



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

Kepada Yth.:

Para Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

**SURAT EDARAN
NOMOR : 41/SE/M/2015**

TENTANG

**PEDOMAN PELAKSANAAN TIMBUNAN MATERIAL RINGAN
MORTAR-BUSA UNTUK KONSTRUKSI JALAN**

A. Umum

Dalam rangka melaksanakan dan melengkapi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan, perlu menetapkan Pedoman pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan dengan Surat Edaran Menteri. Pedoman tersebut digunakan untuk pekerjaan pembangunan konstruksi jalan yang memanfaatkan material ringan mortar-busa sebagai material timbunan.

B. Dasar Pembentukan

1. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
3. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8);
4. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);
5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;

6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 08/PRT/M/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum;
7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan;
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan.

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perancang, perencana dan pelaksana dalam melaksanakan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan. Tujuannya agar timbunan material ringan mortar busa sesuai dengan penggunaannya dan laik fungsi.

D. Ruang Lingkup

Pedoman pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan menetapkan ketentuan yang meliputi bahan, penyimpanan dan perlindungan bahan, peralatan, ketebalan dan kerataan, persiapan pengamanan dan keselamatan kerja, pengendalian mutu serta prosedur pelaksanaan pekerjaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa.

E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai pedoman ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran ini.

**Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 18 Mei 2015**

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



Tembusan disampaikan kepada Yth.:
Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 41/SE/M/2015

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa
untuk konstruksi jalan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	iv
Pendahuluan	v
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	2
4 Ketentuan	3
4.1 Persyaratan bahan	3
4.2 Campuran mortar-busa	5
4.3 Penyimpanan dan perlindungan bahan	5
4.4 Persyaratan peralatan	6
4.5 Persyaratan ketebalan dan kerataan	9
4.6 Persiapan, pengamanan dan keselamatan kerja	9
4.7 Persyaratan bekisting	10
4.8 Persyaratan anyaman baja	10
4.9 Persyaratan penghamparan	10
4.10 Persyaratan perataan	11
4.11 Persyaratan tekstur permukaan	11
4.12 Persyaratan perawatan	11
4.13 Persyaratan lapis pencegah retak refleksi	11
4.14 Persyaratan lapisan aspal	11
4.15 Pengendalian mutu	11
4.16 Pemasangan instrumen	13
5 Prosedur pelaksanaan	14
5.1 Rancangan	14
5.2 Pelaksanaan	15
5.2.1 Persiapan alat dan bahan	17
5.2.2 Persiapan lantai kerja	17
5.2.3 Pemasangan anyaman baja	17
5.2.4 Pembuatan mortar busa	17
5.2.5 Pemasangan bekisting	17
5.2.6 Pengecekan <i>flow</i> dan densitas basah	17
5.2.7 Penghamparan	18
5.2.8 Perataan	18

5.2.9 Pembentukan tekstur permukaan	18
5.2.10 Perawatan	18
5.2.11 Pembukaan bekisting	18
5.2.12 Pengecekan densitas kering dan kuat tekan bebas (UCS)	19
5.2.13 Pengecekan visual	19
5.2.14 Penghamparan lapis pencegah retak refleksi	19
5.2.15 Penghamparan lapisan aspal	19
5.2.16 Pengendalian mutu.....	19
5.2.17 Pembukaan untuk lalu lintas.....	19
Lampiran A (informatif) Pelaksanaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa ..	20
Bibliografi.....	35
Gambar 1 - Grafik gradasi agregat pasir untuk mortar-busa	4
Gambar 2 - Gudang penyimpanan semen	6
Gambar 3 - Tipikal alat perataan permukaan material ringan mortar-busa.....	8
Gambar 4 - Prosedur pembuatan rancangan campuran kerja.....	15
Gambar 5 - Bagan alir pelaksanaan timbunan material ringan dengan mortar-busa untuk konstruksi jalan	16
Gambar A.1 - Bahan baku busa dalam tangki (kiri) dan air dalam tangki (kanan) (Sumber : Pusjatan. 2009).....	20
Gambar A.3 - Pasir (Sumber : Pusjatan. 2009)	21
Gambar A.4 - Air (Sumber : Pusjatan. 2009).....	22
Gambar A.5 - Kompresor (Sumber : Pusjatan. 2009).....	22
Gambar A.6 - Alat pembangkit busa (Sumber : Pusjatan. 2009)	23
Gambar A.7 - <i>Truck mixer</i> (Sumber : Pusjatan. 2009).....	23
Gambar A.8 - Satu sistem pembuatan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan ¹ . 2009)	24
Gambar A.10 - Pembuatan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan. 2009).....	25
Gambar A.11 - Ilustrasi bekisting per segmen.....	25
Gambar A.12 - Pembuatan bekisting (Sumber : Pusjatan. 2009)	26
Gambar A.13 - Pemasangan bekisting (Sumber : Pusjatan. 2009)	26
Gambar A.14 - Pemasangan anyaman baja (jika dibutuhkan)	27
Gambar A.15 - Pemasangan anyaman baja (jika dibutuhkan) (Sumber : Pusjatan. 2009) ...	27
Gambar A.16 - Pengecekan <i>flow</i> (Sumber : Pusjatan. 2009)	28
Gambar A.17 - Pengecekan densitas basah (Sumber : Pusjatan.pu.go.id, 2012)	28
Gambar A.18 - Denah penghamparan	29
Gambar A.19 - Potongan melintang denah penghamparan	29
Gambar A.20 - Denah penghamparan 1 segmen.....	29
Gambar A.21 - Penghamparan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan.pu.go.id, 2012)	30

Gambar A.22 - Penghamparan mortar-busa (Sumber : pusjatan.pu.go.id, 2012).....	30
Gambar A.23 - Pembuatan silinder (Sumber : Pusjatan. 2009).....	31
Gambar A.24 - Perataan material ringan mortar-busa (Pusjatan. 2009).....	31
Gambar A.25 - Perawatan (Pusjatan. 2009)	32
Gambar A.26 - Pengecekan <i>setting time</i> sebelum pembukaan bekisting (Pusjatan. 2009) ..	32
Gambar A.27 - Pengujian kuat tekan bebas (UCS) di Laboratorium (Pusjatan. 2009).....	33
Gambar A.28 - Pengujian Berat isi (Pusjatan. 2009)	33
Gambar A.29 - Pengambilan <i>core drill</i> (Pusjatan. 2009)	34
Gambar A.30 - Hasil <i>core drill</i> (Pusjatan. 2009)	34
Tabel 1 - Gradasi pasir untuk mortar-busa.....	4
Tabel 2 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) mortar-busa lapisan pondasi	5
Tabel 3 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) mortar-busa lapisan pondasi bawah.....	5
Tabel 4 - Pengendalian mutu	12
Tabel 5 - Instrumen yang dimonitor dan acuannya	14

Prakata

Pedoman pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan merupakan pedoman baru yang disusun berdasarkan hasil litbang Pusat Penelitian Pengembangan Jalan dan Jembatan pada kurun tahun 2006 hingga tahun 2013.

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam rapat Konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 10 September 2014 di Bandung, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Material ringan mortar-busa adalah bahan konstruksi alternatif untuk timbunan jalan untuk konstruksi jalan. Mortar-busa dibentuk dari campuran antara bahan baku busa, semen, pasir dan air. Bahan baku busa yang digunakan mengandung protein nabati atau sejenisnya yang dapat menghasilkan gelembung terpisah yang stabil sehingga dapat menghasilkan campuran material ringan.

Teknologi Material ringan mortar-busa ini telah di uji coba di ruas jalan di Ruas Pangkalan Lima - Kumai, Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah dan di lokasi oprit Jembatan Kedaton di Ruas Jalan Cirebon - Karang Ampel, Cirebon, Jawa Barat.

Pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan yang meliputi bahan, penyimpanan dan perlindungan bahan, peralatan, ketebalan dan kerataan, persiapan pengamanan dan keselamatan kerja, pengendalian mutu serta prosedur pelaksanaan pekerjaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 03-2816-1992, *Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran beton dan beton.*

SNI 03-3453-1994, *Tata cara pemantauan tekanan air pori dengan alat pisometer pneumatik.*

SNI 03-3976-1995, *Tata cara pengadukan pengecoran beton.*

SNI 03-4141-1996, *Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.*

SNI 03-4433-1997, *Spesifikasi beton siap pakai.*

SNI 03-6819-2002, *Spesifikasi agregat halus untuk campuran perkerasan beraspal.*

SNI 03-6414-2002, *Spesifikasi timbangan yang digunakan pada pengujian bahan.*

SNI 03-6868-2002, *Tata cara pengambilan contoh uji secara acak untuk bahan konstruksi.*

SNI 15-2049-2004, *Semen portland.*

SNI 15-0302-2004, *Semen portland pozolan.*

SNI 15-7064-2004, *Semen portland komposit.*

SNI 1970:2008, *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.*

SNI 1973:2008, *Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton.*

SNI 2458:2008, *Tata cara pengambilan contoh uji beton segar.*

SNI 3404:2008, *Tata cara pemasangan inklinometer dan pemantauan pergerakan horisontal tanah.*

SNI 3423: 2008, *Cara uji analisis ukuran butir tanah.*

SNI 1971:2008, *Metode pengujian kadar air agregat.*

SNI 3454:2008, *Tata cara pemasangan instrumen magnetis dan pemantauan pergerakan vertikal tanah.*

SNI 3638:2012, *Metode uji kuat tekan bebas tanah kohesif.*

SNI 4810:2013, *Tata cara pembuatan dan perawatan specimen uji beton di lapangan.*

