

SE Menteri PUPR
Nomor : 14/SE/M/2019
Tanggal : 11 September 2019

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Pelaksanaan pelat ortotropik baja segmental untuk
lantai jembatan rangka baja**



**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 Urutan penggunaan pedoman	3
5 Bahan	5
5.1 Baja struktural	5
5.1.1 Bahan	5
5.1.2 Baja karbon	5
5.1.3 Baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi	5
5.1.4 Pelat baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi yang di- <i>quen</i> dan di- <i>temper</i>	5
5.1.5 Pelat baja paduan kekuatan leleh tinggi yang di- <i>quen</i> dan di- <i>temper</i>	5
5.2 Baut kekuatan tinggi	6
5.2.1 Bahan	6
5.2.2 Ciri penanda	6
5.2.3 Dimensi	7
5.2.4 Baut kekuatan tinggi yang digalvanis	7
5.2.5 Perangkat penunjuk beban	7
5.3 Galvanisasi	7
6 Fabrikasi	7
6.1 Penandaan baja selama fabrikasi	7
6.2 Penyimpanan bahan	8
6.3 Pelat	8
6.3.1 Arah penggulangan	8
6.3.2 Ujung pemotongan pelat	8
6.3.2.1 Pengetaman ujung	8
6.3.2.2 Pemotongan dengan oksige	8
6.3.2.3 Pemeriksaan visual dan perbaikan dari ujung pemotongan pelat	8
6.3.3 Pelat yang ditekuk	8
6.3.3.1 Umum	8
6.3.3.2 Penekukan dingin	9
6.3.3.3 Penekukan panas	9
6.4 Penyesuaian pengaku	10
6.5 Sambungan yang berbatasan	10
6.6 Pelurusan bahan	10
6.7 Lubang baut	10
6.7.1 Lubang untuk baut kekuatan tinggi dan baut yang belum diselesaikan	10
6.7.1.1 Umum	10
6.7.1.2 Lubang yang dibuat dengan tekanan	11

6.7.1.3	Lubang yang diperlebar atau dibor	11
6.7.1.4	Akurasi dari lubang	11
6.7.2	Akurasi dari grup lubang	11
6.7.2.1	Akurasi sebelum pelebaran	11
6.7.2.2	Akurasi setelah pelebaran	12
6.7.3	Hubungan lapangan yang dibor yang dikendalikan secara numerik	12
6.7.4	Persiapan sambungan dilapangan	12
6.8	<i>Annealing</i> dan pembebasan tegangan	13
6.9	Struktur pelat ortotropik	13
6.9.1	Umum	13
6.9.2	Kerataan dari panel	13
6.9.3	Kelurusan dari pengaku longitudinal yang bergantung atas tegangan tekan yang diperhitungkan, termasuk pengaku rantai ortotropik	14
6.9.4	Kelurusan dari pengaku badan transversal dan pengaku lain yang tidak bergantung dengan tegangan tekan yang diperhitungkan	14
6.10	Pencirian dan pengapalan	14
7	Perakitan	14
7.1	Pekerjaan baut	14
7.2	Hubungan yang dilas	15
7.3	Perakitan pendahuluan dari hubungan lapangan	15
7.3.1	Umum	15
7.3.2	Hubungan yang dibaut	15
7.3.3	Perakitan pemeriksaan dari pengeboran yang dikendalikan secara numerik	15
7.3.4	Hubungan yang dilas di lapangan	16
7.4	Pencirian yang cocok	16
7.5	Hubungan yang menggunakan baut kuat tinggi	16
7.5.1	Umum	16
7.5.2	Bagian yang dibaut	16
7.5.3	Kondisi permukaan	16
7.5.4	Pemasangan	17
7.5.4.1	Umum	17
7.5.4.2	Uji kapasitas rotasi	18
7.5.4.3	Kebutuhan ring baut	20
7.5.4.4	Metode pemasangan <i>turn-of-nut</i>	21
7.5.4.5	Metode pemasangan dengan kunci pas terkalibrasi	22
7.5.4.6	Metode pemasangan kekencangan langsung	22
7.5.4.7	Verifikasi	22
7.5.4.8	Pemasangan	24
7.5.4.9	Pemeriksaan	24
7.6	Pengelasan	25
8	Pemasangan	25
8.1	Umum	25
8.2	Penanganan dan penyimpanan bahan	25
8.3	Perletakan dan angker	26
8.4	Prosedur pemasangan	26

