....</b>	<b>8-20</b>
	<b>Gambar 8.14- Bagan alir pengawasan rambu-rambu lalu lintas.....</b>	<b>8-23</b>
	<b>Gambar 8.15- Bagan alir pengawasan pekerjaan marka jalan jembatan .....</b>	<b>8-25</b>
	<b>Gambar 8.16- Bagan alir pengawasan pemasangan papan nama jembatan .....</b>	<b>8-27</b>
	<b>Gambar 8.17- Bagan alir pengawasan pekerjaan lampu penerangan jembatan .....</b>	<b>8-28</b>