SNI 7974:2013, *Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis.*

SNI ASTM C 403:2012, *Metode uji waktu pengikatan campuran beton dengan ketahanan penetrasi.*

SNI ASTM C117:2012, *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 μm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian.*

Permen 28/PRT/ M/2007, *Pedoman pelaksanaan lapis campuran beraspal panas.*

Pd T-07-2005-B, *Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan.*

ASTM D6598-11, *Standard guide for installing and operating settlement platforms for monitoring vertical deformations.*

ASTM C1611, *Standard test method for slump flow of self-consolidating concrete.*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

anyaman baja (*wire mesh*)

anyaman kawat baja yang dilas untuk digunakan sebagai pengikat antarlapisan material ringan mortar-busa

3.2

busa (*foam*)

suatu bahan yang terbentuk dengan menjebak banyak sekali gelembung gas dalam benda cair atau padat, utamanya berjenis bahan baku aktif permukaan dan protein nabati, berbentuk cairan yang dicampur dengan air dan diaduk dengan alat pengaduk (*foam generator*) sampai menghasilkan busa

3.3

densitas basah

perbandingan berat terhadap volume campuran mortar-busa dalam keadaan basah

3.4

densitas kering

perbandingan berat terhadap volume campuran mortar-busa dalam keadaan kering oven

3.5

faktor air semen (*f.a.s*)

rasio antara berat air bebas dan berat semen dalam campuran material ringan

3.6

flow

ukuran kekentalan adukan material ringan yang dinyatakan dalam cm ditentukan dengan *ring*

3.7

kuat tekan bebas / *unconfined compressive strength* (UCS)

besarnya tegangan maksimum pada waktu pengujian sampai contoh benda uji mengalami keruntuhan

3.8

kuat tekan mortar-busa yang disyaratkan (f_c)

kuat tekan minimum yang harus dicapai dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter minimum 100 mm dan tinggi dua kali diameter

3.9

lapis pencegah retak refleksi (*Unboard base layer*)

material yang mencegah terjadinya retak refleksi pada material ringan mortar-busa ke permukaan perkerasan

3.10

material ringan mortar-busa

material yang dibuat dengan menambahkan air ke dalam pasir serta mencampurnya dengan bahan peringan bobot berbentuk cairan busa

3.11

mortar-busa

bahan gabungan yang terdiri dari campuran antara *foam agent* (bahan baku busa), semen, pasir dan air

3.12

rancangan campuran kerja (*job mix formula, JMF*)

rumus perbandingan campuran kerja mencakup rancangan campuran rencana, ketentuan berat masing-masing semen, pasir, busa dan air, lama pencampuran, dan tebal penghamparan

3.13

rancangan campuran rencana (*design mix formula, DMF*)

rancangan proporsi semen, pasir, busa dan air dalam campuran material ringan mortar-busa yang memenuhi persyaratan spesifikasi material ringan dengan mortar-busa untuk konstruksi jalan

4 Ketentuan

4.1 Persyaratan bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran timbunan material ringan mortar-busa sesuai dengan persyaratan bahan dalam pedoman perancangan campuran material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan dengan rincian sebagai berikut:

a. Semen

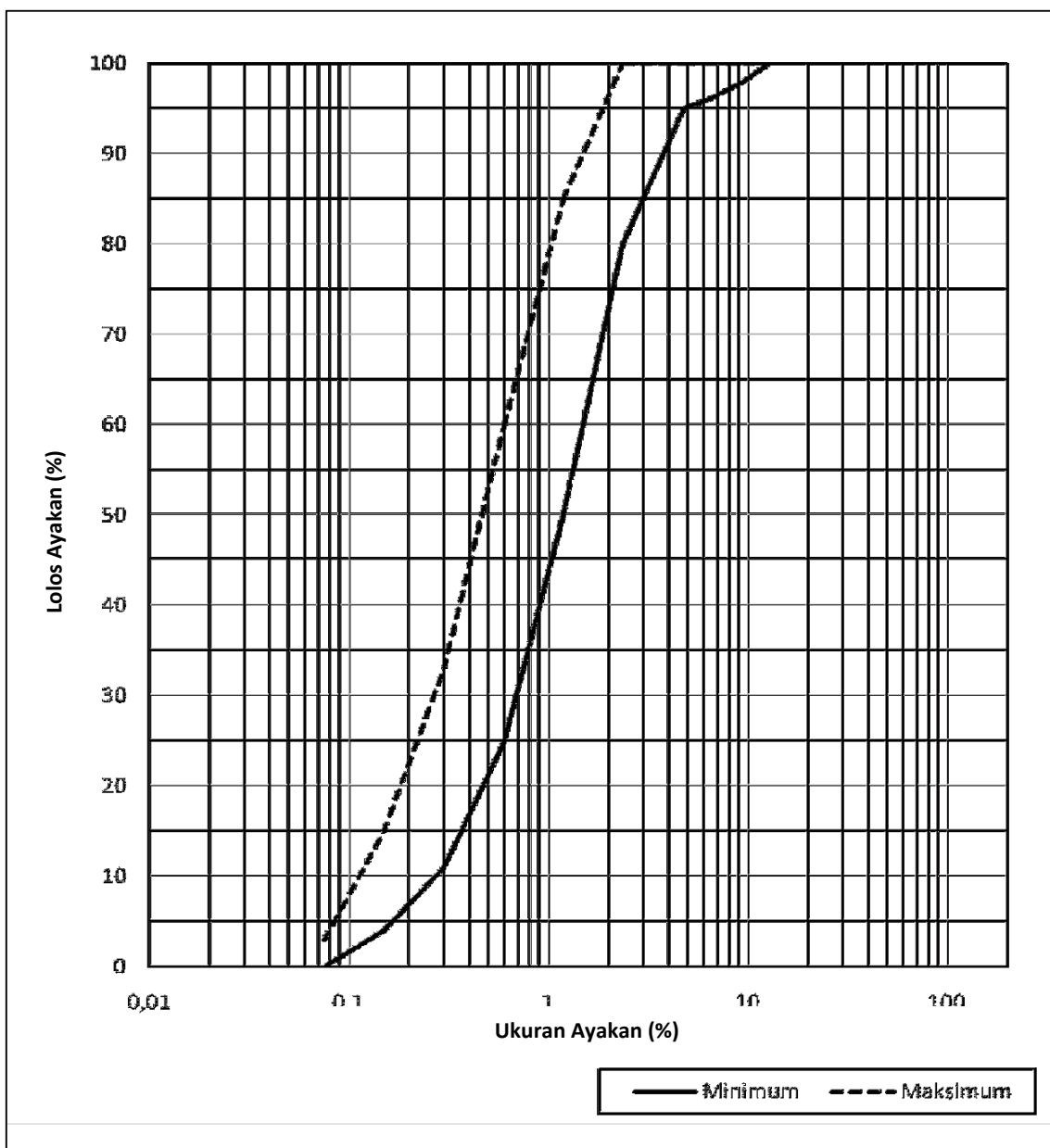
Semen yang digunakan dalam pembuatan mortar-busa adalah semen portland, semen komposit, atau semen pozzolan, sesuai SNI 15-2049-2004, SNI 15-7064-2004, SNI 15-0302-2004.

b. Pasir

Pasir yang digunakan harus memenuhi gradasi sesuai Tabel 1 dan Gambar 1. Pasir harus mempunyai butiran-butiran yang keras dan awet. Pasir tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat dan material-material gembur/mudah hancur lebih dari 3% (SNI 03-6819-2002). Pasir harus bebas dari arang, benda-benda dari kayu serta kotoran-kotoran lainnya yang tidak dikehendaki.

Tabel 1 - Gradasi pasir untuk mortar-busa

No.	Ukuran ayakan (ASTM)		% Berat Lolos ayakan	
	Inci / No	mm	Minimum	Maksimum
1	No. 4	4,76	100	100
2	No. 8	2,36	80	100
3	No. 16	1,19	50	85
4	No. 30	0,595	25	60
5	No. 50	0,297	11	33
6	No. 100	0,149	4	15
7	No. 200	0,075	0	3



Gambar 1 - Grafik gradasi agregat pasir untuk mortar-busa

c. Busa

Busa yang digunakan berasal dari bahan baku busa yang mengandung protein nabati atau sejenisnya yang dapat menghasilkan gelembung terpisah yang stabil sehingga dapat menghasilkan campuran material ringan yang memenuhi spesifikasi material ringan dengan mortar-busa untuk konstruksi jalan (2011).

d. Air

Air untuk mencampur adonan material ringan mortar-busa sesuai spesifikasi SNI 7974:2013.

4.2 Campuran mortar-busa

- Bahan adukan merupakan campuran dari pasir, semen air, dan busa yang memiliki sifat memadat sendiri.
- Memiliki densitas kering material sesuai Tabel 2.
- Memiliki kekuatan tekan bebas sesuai Tabel 3.
- Mempunyai *flow* sebesar 180 mm ± 20 mm.

Tabel 2 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) mortar-busa lapisan pondasi

Densitas kering maks (gr/cm ³)	Kekuatan tekan minimum (UCS)	
	kPa	Kg/cm ²
0,8	2000	20

Tabel 3 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) mortar-busa lapisan pondasi bawah

Densitas kering maks (gr/cm ³)	Kekuatan tekan minimum (UCS)	
	kPa	kg/cm ²
0,6	800	8

4.3 Penyimpanan dan perlindungan bahan

a. Pasir

- Bahan harus disimpan sedemikian hingga dapat mencegah terjadinya segregasi dan menjamin gradasi yang sebagaimana mestinya, serta tidak terdapat kadar air yang berlebihan. Tinggi maksimum dari penumpukan bahan harus dibatasi sampai maksimum 5 meter.
- Tumpukan pasir harus dilindungi dari hujan untuk mencegah pengurangan mutu bahan yang dihampar atau paling tidak mempengaruhi penghamparan bahan.
- Bila lokasi penumpukan pasir tidak memungkinkan karena keterbatasan area, maka harus dilengkapi bangunan pencegah atau dinding penyekat agar pasir hasil pengujian tidak tercampur dengan material lain, baik di tempat penumpukan maupun di tempat penimbangan.

b. Air

Air harus disimpan dan ditampung dalam tangki air yang tertutup untuk mencegah terkontaminasi karena cuaca dan lain-lain.