8.4.1	Kesesuaian dengan gambar.....	26
8.4.2	Tegangan pemasangan	26
8.4.3	Mempertahankan alinemen dan lawan lendut	26
8.5	Perakitan lapangan	27
8.6	Hubungan pin.....	27
8.7	Ketidacocokan.....	27
	Lampiran A (informatif) Contoh pelaksanaan konstruksi	28
	Lampiran B (informatif) Spesifikasi laburan epoksi dan agregat satu lapis	34
	Bibliografi.....	37
	Gambar 1 - Diagram alir proses pelaksanaan pelat ortotropik baja	4
	Gambar A.1 - Proses pembongkaran lantai beton dan pelat bergelombang baja.....	29
	Gambar A.2 - Proses penyiapan dudukan pelat ortotropik	30
	Gambar A.3 - Proses pemasangan ortotropik dan komponen pendukung	31
	Gambar A.4 - Hasil pemasangan pelat ortotropik baja	32
	Gambar A.5 - Pekerjaan pelaburan epoksi dan agregat satu lapis.....	32
	Gambar A.6 - Pekerjaan laston lapis aus (AC-WC) <i>levelling</i> tahap 2	33
	Tabel 1 Jari-jari penekukan dingin minimum	9
	Tabel 2 Tegangan baut minimum.....	17
	Tabel 3 Rotasi ring baut dari geometri kondisi dikencang tangan dari sisi luar dari bagian yang dibaut.....	20
	Tabel 4 Pemasangan kekencangan langsung.....	23
	Tabel A.1 Karakteristik tipikal bahan epoksi untuk pekerjaan laburan epoksi dan agregat satu lapis	34
	Tabel A.2 Karakteristik hasil analisis saringan untuk untuk pekerjaan laburan epoksi dan agregat satu lapis.....	35
	Tabel A.3 Dasar pembayaran laburan epoksi dan agregat satu lapis.....	36

Prakata

Pedoman ini memberikan ketentuan cara pelaksanaan pelat ortotropik baja segmental untuk digunakan sebagai lantai jembatan rangka baja. Ketentuan tersebut dimaksudkan untuk menjamin pelaksanaan konstruksi dapat menghasilkan bentuk struktur yang menghasilkan bentuk struktur yang memenuhi karakteristik yang diinginkan dalam perencanaan teknis pelat ortotropik baja untuk lantai jembatan rangka baja.

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 Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus tanggal 24 Oktober 2011 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Jembatan rangka baja adalah jembatan dengan jumlah sekitar 8,04 % dari seluruh stok jembatan nasional yang berjumlah 33.783 jembatan (Data IBMS 2002). Sehingga penanganan dan pemeliharaan jembatan adalah sangat penting dalam menjamin pelayanan moda transportasi jalan raya. Dengan berjalan waktu pelayanan dan ketidaksesuaian penerapan beban-beban jembatan yang terjadi dengan yang direncanakan membuat elemen jembatan terutama pelat lantai jembatan mengalami penurunan tingkat pelayanan. Penurunan tingkat pelayanan dapat terkait dengan kerusakan yang berasal dari kekuatan bahan ataupun akibat repetisi beban lalu-lintas yang melintas diatas jembatan. Untuk itu dilakukan upaya rehabilitasi dengan cara menggunakan pelat konvensional yaitu beton cor ditempat atau dengan menggunakan dek baja bergelombang yang dipasang secara permanen. Kedua sistem tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangannya terutama yang berhubungan dengan waktu dan biaya serta kesediaan sumber daya peralatan konstruksi dan manusia untuk mendapatkan mutu konstruksi yang paling optimal.