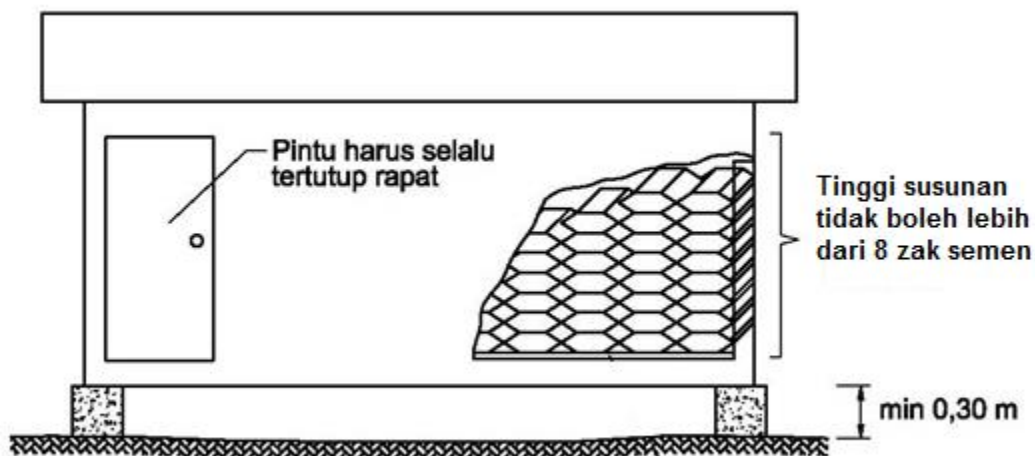
c. Bahan baku busa

Bahan baku busa harus disimpan dalam tempatnya dan selalu dalam keadaan tertutup agar tidak terjadi pengurangan mutu busa itu sendiri.

d. Semen

- Semen di simpan di ruangan yang kering dan tertutup rapat

- 2) Semen ditumpuk dengan jarak minimum setinggi 30 cm dari lantai ruangan, tidak menempel/melekat pada dinding ruangan dan maksimum setinggi 8 zak semen seperti pada Gambar 2.
- 3) Tumpukan zak semen disusun seperti pada gambar dengan menghindari sirkulasi udara dan mudah untuk diperiksa.
- 4) Semen dari berbagai jenis merek harus disimpan secara terpisah sehingga tidak mungkin tertukar dengan jenis merek lain.
- 5) Semen yang baru datang tidak langsung digunakan tapi penggunaannya harus dilakukan menurut urutan pengirimannya.
- 6) Apabila mutu semen diragukan atau telah disimpan lebih dari 2 bulan maka sebelum digunakan harus diperiksa terlebih dahulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat.
- 7) Pada penggunaan semen curah, suhu semen harus kurang dari 70°C.
- 8) Semen produksi pabrik dalam kemasan yang telah diketahui beratnya tidak perlu ditimbang ulang dan semua semen curah harus diukur dalam berat.



Gambar 2 - Gudang penyimpanan semen

4.4 Persyaratan peralatan

a. Umum

Untuk pekerjaan mortar-busa diharuskan menggunakan peralatan mekanik yang lengkap, antara lain mesin pembangkit busa, mesin pencampur dan penghamparan.

b. Unit pencampur material ringan mortar-busa

1) Alat pembangkit busa

Peralatan pembuat busa terdiri dari alat pembangkit busa dan kompresor. Alat pembangkit busa yang digunakan dengan kapasitas minimum 0,2 mPa dan kapasitas kompresor yang digunakan adalah minimum 0,6 mPa.

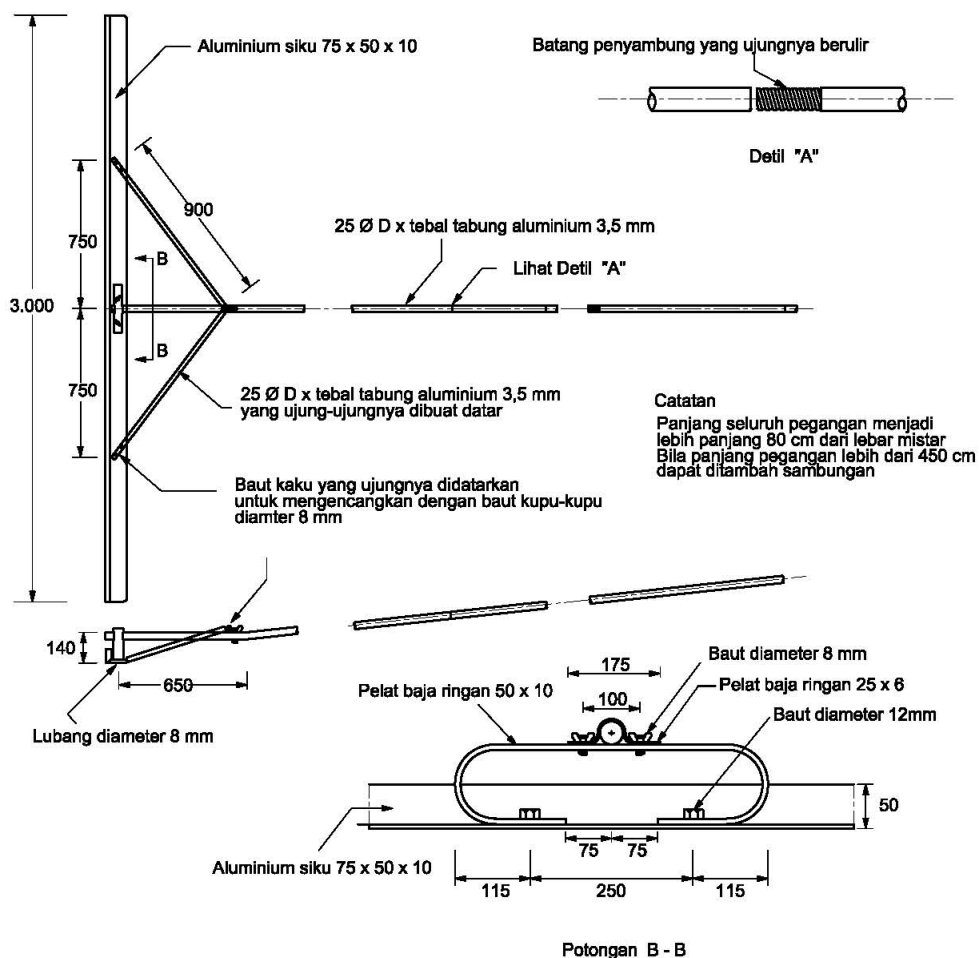
2) Alat pencampur dan penghamparan

a) Pada prinsipnya pekerjaan pengadukan mortar yang akan dilaksanakan harus diaduk di suatu *central mixing plant (stationary mixer) type wet-mix* yang dilengkapi alat penimbang, alat pengontrol kelembaban dan kadar air pasir serta alat pengontrol lainnya yang memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4433-1997.

b) Jika menggunakan alat terpisah yaitu mesin pengaduk dapat digunakan jenis *truck mixer, transit mixer* atau *concrete mixer*. Mesin pengaduk harus memiliki poros yang berputar (bukan drum pengaduknya yang berputar), dengan kecepatan putaran maksimum 60 rpm.

- 3) Tempat penyimpanan
Tempat penyimpanan dan pemasokan pada produksi material ringan dapat menggunakan tempat penyimpanan bahan pengisi yang dilengkapi dengan alat pemasoknya. Penyimpanan material dilakukan secara terpisah-pisah, hal ini bertujuan agar material tidak saling bercampur sehingga material tetap bersih.
- 4) Timbangan
 - a) Timbangan-timbangan untuk setiap kotak penimbangan dari jenis jarum tanpa pegas harus memiliki ketelitian 0,5% sampai dengan 1% dari beban maksimum yang diperlukan.
 - b) Timbangan harus dilengkapi dengan penunjuk-penunjuk yang dapat diatur untuk menandai berat masing-masing bahan dalam campuran. Bila digunakan timbangan-timbangan dengan jenis piringan pembaca tanpa pegas, ujung dari penunjuk-penunjuk tersebut harus diletakkan sedekat mungkin dengan permukaan piringan dan harus dari jenis yang bebas dari kesalahan *parallax* yang berlebihan. Timbangan harus memiliki konstruksi yang kokoh dan timbangan yang mudah berubah harus diganti. Semua piringan pembaca timbangan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga selalu dapat terlihat dengan mudah oleh operator.
 - c) Timbangan harus memenuhi persyaratan timbangan agregat. Skala pembacaan minimum tidak boleh lebih dari 1 kg. Pembacaan piringan timbangan peremaja harus memiliki kapasitas yang tidak lebih besar dari dua kali berat bahan yang akan ditimbang dan harus dibaca sampai 1 kg terdekat.
 - d) Untuk *trial mix* busa, penakaran menggunakan timbangan dengan kapasitas 2 kg atau 10 kg, sensitifitas 0,1 g. Sedangkan untuk bahan cairan menggunakan gelas ukur dengan kapasitas 10 cc, 20 cc atau 500 cc.
 - e) Timbangan harus dikalibrasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- 5) Alat-alat penakar (penimbang dan pengukur) harus mempunyai ketepatan penakaran dengan batas-batas toleransi sesuai SNI 03-6414-2002, yaitu :
 - a) Alat penakar semen
Semen harus ditimbang dengan alat penimbang tersendiri dalam *mixing plant* tersebut, baik dalam pengiriman semen berbentuk curah maupun dalam kantong-kantong. Alat penimbang ini harus menimbang dengan ketepatan $\pm 2\%$ berat dari jumlah semen yang akan dipergunakan.
 - b) Alat penakar pasir
Dalam penakaran pasir harus mengoreksi berat tiap-tiap fraksi pasir sesuai dengan besarnya kandungan air atau kelembaban dalam pasir. Kandungan air atau kelembaban dalam pasir harus diukur setiap hari, atau bilamana ada perubahan cuaca yang dipandang perlu. Ketepatan penakaran tiap-tiap fraksi pasir dalam batas-batas toleransi $\pm 3\%$ berat total pasir dan untuk seluruh pasir harus dalam batas-batas toleransi $\pm 2\%$ dari jumlah total adukan.
 - c) Alat penakar air untuk adukan
Air untuk adukan harus ditakar dengan cara ditimbang atau dengan cara volume. Banyaknya air yang dimasukkan pada waktu pengadukan harus sudah diperhitungkan. Penakaran air ini harus mempunyai ketepatan $\pm 2\%$ dari jumlah total yang dipergunakan dalam pengadukan.
 - d) Alat penakar busa
Busa harus ditambahkan bersamaan dengan air untuk adukan dan banyaknya diukur dengan sistem pengukur otomatis yang bisa menjamin dosis yang tepat seperti yang direncanakan.
- 6) Tangki air
Tangki air harus memiliki kapasitas yang cukup memadai dan laik pakai serta harus dilengkapi dengan batang semprot dan alat pengendali pasokan dan semprotan.

- c. Peralatan angkut
- 1) Truk untuk mengangkut campuran busa harus tertutup dapat melindungi campuran busa dari udara. Truk harus mempunyai bak yang terbuat dari logam yang rapat, bersih dan rata.
 - 2) Jika proses pencampuran menggunakan *central mixing plant (stationary mixer)* tipe *wet-mix* maka alat pengangkut dapat menggunakan *truck mixer* atau *transit mixer*.
- d. Pompa
Mesin pompa dapat digunakan untuk memompa campuran material ringan basah ke titik penghamparan apabila tidak bisa dijangkau oleh *truck mixer* tersebut.
- e. Peralatan perata
Alat perata digunakan untuk meratakan permukaan timbunan jalan menggunakan material ringan setelah penghamparan selesai. Tipikal alat perataan permukaan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 - Tipikal alat perataan permukaan material ringan mortar-busa

- f. Peralatan pembuat tekstur
Alat pembuat tekstur berupa sikat yang harus dibuat dari kawat kaku dan lebar sikat tidak boleh kurang dari 45 cm. Sikat harus terdiri dari dua baris dengan jarak 2 cm dari sumbu ke sumbu, masing-masing baris terdiri dari beberapa ikatan kawat dengan jarak antar ikatan 1 cm, yang setiap ikatan terdiri dari 14 kawat. Letak ikatan kawat harus dipasang secara zigzag. Panjang kawat 10 cm dan harus diganti apabila panjangnya menjadi 9 cm.

- g. Peralatan penunjang
Peralatan penunjang adalah terdiri atas :
- Cawan/ember;
 - *Stopwatch*;
 - Sendok mortar;
 - Pisau;
 - *Ring Flow* (diameter 80 mm tinggi 80 mm);
 - Papan plastik / kaca (400 x 400 mm atau lebih);
 - Penggaris untuk mengukur diameter *flow*;
 - Cetakan silinder (diameter 100 mm, tinggi 200 mm);
 - *Pocket penetrometer*.

4.5 Persyaratan ketebalan dan kerataan

- a. Ketebalan satu lapisan material ringan mortar-busa sesuai dengan perencanaan teknis timbunan jalan dengan material mortar-busa. Penghamparan material ringan mortar-busa adalah bertahap sampai ketebalan perencanaan terpenuhi, satu kali hamparan material ringan mortar-busa adalah 20 cm -- 30 cm.
- b. Kerataan material ringan mortar-busa
- 1) Permukaan mortar-busa setelah dihampar
 - a) Kerataan melintang
Bilamana diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan tegak lurus sumbu jalan tidak boleh melampaui 10 mm.
 - b) Kerataan memanjang
Bilamana diukur dengan mistar lurus atau mistar lurus berjalan (*rolling*) sepanjang 3 m yang diletakkan sejajar dengan sumbu jalan tidak boleh melampaui 10 mm.
 - 2) Permukaan material ringan harus diukur setelah mengeras
 - a) Kerataan melintang
Bilamana diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan tegak lurus sumbu jalan tidak boleh melampaui 6 mm.
 - b) Kerataan memanjang
Setiap ketidakerataan bila diukur dengan mistar lurus atau mistar lurus berjalan (*rolling*) sepanjang 3 m yang diletakkan sejajar dengan sumbu jalan tidak boleh melampaui 6 mm.

4.6 Persiapan, pengamanan dan keselamatan kerja

- a. Semua bahan yang akan digunakan dilengkapi data pengujian bahan dari laboratorium.
- b. Rancangan campuran rencana yang akan digunakan dipersiapkan sebelum pekerjaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan dimulai.
- c. Rencana pelaksanaan pencampuran atau pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan telah dipersiapkan minimal 24 jam sebelum pelaksanaan.
- d. Bahan busa dapat digunakan tanpa menimbulkan bahaya apabila dilakukan tindakan pengamanan. Sebagai acuan, tindakan pengamanan yang dilakukan pada waktu melaksanakan pekerjaan timbunan jalan dengan material mortar-busa adalah sebagai berikut:
- 1) Menghindari terjadinya kontak dengan kulit karena bahan pengikat tersebut mengandung alkalin di dalamnya;
 - 2) Menggunakan alat sejenis masker untuk menutupi hidung dan mulut sehingga mencegah debu masuk ke dalam tubuh;
 - 3) Menggunakan perlengkapan seperti celana panjang, baju lengan panjang, sarung tangan dan sepatu boot;

- 4) Pertolongan pertama yang dilakukan adalah:
 - a) Melakukan perawatan khusus jika debu/serbuk bahan baku busa masuk ke dalam mata, yaitu dengan menggunakan kapas dan dengan mencururkan air bersih ke dalam mata selama sekurang-kurangnya 10 menit. Lanjutkan cara tersebut sampai mata mendapatkan pengobatan;
 - b) Jika busa terminum agar segera dibawa ke tenaga medis, orang tersebut sebaiknya dipindahkan ke tempat berudara segar, dijaga agar tetap hangat dan beristirahat sampai mendapatkan pengobatan.

4.7 Persyaratan bekisting

- a. Bekisting dibuat dari papan yang kokoh sehingga tidak mudah berubah tempat, miring atau melengkung bila penghamparan telah dimulai atau terinjak.
- b. Bekisting dibuat sesuai volume mortar-busa yang dihasilkan.
- c. Papan bekisting harus dipasang tegak dan lurus sesuai dengan dimensi yang direncanakan.
- d. Tinggi papan cetakan harus dipasang secara rapi berdasarkan bentuk timbunan ringan yang akan dihampar.
 - a. Tinggi papan cetakan dipasang melebihi tinggi mortar-busa yang akan dituang.
- e. Sambungan pada bekisting harus merupakan garis lurus serta sambungan harus rapat sehingga tidak terjadi kebocoran.
- f. Kebersihan dalam bekisting diperiksa sebelum penuangan mortar-busa.
- g. Bekisting tidak boleh dibuka dari saat material ringan mortar-busa dihampar sampai *final setting time* atau dengan pengecekan UCS lapangan dengan menggunakan *pocket penetrometer*.
- h. Bekisting harus dibuka secara hati-hati untuk menghindari kerusakan pada material ringan. Area “sarang tawon” (keropos-keropos, *honey comb*) setelah bekisting dibuka, maka harus dibongkar dan diganti dengan campuran material mortar-busa yang baru.

4.8 Persyaratan anyaman baja

- a. Anyaman baja digunakan apabila diperlukan.
- b. Anyaman ditempatkan sebelum penghamparan dipasang setiap 1 m.
- c. Lebar dan panjang anyaman baja harus diatur sedemikian rupa sehingga pada saat dipasang, anyaman baja tersebut diletakkan di atas lapisan masing-masing dan tidak bergeser sesuai gambar perencanaan.
- d. Untuk mencegah anyaman bergeser maka lembar anyaman yang berdampingan harus di ikat kuat.

4.9 Persyaratan penghamparan

- a. Penghamparan harus dilakukan pada saat cuaca yang cerah, karena air hujan yang masuk pada adukan material ringan akan menyebabkan material ringan tidak mengeras dengan sempurna.
- b. Tata cara pencampuran sesuai dengan tata cara pengadukan dan penghamparan beton, sesuai SNI 03-3976-1995. Pada mortar-busa tidak dilakukan proses pemadatan karena sifat dari mortar-busa yang memadat sendiri.
- c. Tinggi jatuh penghamparan minimum 1 meter.
- d. Mortar-busa dihampar dengan menuangkan mortar-busa dari alat pengangkut sesuai dengan batas bekisting.
- e. Mortar-busa harus dihampar per lapisan dengan takaran yang cukup untuk menghampar seluruh lebar mortar-busa yang bekerjanya sedemikian rupa sehingga tidak akan timbul segregasi atau pemisahan material-material pembentuk mortar-busa sendiri.