Seiring dengan perkembangan teknologi bahan konstruksi. Muncul suatu ide untuk mengembangkan jenis konstruksi yang dapat mengatasi faktor penghambat (waktu dan biaya) salah satunya dengan menggunakan pelat baja yang bersifat ortotropik secara struktur dan dibuat dalam bentuk segmen. Melalui sistem tersebut penggunaan peralatan, bekisting dapat diminimalisir dan waktu pelaksanaan dan waktu penutupan lalu-lintas dapat diperpendek ketika dilakukan penggantian lantai jembatan pada jembatan rangka baja. Dengan keunggulan konstruksi yang telah dipaparkan di atas maka diharapkan banyak pengelola jembatan yang tertarik dan berusaha untuk menerapkan di lapangan. Untuk mendukung penerapan teknologi tersebut maka pada tahun 2012 dibuatlah dua buah pedoman yang masing-masing menetapkan ketentuan teknik mengenai perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi.

Pelaksanaan pelat ortotropik baja segmental untuk lantai jembatan rangka baja

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menjelaskan aturan mengenai aturan fabrikasi, perakitan komponen, dan pemasangan struktur pelat ortotropik baja segmental dengan pengaku dalam arah memanjang sebagai lantai jembatan rangka baja. Sambungan yang digunakan oleh rangka jembatan dan lantai ortotropik baja segmental adalah sambungan baut.

Pedoman ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai pelaksanaan konstruksi struktur pelat ortotropik baja untuk para perencana, pengelola jembatan dan penyedia jasa, baik untuk diterapkan pada jembatan rangka baja baru atau yang ada di lapangan.

2 Acuan normatif

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

SNI 05-3065-1992, *Baut kepala segi enam untuk konstruksi dengan kekuatan tinggi, mempunyai ukuran lebar kunci pas besar dan panjang ulir metrik nominal - Kelas C untuk kelas 8.8 dan 10.9*

SNI 7563:2011, *Spesifikasi profil, pelat, dan batang tulangan baja struktural dari baja karbon dan baja paduan rendah kekuatan tinggi, serta pelat baja struktural paduan hasil *quen* dan *temper* untuk jembatan*

ASTM A6/A6M-11, *Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling*

ASTM A123/A123M-09, *Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products*

ASTM A153/A153M-09, *Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware*

ASTM A307 - 04, *Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength*

ASTM A325-04, *Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength*

ASTM A354 - 04, *Standard Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts, Studs, and Other Externally Threaded Fasteners*

ASTM A449 - 04a, *Standard Specification for Quenched and Tempered Steel Bolts and Studs*

ASTM A449 - 04b, *Specification for Hex Cap Screws, Bolts, and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use*

ASTM A490-04, *Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength*

ASTM A563 - 04a, *Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts*

ASTM A709/A709M-11, *Standard Specification for Structural Steel for Bridges*

ASTM B695-04 (2009), *Standard Specification for Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel*

ASTM F436 - 04, *Standard Specification for Hardened Steel Washers*

ASTM F606 - 05, *Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets*

ASTM F959 - 04, *Standard Specification for Compressible Washer Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners*

AASHTO M270MM270-11, *Standard Specification for Structural Steel for Bridges*

ANSI/ASME B18.2.1-1996, *Square, Hex, Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag Screws*

ANSI/ASME B18.2.2-1987, *Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square, Hex Flange, and Coupling Nuts*

ANSI/AASHTO/AWS D 1.5 2002, *Bridge Welding Code*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan

3.1

anil (*annealing*)

suatu proses perlakuan panas dengan ukuran butir mikrostruktur suatu bahan meningkat, menyebabkan perubahan pada sifatnya seperti kekuatan dan kekerasan

3.2

baut mutu tinggi

baut yang mempunyai tegangan tarik minimum 724 mpa

3.3

baut tipe 1

baut yang terbuat dari *medium carbon steel*

3.4

baut tipe 2

baut yang terbuat dari *low-carbon martensite steel*

3.5

baut tipe 3

baut yang terbuat dari baja tahan cuaca

3.6

galvanisasi

suatu proses penerapan lapisan seng pada baja atau besi untuk mencegah terjadinya karat

3.7

ortotropik

pelat yang mempunyai sifat struktural berlainan secara signifikan dalam dua sumbu utama

3.8

paduan (*alloy*)

sebuah kombinasi, baik itu berupa larutan atau senyawa dari dua unsur atau lebih, paling sedikitnya satu diantaranya berupa logam dan menghasilkan sifat logam