- f. Level permukaan harus diawasi dari bekisting samping dan harus diatur pada kemiringan yang betul sesuai dengan ketentuan yang tertera dalam gambar rencana.

4.10 Persyaratan perataan

Perataan permukaan mortar-busa dilakukan dengan alat perata pada Gambar 3 dengan tidak mengurangi ketebalan mortar-busa.

4.11 Persyaratan tekstur permukaan

- a. Pembuatan tekstur permukaan dilakukan setelah *setting time* sesuai Pd T-07-2005-B.
- b. Pembuatan tekstur permukaan ini untuk mengasarkan permukaan mortar-busa setelah dihampar sebelum penghamparan lapisan mortar-busa berikutnya.
- c. Pembuatan tekstur permukaan dilakukan arah melintang jalan.

4.12 Persyaratan perawatan

- a. Perawatan mortar-busa sesuai dengan SNI 4810:2013.
- b. Perawatan mortar-busa dilakukan selama minimum 3 hari atau sampai persyaratan pada Tabel 2 dan Tabel 3 pada ketentuan 4.1 tercapai.
- c. Perawatan mortar-busa menggunakan terpal atau plastik tebal agar terlindung dari sinar matahari, hujan atau angin secara langsung sehingga tidak terjadi penguapan yang berlebihan untuk menghindari keretakan.

4.13 Persyaratan lapis pencegah retak refleksi

Material lapis pencegah retak refleksi dapat menggunakan :

- a. Lapisan *Stress Absorbed Membrane Interlayer* (SAMI) yaitu berupa lapisan agregat lolos saringan no 8 (AASHTO M 78 – 64) dengan aspal P-60, E-55, E-60 dan E-70 yang direncanakan di antara penutup permukaan (perkerasan aspal atau beton) dan mortar busa sesuai perencanaan pada Aschuri & Yamin (2011).

4.14 Persyaratan lapisan aspal

- a. Lapisan aspal bertujuan sebagai lapis pelindung (*jacket*) timbunan jalan dengan mortar-busa.
- b. Lapisan tersebut adalah AC/WC dengan tebal minimum 4 cm dan AC/BC dengan tebal minimum 5 cm.
- c. Bahan lapisan aspal AC/WC dan AC/BC terdiri dari agregat dan aspal sesuai Revisi PERMEN 28/PRT/M/2007.
- d. Pelaksanaan lapisan aspal sesuai PERMEN 28/PRT/M/2007.

4.15 Pengendalian mutu

Pengendalian mutu yang dilakukan pada pelaksanaan timbunan jalan dengan material ringan sesuai dengan Tabel 4.

- a. Pengujian ketebalan dan kerataan permukaan
 - 1) Ketebalan dan kerataan permukaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa harus diperiksa dengan mistar lurus sepanjang 3 meter dan dilaksanakan tegak lurus dan sejajar as jalan.
 - 2) Pengujian untuk pemeriksaan toleransi ketebalan dan kerataan yang disyaratkan harus mulai dilaksanakan segera setelah penghamparan dan perataan,

penyimpangan yang terjadi harus diperbaiki dengan membuang atau menambahkan bahan sebagaimana yang dipersyaratkan.

- b. Ketentuan densitas, kuat tekan bebas dan *flow*
 - 1) Berat isi dan kekuatan tekan timbunan jalan dengan mortar-busa dan *flow* harus sesuai dengan ketentuan 4.2.
 - 2) Pengujian UCS timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa harus mengikuti SNI 3638:2012.
 - 3) Pengambilan benda uji silinder dilakukan sesaat sebelum penghamparan material ringan mortar-busa perhari atau 110 m³ atas dasar segmen yang diwakili oleh benda uji yang diambil. Benda uji yang harus diambil minimum sebanyak 3 (tiga) buah benda uji silinder per set yang setiap setnya di uji pada umur 3 hari dan 14 hari.
 - 4) Hasil pengetesan benda uji tersebut diatas digunakan sebagai dasar untuk mempertimbangkan apakah perlu diadakan perubahan rancangan campuran rencana dan cara pelaksanaannya.
 - 5) Benda-benda uji tersebut harus dibuat/disiapkan menurut cara standar tentang pembuatan dan perawatan benda uji di laboratorium seperti tercantum dalam SNI 2458:2008.
- c. Untuk ini penyedia diwajibkan untuk melaksanakan pengambilan *core drill* dengan kedalaman setebal timbunan jalan menggunakan material ringan mortar-busa menurut gambar rencana serta diwajibkan untuk membuat laporan.
- d. Jumlah dan lokasi *core drill* harus dilaksanakan sebagai berikut :
 - 1) Pada timbunan jalan menggunakan material ringan pada setiap lapisannya atau dengan luas 1000 m² hasil penghamparan harus diadakan 1 *core drill*.
 - 2) Lokasi *core drill* ditentukan secara acak/uji petik (*random*) sesuai SNI 03-6868-2002 dan SNI 4810:2013.

Tabel 4 - Pengendalian mutu

Pengujian	Frekuensi pengujian	Metode pengujian
<u>Bahan</u>		
<u>Semen</u>	Diperiksa setiap pembuatan rancangan campuran rencana/ perubahan produksi/sumber	
Semen Portland		SNI 15-2049-2004
Semen Komposit		SNI 15-7064-2004
Semen Pozzolan		SNI 15-0302-2004
<u>Pasir</u>		
Kadar kotoran organik pada pasir	Diperiksa setiap 1000 m ³ atau perubahan material baru	SNI 03-2816-1992
Kadar air	Diperiksa setiap hasil penghamparan	SNI 1971 : 2008
Gradasi	Diperiksa setiap 1000 m ³ atau perubahan material baru	SNI 3423 : 2008
Berat jenis dan penyerapan	Diperiksa setiap 1000 m ³ atau perubahan material baru	SNI 1970:2008
Gumpalan lempung	Diperiksa setiap 1000 m ³ atau perubahan material baru	SNI 03-4141-1996
Lolos saringan 200	Diperiksa setiap 1000 m ³ atau perubahan material baru	SNI ASTM C117:2012

Tabel 4 - Pengendalian mutu (lanjutan)

Pengujian	Frekuensi pengujian	Metode pengujian
<u>Air</u>		
pengujian air	Diperiksa setiap perubahan rancangan campuran rencana	SNI 7974 : 2013
<u>Campuran</u>		
Densitas basah dan densitas kering	Diperiksa setiap dilakukan pencampuran/ <i>batch</i>	SNI 1973:2008
<i>Flow</i>	Diperiksa setiap dilakukan penghamparan	ASTM C1611
Uji tekan bebas (UCS) umur 14 hari	Diperiksa setiap dilakukan pencampuran di laboratorium	SNI 3638:2012
Rancangan campuran rencana	Setiap perubahan material penyusun/sumber material	
Rancangan campuran rencana	Setiap perubahan material penyusun/sumber material	
<u>Lapisan yang dihampar :</u>		
Untuk mengetahui <i>setting time</i> dan pencapaian kekuatan mortar-busa dapat menggunakan alat uji kuat tekan batas lapangan (<i>pocket penetrometer</i>) pada lokasi yang ditentukan, tetapi tidak berselang lebih dari 50 m	50 meter panjang	SNI/ASTM C 403:2012
Uji ketebalan dapat dilakukan dengan menggali dan mengukur ketebalan lapisan mortar-busa padat pada lokasi yang ditentukan oleh Direksi Teknis, tetapi tidak boleh berselang lebih 50 m. Sebagai alternatif uji ketebalan dapat dilakukan dengan <u>core drill</u> setelah mortar-busa berusia minimum 14 hari	50 meter panjang	SNI 03-6868-2002

4.16 Pemasangan instrumen

Apabila diperlukan, pelaksanaan timbunan menggunakan material ringan yang membutuhkan evaluasi kinerja timbunan baik selama pelaksanaan maupun setelah pelaksanaan, pada saat proses penimbunan dan pengaspalan, dapat dipasang instrumen untuk kegiatan monitoring. Instrumen yang digunakan adalah instrumen untuk mengukur penurunan permukaan tanah dasar akibat beban timbunan, tekanan air pori dalam tanah, tekanan tanah, pergerakan lapisan tanah arah vertikal, dan mengukur pergerakan tanah ke arah samping. Instrumen tersebut antara lain:

- a. Pelat penurunan;

- b. Ekstensometer magnetik;
- c. Pisometer pneumatik;
- d. Inklinometer.