3.9

perlakuan panas (*heat treatment*)

suatu teknik yang digunakan untuk meningkatkan sifat fisik dan sifat kimia dari sebuah bahan. Teknik ini dilakukan proses pemanasan dan pendinginan, yang diterapkan pada temperatur normal sampai dengan temperatur yang ekstrim untuk mencapai hasil yang diinginkan seperti pengerasan dan pelunakan suatu bahan. Yang termasuk dalam teknik ini adalah anil, pengerasan permukaan, penguatan presipitasi, *temper* dan *quen*

3.10

quen (*quenching*)

pendinginan cepat. Dalam teknik metalurgi cara ini umumnya digunakan untuk memperkeras baja dengan menghasilkan martensit

3.11

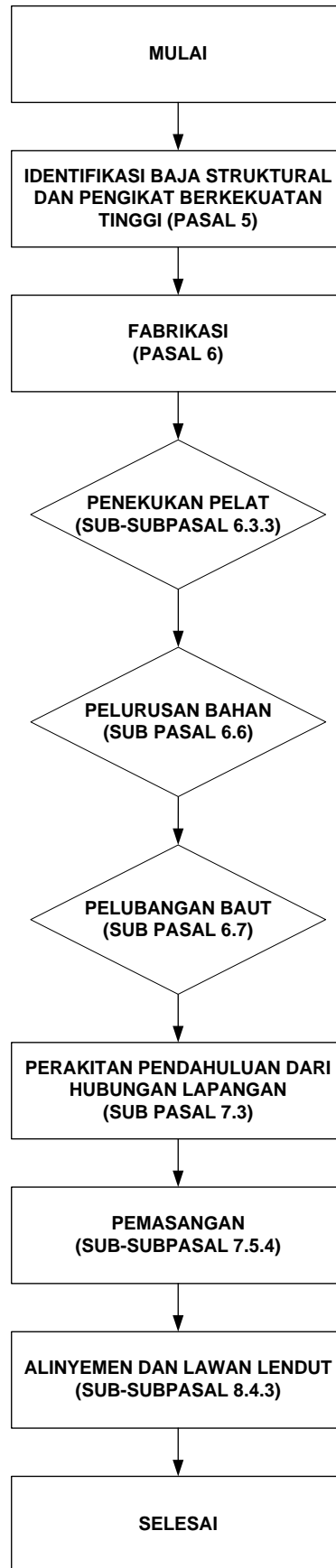
temper (*tempered*)

Suatu teknik perlakuan panas untuk logam dan paduan. Dalam pemrosesan baja, *temper* dilakukan untuk memperkeras logam dengan mentransformasi martensit menjadi bainit atau kombinasi ferit dan sementit

4 Urutan penggunaan pedoman

Urutan pelaksanaan konstruksi yang dilakukan adalah seperti yang terlihat pada Gambar 1 yaitu :

- a) Proses fabrikasi harus dilaksanakan sesuai Pasal 6 terutama Subpasal 6.3.3, Subpasal 6.6, dan Subpasal 6.7;
- b) Proses perakitan harus dilaksanakan sesuai dengan Subpasal 7 terutama Subpasal 7.3;
- c) Proses pemasangan harus dilaksanakan sesuai dengan Subpasal 7 terutama Subpasal 7.5.4.



Gambar 1 - Diagram alir proses pelaksanaan pelat ortotropik baja

Selanjutnya setelah urutan pekerjaan lainnya yang dikerjakan, secara garis besar, dapat dilihat pada Lampiran A. Spesifikasi khusus untuk untuk Pekerjaan Laburan Epoksi dan Agregat Satu Lapis dapat dilihat pada Lampiran B.

5 Bahan

5.1 Baja struktural

5.1.1 Bahan

Baja harus disediakan menurut spesifikasi seperti yang ada di bawah ini. Kelas atau kelas-kelas dari baja yang untuk disediakan harus seperti yang ditunjukkan di dalam rencana atau yang ditetapkan.

Semua baja yang digunakan sebagai komponen yang memikul beban dengan pengaruh yang signifikan yang dikenakan terhadap tegangan tarik harus sesuai dengan persyaratan Pengujian Tumbukan *Charpy V-notch* yang dapat diterapkan pada AASHTO M 270 (ASTM A 709).