Instrumen yang dimonitor dan acuan yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 - Instrumen yang dimonitor dan acuannya

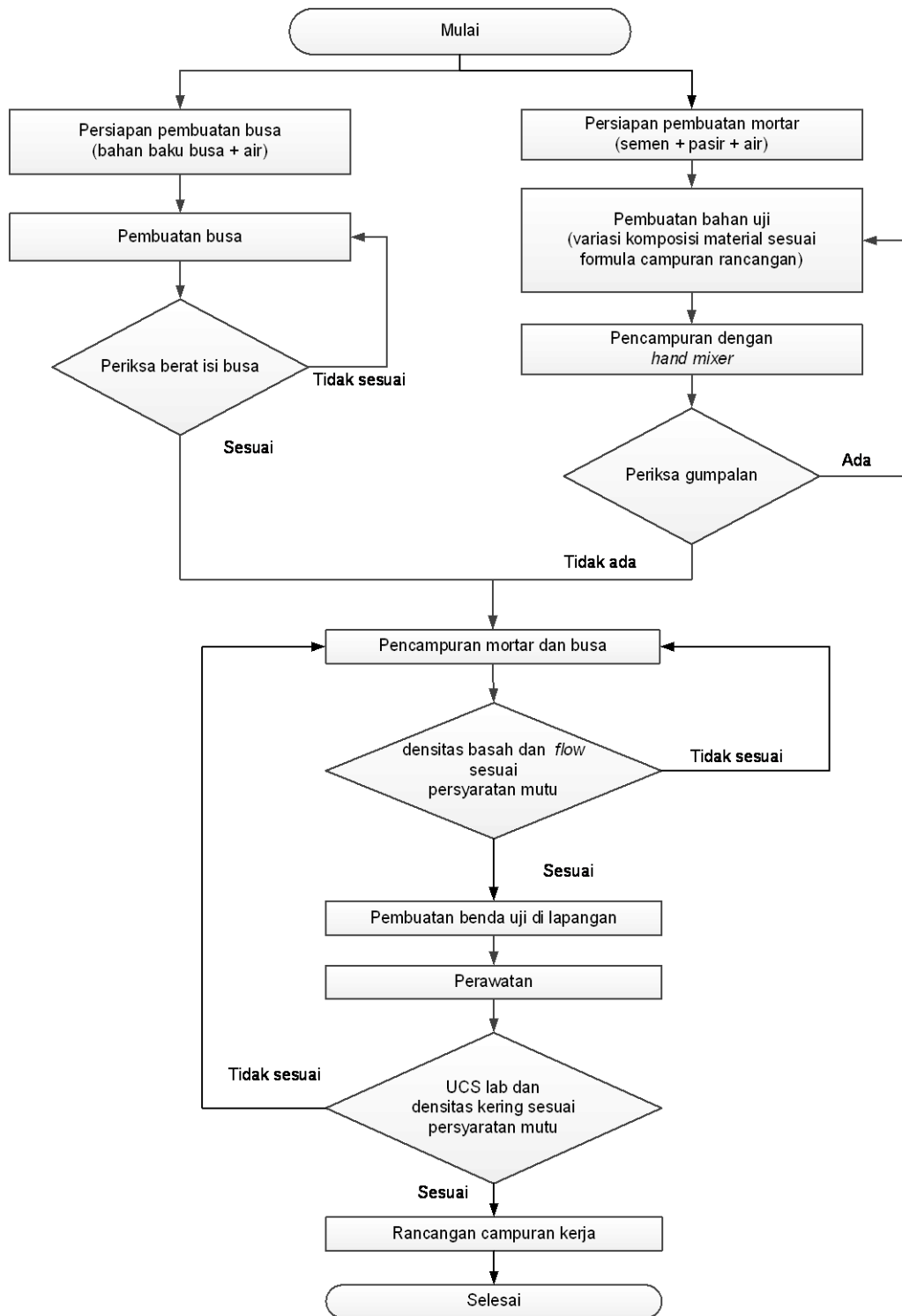
No	Instrumen Geoteknik	Acuan
1.	Pelat penurunan	ASTM D6598-11
2.	Ekstensometer magnetik	SNI 3454:2008
3.	Pisometer pneumatik	SNI 03-3453-1994
4.	Inklinometer	SNI 3404:2008

5 Prosedur pelaksanaan

5.1 Rancangan

Pekerjaan timbunan material ringan mortar-busa di mulai dengan pembuatan rancangan campuran rencana untuk mendapatkan komposisi material campuran yang sesuai dengan perencanaan campuran material mortar-busa. Pembuatan rancangan campuran rencana dilakukan dengan dicoba-coba yang mengacu pada pedoman perancangan campuran material ringan dengan mortar-busa untuk konstruksi jalan. Jika percobaan tersebut gagal memenuhi salah satu persyaratan pada ketentuan 4.2 maka dilakukan penyesuaian dan percobaan kembali hingga memenuhi ketentuan tersebut.

Setelah pembuatan rancangan campuran rencana dilakukan penghamparan percobaan dilapangan sesuai prosedur pada Gambar 4. Jika percobaan tersebut gagal memenuhi ketentuan 4.2 pada salah satu persyaratan maka dilakukan penyesuaian dan percobaan kembali hingga memenuhi ketentuan tersebut. Campuran yang sesuai spesifikasi ini disebut rancangan campuran kerja yang dijadikan acuan untuk pelaksanaan pekerjaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan.

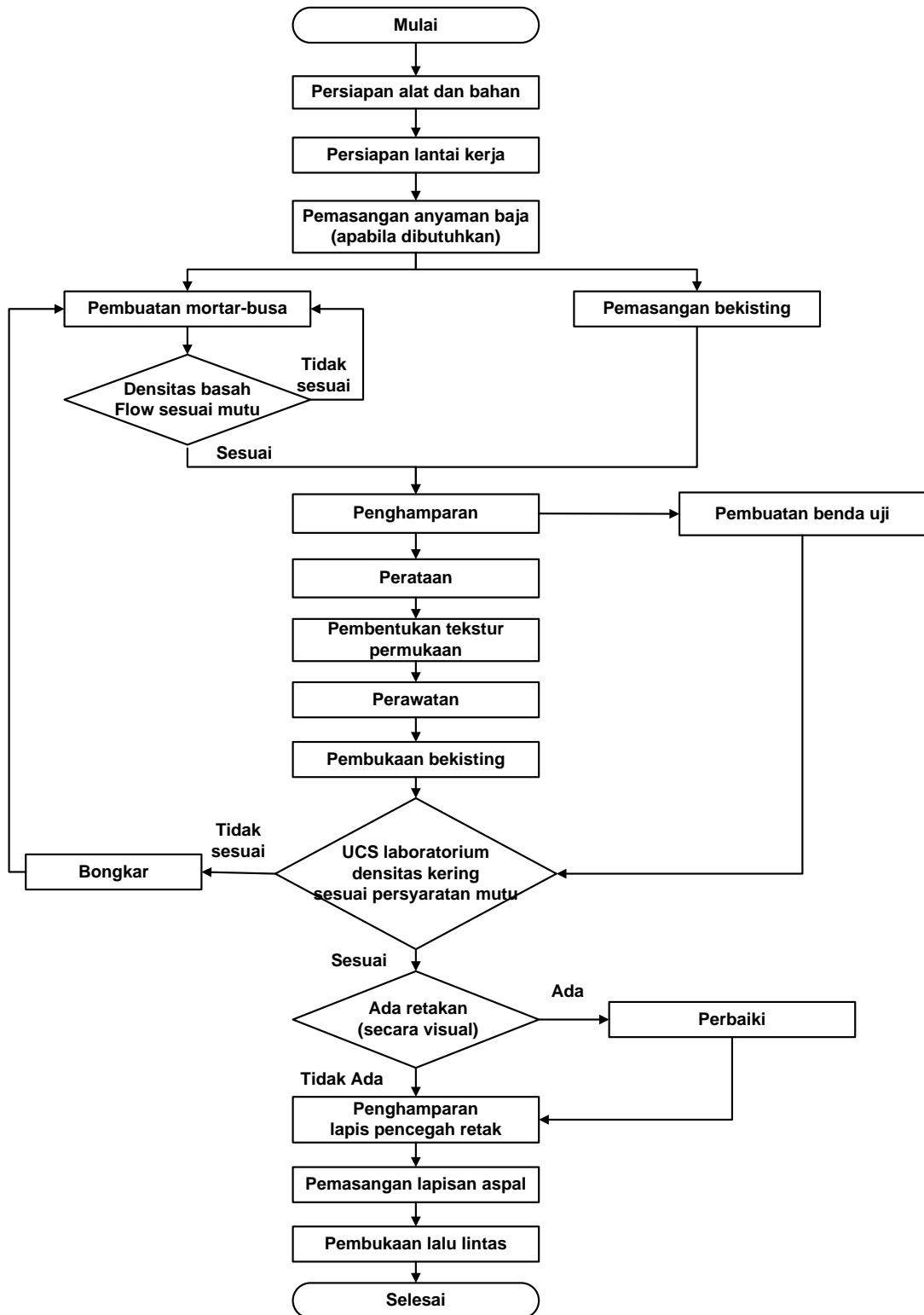


Gambar 4 - Prosedur pembuatan rancangan campuran kerja

5.2 Pelaksanaan

Pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan dimulai dengan persiapan alat dan bahan, persiapan lantai kerja kemudian pembuatan mortar-busa sesuai dengan rancangan campuran kerja. Dilanjutkan dengan pemasangan anyaman baja (apabila dibutuhkan) pembuatan mortar-busa, pemasangan bekisting, penghamparan, perataan, pembentukan tekstur permukaan, perawatan, pembukaan bekisting, uji mutu, penghamparan

lapis pencegah retak, penghamparan lapisan aspal dan pembukaan lalu lintas sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 - Bagan alir pelaksanaan timbunan material ringan dengan mortar-busa untuk konstruksi jalan

5.2.1 Persiapan alat dan bahan

- a. Peralatan sebagaimana pada ketentuan 4.4 disiapkan dan diperiksa dalam kondisi baik.
- b. Bahan-bahan untuk material ringan dengan mortar-busa sebagaimana tertera pada ketentuan 4.1 yang telah memenuhi persyaratan disediakan di lapangan.
- c. Pengaturan lalu lintas dilakukan untuk melindungi kerusakan permukaan terhadap lalu lintas umum dan proyek dengan pemasangan rambu lalu lintas dan penghalang.

5.2.2 Persiapan lantai kerja

- a. Penyiapan kondisi lapangan yaitu meliputi kebersihan lahan dan semua kerusakan termasuk ketidakrataan telah diperbaiki. Lantai kerja atau *lean mixed concrete* telah siap, semua peralatan dan operator sudah siap dan laik kerja.
- b. Lahan yang akan dihamparkan harus ditutup agar tidak terkena sinar matahari, hujan atau angin secara langsung.