Gelagar yang dilas harus memenuhi persyaratan ASTM A 709, Baja *Grade* HPS70W harus difabrikasi sesuai AASHTO *Guide Specifications for Highway Bridge Fabrication* dengan menggunakan HPS70 W Steel, yang melengkapi ANSI/AASHTO/AWS D 1.5 *Bridge Welding Code*.

5.1.2 Baja karbon

Kecuali jika ditetapkan lain, baja karbon struktural untuk konstruksi yang dibaut atau dilas harus sesuai dengan AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grade* 36.

5.1.3 Baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi

Baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi harus sesuai dengan AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grades* 50 atau 50W.

5.1.4 Pelat baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi yang di-*quen* dan di-*temper*

Pelat baja struktural paduan rendah kekuatan tinggi yang di-*quen* dan di-*temper* harus sesuai dengan AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grade* 70W atau *Grade* HPS70W.

5.1.5 Pelat baja paduan kekuatan leleh tinggi yang di-*quen* dan di-*temper*

Pelat baja paduan kekuatan leleh tinggi yang di-*quen* dan di-*temper* harus memenuhi ketentuan:

- a) AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grades* 100 or 100W.
- b) Bentuk struktural baja paduan dan pipa mekanikal mulus yang di-*quen* dan di-*temper* memenuhi semua persyaratan mekanik dan kimia dari AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grades* 100 or 100W steel, kecuali kekuatan tarik maksimum yang ditetapkan mungkin sekitar 965,27 MPa untuk bentuk struktural dan 999,74 MPa untuk pipa mekanis mulus harus dipertimbangkan seperti baja AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grades* 100 dan 100W.

5.2 Baut kekuatan tinggi

5.2.1 Bahan

Baut kekuatan tinggi untuk sambungan baja struktural harus sesuai baik dengan AASHTO M 164 (ASTM A 325) atau AASHTO M 253 (ASTM A 490). Ketika baut kekuatan tinggi digunakan dengan kelas pelapukan bahan yang tidak dicat dari baja, baut harus merupakan Tipe 3.

Pemasok harus menyediakan satu nomor lot yang muncul pada paket pengiriman dan sertifikasi yang mencatat jadwal dan tempat semua pengujian dilakukan, termasuk tes kapasitas rotasi, dan ketebalan galvanis seng ketika baut dan mur digunakan.

Kekerasan maksimum untuk baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) dengan diameter 25,4 mm atau kurang harus merupakan 33 HRC.

Tes pembuktian beban (ASTM F 606 Method 1) diperlukan untuk baut. Pengujian baji baut dari baut berukuran penuh diperlukan sesuai dengan Section 8.3 dari AASHTO M 164. Baut yang digalvanis harus diuji baji setelah galvanisasi. Tes sesuai AASHTO M 291 diperlukan untuk mur. Tes pembuktian beban untuk mur untuk digunakan dengan baut yang digalvanis harus dilakukan setelah penggalvanisan, penekanan lebih dan pelumasan.

Kecuali seperti dicatat di bawah ini, mur untuk baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) harus sesuai dengan AASHTO M 291 (ASTM A 563) *Grades* DH, DH3, C, C3, and D. Mur untuk baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) harus sesuai dengan persyaratan AASHTO M 291 (ASTM A 563) *Grade* DH dan DH3.

- a) Mur untuk digalvanis (yang digalvanis dengan diredam panas atau secara mekanis) harus di *heat treated Grade* DH or DH3.
- b) Mur polos (=tidak digalvanis) harus mempunyai kekerasan minimum 89 HRB.
- c) Mur untuk digunakan dengan baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) Type 3 harus merupakan dari *Grade* C3 atau DH3. Mur untuk digunakan dengan baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) harus merupakan dari *Grade* DH3.

Semua mur yang digalvanisir harus dilumasi dengan suatu pelumas yang berisi suatu bahan bahan celup yang kasat mata. Baut hitam harus berminyak untuk bersentuhan ketika dikirimkan dan dipasang.

Ring baut harus merupakan ring baut baja yang diperkeras yang memenuhi persyaratan dari AASHTO M 293 (ASTM F 436) dan Subpasal 7.5.4.