5.2.3 Pemasangan anyaman baja

- a. Pemasangan anyaman baja sesuai dengan ketentuan 4.8.
- b. Pekerjaan anyaman baja dilakukan sebelum penghamparan mortar-busa.
- c. Anyaman baja ditempatkan di atas lapis pertama penghamparan mortar-busa pertama.
- d. Mortar-busa kemudian dihampar di atas anyaman baja tersebut, pemasangan tersebut dilakukan sampai lapisan mortar-busa rencana tercapai.

5.2.4 Pembuatan mortar busa

- a. Setelah material, alat dan lantai kerja telah disiapkan, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan mortar-busa. Pembuatan busa dan material mortar sesuai dengan rancangan campuran kerja pada 5.1.
- b. Pembuatan mortar-busa mengacu pada ketentuan 4.2.
- c. Pencampuran material mortar dengan busa dapat dilakukan di *batching plant* atau di lapangan dengan *concrete mixer*.
- d. Alat yang digunakan sesuai dengan ketentuan 4.4.
- e. Pengangkutan material ringan yang dicampur di *batching plant*, ke lokasi penghamparan harus menggunakan antara lain *tipping trucks*, *truck mixer*, *transit mixers*, sesuai dengan pertimbangan ekonomis dan jumlah material ringan yang diangkut. Pengangkutan harus dapat menjaga mortar material ringan tetap homogen, tidak segregasi dan tidak menyebabkan perubahan konsistensi material ringan.

5.2.5 Pemasangan bekisting

- a. Bekisting harus dibuat sesuai persyaratan 4.7.
- b. Bekisting dibuat sesuai dengan denah penghamparan.
- c. Papan bekisting dipasang tegak dan lurus tidak berbelok-belok sesuai yang direncanakan dan mengacu pada ketentuan 4.7 Untuk memastikan posisi pemasangan tegak dan lurus maka harus dilakukan pengukuran dengan bantuan alat ukur.

5.2.6 Pengecekan *flow* dan densitas basah

- a. Sebelum mortar-busa dihamparkan ke areal yang akan ditimbun maka terlebih dahulu dilakukan pengecekan densitas basah dan *flow* sesuai ketentuan 4.2.
- b. Pengujian nilai *flow* material mortar-busa dilakukan dalam kondisi segar, pengecekan *flow* sebagai berikut :
 - 1) Tuangkan hasil campuran yang telah terbentuk menjadi mortar-busa di atas bidang yang rata ke dalam *ring flow* hingga batas atas.

- 2) Angkat *ring flow* perlahan hingga mortar-busa mengalir dan menyebar untuk mengetahui nilai *flow*.
 - 3) Nilai hasil *flow* sesuai ketentuan 4.2.
 - 4) Apabila nilai *flow* tidak memenuhi spesifikasi, dapat dikurangi atau menambah jumlah busa atau mengurangi agregat yang digunakan.
- c. Pengujian densitas basah, dilakukan setelah pengujian *flow* dilakukan. Pengujian densitas basah dilakukan dengan cara menimbang benda uji hasil pengujian *flow* dan mengurangi nilai yang dihasilkan terhadap berat dari *ring flow*.
 - d. Bila sudah memenuhi ketentuan *flow* maka dilanjutkan dengan penghamparan mortar-busa.

5.2.7 Penghamparan

- a. Penghamparan merupakan salah satu pekerjaan yang memegang peranan penting dan menentukan. Penghamparan yang tidak baik dapat menyebabkan tekstur permukaan buruk, kerataan tidak baik dan ketebalan lapisan kurang.
- b. Penghamparan dilakukan mengacu pada ketentuan 4.9.
- c. Tebal material ringan mortar-busa sesuai dengan ketentuan 4.5.
- d. Penghamparan dapat dilakukan secara menerus seperti pada denah penghamparan pada Gambar A.18 dan apabila ada tanjakan atau turunan penghamparan dapat dilakukan per segmen seperti pada Gambar A.20.
- e. Alat yang digunakan dalam penghamparan sesuai ketentuan 4.4.
- f. Apabila pada saat penghamparan titik penghamparan tidak bisa dijangkau oleh *truck mixer* dapat menggunakan mesin pompa (*concrete pump*) untuk memompa mortar-busa basah ke lokasi penghamparan. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya buih yang terlalu besar pada hasil pelaksanaan penghamparan, yang akan mengakibatkan segregasi atau penurunan hasil penghamparan sehingga keroposnya permukaan atas hasil penghamparan.
- g. Pada saat penghamparan dibuat benda uji berbetuk silinder sesuai ketentuan 4.15.

5.2.8 Perataan

- a. Setelah material ringan mortar-busa dihamparkan, permukaan mortar-busa kemudian diratakan sesuai ketentuan 4.10.
- b. Perataan tersebut dilakukan dengan alat perata sesuai Gambar 3 pada ketentuan 4.4.
- c. Dalam pekerjaan perataan dilakukan pengukuran ketebalan mortar-busa dan kerataan mortar-busa harus sesuai ketentuan 4.5.

5.2.9 Pembentukan tekstur permukaan

- a. Setelah pekerjaan perataan kemudian dibuat tekstur pada permukaan material ringan mortar-busa ke arah melintang sesuai ketentuan 4.11.
- b. Pembuatan tekstur menggunakan alat sesuai ketentuan 4.4.

5.2.10 Perawatan

Untuk menjaga agar terlindung dari sinar matahari, hujan atau angin secara langsung sehingga tidak terjadi penguapan yang berlebihan dan menghindari keretakan material ringan yang telah selesai dihampar segera ditutup dengan bahan penutup sesuai ketentuan 4.12.

5.2.11 Pembukaan bekisting

- a. Pembukaan bekisting harus dilakukan secara hati-hati sesuai dengan ketentuan 4.7.

- b. Apabila pada saat pembukaan besking terdapat “sarang tawon”, maka harus dibongkar dan diganti dengan campuran yang baru sesuai dengan ketentuan 4.2.

5.2.12 Pengecekan densitas kering dan kuat tekan bebas (UCS)

- a. Setelah masa perawatan contoh silinder tercapai maka dilakukan pengecekan densitas kering dan kuat tekan bebas (UCS) di laboratorium.
- b. Pengecekan densitas kering diperoleh dari hasil pengujian campuran mortar busa yang berbentuk silinder dengan ukuran yang telah ditentukan diuji tekan sehingga diperoleh nilai target kekuatannya sesuai ketentuan 4.15.
- c. Pengecekan kuat tekan bebas (UCS) di laboratorium sesuai persyaratan dalam ketentuan 4.15.
- d. Apabila densitas kering serta kuat tekan bebas (UCS) di laboratorium tidak memenuhi ketentuan 4.15 maka material ringan mortar-busa harus dibongkar.

5.2.13 Pengecekan visual

Pengecekan visual dilakukan untuk mengetahui adanya retakan. Jika ada retakan maka dilakukan perbaikan dengan menggunakan *epoxy* atau *silent*.

5.2.14 Penghamparan lapis pencegah retak refleksi

- a. Setelah mortar-ringan memenuhi persyaratan uji kuat tekan bebas batas lapangan sesuai Tabel 2 dan Tabel 3 pada ketentuan 4.2 dan 4.15 dilakukan penghamparan lapis pencegah refleksi sesuai ketentuan 4.13.
- b. Lapis pencegah retak refleksi dapat menggunakan lapisan pasir atau SAMI dengan tebal sesuai ketentuan 4.13.

5.2.15 Penghamparan lapisan aspal

- a. Setelah dilakukan penghamparan lapis pencegah retak refleksi dilanjutkan pelapisan aspal dengan tebal sesuai ketentuan 4.14.
- b. Pelaksanaan penghamparan lapisan aspal sesuai ketentuan 4.14.

5.2.16 Pengendalian mutu

- a. Kunci keberhasilan pelaksanaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa, dimana pengendalian mutu yang baik akan memberikan kinerja yang baik pula.
- b. Frekuensi pengujian minimal dalam pengendalian mutu selama proses pelaksanaan timbunan jalan harus sesuai dengan ketentuan yang diuraikan dalam Tabel 4 pada ketentuan 4.15.
- c. Pengujian ketebalan dan kerataan permukaan sesuai dengan ketentuan 4.15 butir a.
- d. Uji ketebalan lapisan mortar-busa dapat dilakukan dengan *core drill* sesuai Tabel 4 pada ketentuan 4.15.

5.2.17 Pembukaan untuk lalu lintas

- a. Pembukaan untuk lalu lintas umum pada pelaksanaan timbunan jalan menggunakan material ringan mortar-busa dapat dibuka setelah pekerjaan lapisan aspal selesai.
- b. Sebelum dibuka untuk lalu-lintas umum, maka daerah/jalur tersebut harus dibersihkan lebih dahulu dari kotoran-kotoran yang menempel (tanah, dsb) kotoran-kotoran lepas dan debu.

Lampiran A (informatif)

Pelaksanaan timbunan jalan dengan material ringan mortar-busa

1. Persiapan alat dan bahan

Pada tahap pencampuran material ringan mortar-busa, bahan baku busa (Gambar A.1 kiri) dan air (Gambar A.1 kanan) ditambahkan bersamaan ke dalam adukan dengan bahan lain sehingga menjadi material ringan mortar-busa.



**Gambar A.1 - Bahan baku busa dalam tangki (kiri) dan air dalam tangki (kanan)
(Sumber : Pusjatan. 2009)**



Gambar A.2 - Semen (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.3 - Pasir (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.4 - Air (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.5 - Kompresor (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.6 - Alat pembangkit busa (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.7 - *Truck mixer* (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.8 - Satu sistem pembuatan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan¹. 2009)

2. Pembuatan material ringan mortar-busa

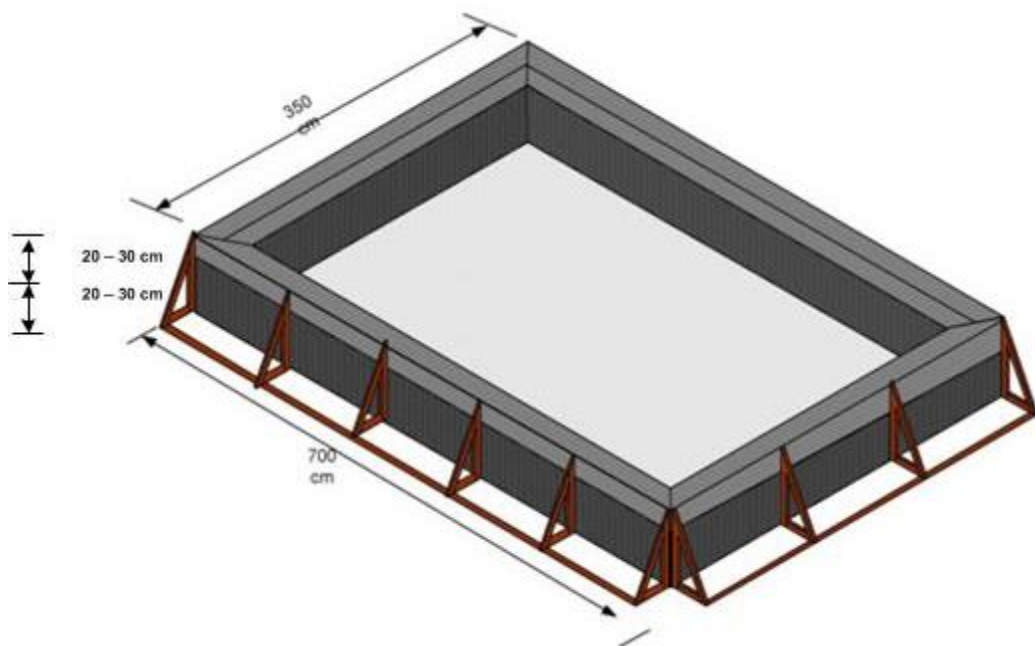


Gambar A.9 - Pembuatan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.10 - Pembuatan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan. 2009)

3. Pemasangan bekisting



Gambar A.11 - Ilustrasi bekisting per segmen



Gambar A.12 - Pembuatan bekisting (Sumber : Pusjatan. 2009)



Gambar A.13 - Pemasangan bekisting (Sumber : Pusjatan. 2009)

4. Pemasangan anyaman baja



Gambar A.14 - Pemasangan anyaman baja (jika dibutuhkan)



Gambar A.15 - Pemasangan anyaman baja (jika dibutuhkan) (Sumber : Pusjatan. 2009)

5. Pengecekan *flow* dan densitas basah

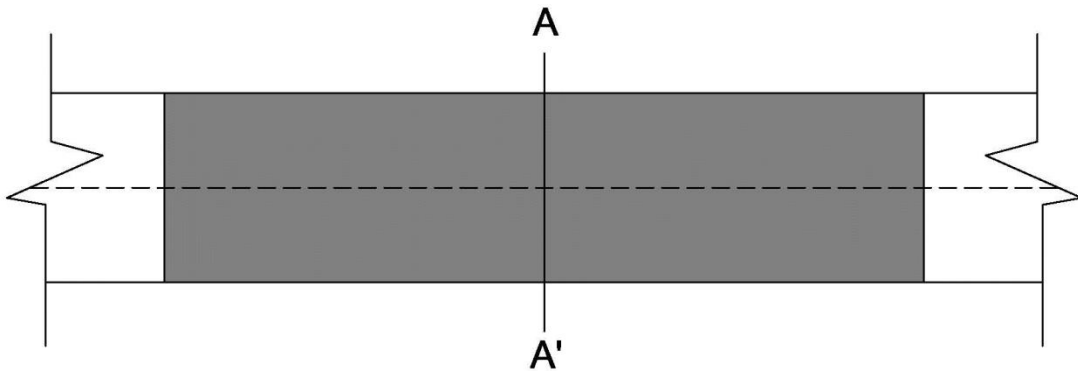


Gambar A.16 - Pengecekan *flow* (Sumber : Pusjatan. 2009)

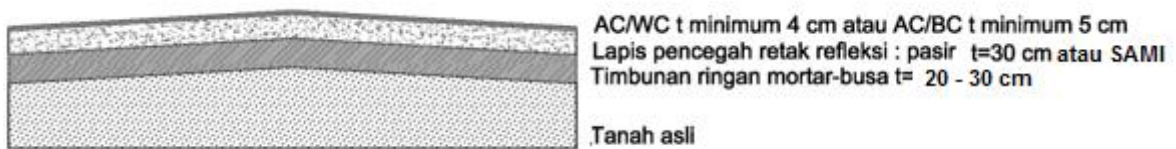


Gambar A.17 - Pengecekan densitas basah (Sumber : Pusjatan.pu.go.id, 2012)

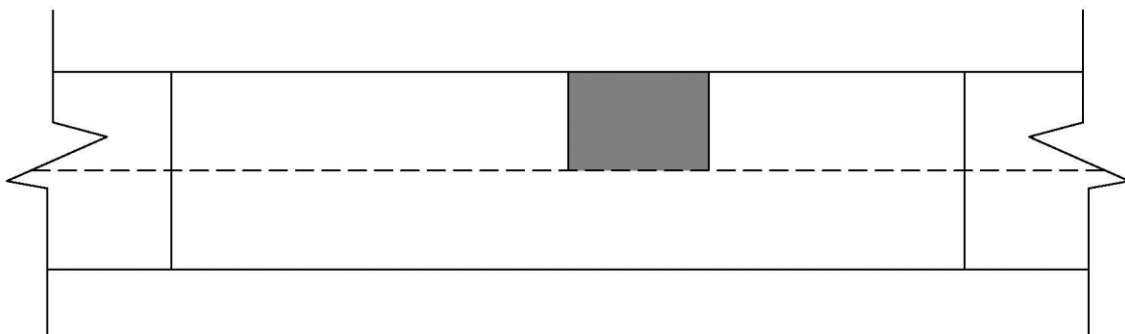
6. Penghamparan



Gambar A.18 - Denah penghamparan



Gambar A.19 - Potongan melintang denah penghamparan



Gambar A.20 - Denah penghamparan 1 segmen



Gambar A.21 - Penghamparan material ringan mortar-busa (Sumber : Pusjatan.pu.go.id, 2012)



Gambar A.22 - Penghamparan mortar-busa (Sumber : pusjatan.pu.go.id, 2012)



Gambar A.23 - Pembuatan silinder (Sumber : Pusjatan. 2009)

7. Perataan



Gambar A.24 - Perataan material ringan mortar-busa (Pusjatan. 2009)

8. Perawatan



Gambar A.25 - Perawatan (Pusjatan. 2009)

9. Pembukaan bekisting



Gambar A.26 - Pengecekan *setting time* sebelum pembukaan bekisting (Pusjatan. 2009)

10. Pengecekan kuat tekan bebas (UCS) di laboratorium dan densitas kering



Gambar A.27 - Pengujian kuat tekan bebas (UCS) di Laboratorium (Pusjatan. 2009)



Gambar A.28 - Pengujian Berat isi (Pusjatan. 2009)

11. Pengambilan *core drill*



Gambar A.29 - Pengambilan *core drill* (Pusjatan. 2009)



Gambar A.30 - Hasil *core drill* (Pusjatan. 2009)

Bibliografi

- ACI Committee 311, 2007. *SP-2(07) Manual of Concrete Inspection*. ISBN: 9780870312755.
- Aschuri & Yamin. 2011. *The Use of Stress Absorbed Membrane Interlayer (SAMI) to Reduce Reflection Crack on Road Pavement*. Proceeding of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol 8.
- Iqbal, Maulana. 2012. *Naskah ilmiah Kajian penanganan tanah lunak Dengan timbunan jalan mortar-busa*.
- Kemen. PU. *Spesifikasi Material Ringan dengan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum. 2011.
- Kemen. PU. *R3 Pedoman Perancangan Campuran Material Ringan Mortar-Busa untuk Konstruksi Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum. 2014.
- Pusjatan. 2007. *Timbunan Badan Jalan dengan Bahan Material ringan*, Laporan Akhir Balai Geoteknik Jalan Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Pusjatan. 2007. *Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan*. Pd T-07-2005-B.
- Pusjatan. 2009. *Kajian dan Pengawasan Uji Coba Skala Penuh Timbunan Badan Jalan dengan Material ringan*. Laporan Pendahuluan Balai Geoteknik Jalan. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Pusjatan. 2009. *Engineering Estimate Uji Coba Skala Penuh Timbunan Badan Jalan dengan Material ringan lokasi Abutment Jembatan Kedaton Karang Ampel –Kab Cirebon Provinsi Jawa Barat*. Laporan Akhir Balai Geoteknik Jalan. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Pusjatan. 2009. *Spesifikasi Material Ringan dengan Mortar-busa (busa mortar) untuk Konstruksi Jalan*.
- SNI 1965:2008, *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan*.

**Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 18 Mei 2015**

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. Basuki Hadimuljono

M. BASUKI HADIMULJONO