5.2.2 Ciri penanda

AASHTO M 164 (ASTM A 325) untuk baut dan spesifikasi yang dirujuk untuk mur mensyaratkan bahwa baut dan mur yang dimanufaktur dengan spesifikasi diidentifikasi dengan ciri khusus pada bagian atas kepala baut dan pada satu sisi mur. Pencirian kepala baut harus menandakan kelas dengan simbol "A 325" manufaktur dan tipe, jika tipe 2 atau 3. Pencirian mur harus menandakan kelas, manufaktur dan jika Tipe 3, tipenya. Pencirian indikator pengecangan langsung harus menandakan manufaktur dan Tipe "325". Pencirian ring lainnya harus menandakan manufaktur dan jika Tipe 3, tipenya.

AASHTO M 253 (ASTM A 490) untuk baut dan spesifikasi yang dirujuk untuk mur memerlukan bahwa baut dan mur yang dimanufaktur dengan spesifikasi diidentifikasi dengan ciri khusus pada bagian atas kepala baut dan pada satu sisi mur. Pencirian kepala baut harus menandakan menandakan kelas dengan simbol "A 490," manufaktur dan tipe, jika tipe 2 atau 3. Pencirian mur harus menandakan kelas, manufaktur dan jika Tipe 3, tipenya. Pencirian indikator tegangan langsung harus menandakan manufaktur dan Tipe "490". Pencirian ring lainnya harus menandakan manufaktur dan jika Tipe 3, tipenya.

5.2.3 Dimensi

Dimensi baut dan mur harus memenuhi persyaratan masing-masing untuk *Heavy Hexagon Structural Bolts* dan untuk *Heavy Semi-Finished Hexagon Nuts* yang diberikan oleh ANSI Standard B18.2.1 dan B18.2.2.

5.2.4 Baut kekuatan tinggi yang digalvanis

Ketika baut digalvanis, baut harus ditetapkan untuk menjadi galvanis diredam panas sesuai dengan *AASHTO M 232 (ASTM A 153) Class C* atau, dengan digalvanis secara mekanis sesuai dengan *AASHTO M 298 (ASTM B 695) Class 50*. Baut yang digalvanis memenuhi *AASHTO M 164 (ASTM A 325) Type 1* atau *Type 2* kecuali bahwa baut Tipe 2 hanya merupakan digalvanis mekanis. Baut yang digalvanis harus diuji pengencangan setelah penggalvanisan. Ring baut, mur dan baut dari setiap perakitan harus digalvanis oleh proses yang sama. Mur itu harus ditekan lebih untuk sejumlah minimum yang diperlukan untuk perakitan baut, dan harus dilumasi dengan suatu pelumas yang berisi suatu bahan celup yang kasat mata sehingga pemeriksaan visual dapat dibuat untuk pelumas pada waktu pemasangan lapangan. Baut *AASHTO M 253 (ASTM A 490)* tidak boleh digalvanis.

5.2.5 Perangkat penunjuk beban

Perangkat penunjuk beban dapat digunakan dalam rangkaian dengan baut, mur, dan ring yang ditetapkan dalam Subpasal 5.2.1. Perangkat penunjuk beban harus memenuhi persyaratan *ASTM Specification for Compressible-Washer Type Direct Tension Indicators For Use with Structural Fasteners*, ASTM F 959, kecuali sebagaimana diatur dalam paragraf berikut.

Berdasarkan persetujuan Direksi Pekerjaan, perangkat yang menunjukkan kekencangan langsung pengganti dapat digunakan asalkan mereka memenuhi persyaratan Subpasal 7.5.4 atau persyaratan detail lain dalam spesifikasi yang disediakan oleh manufaktur dan bergantung atas persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

5.3 Galvanisasi

Ketika galvanisasi ditampilkan pada rencana atau ditetapkan dalam ketentuan khusus, produk logam besi, selain baut dan perangkat keras, harus digalvanis sesuai dengan *Specifications for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed, and Forged Steel Shape Plates, Bars, and Strip*, *AASHTO M 111 (ASTM A 123)*. Item baut dan perangkat keras harus digalvanis sesuai dengan *Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware*, *AASHTO M 232 (ASTM A 153)*, kecuali seperti yang tercantum dalam Subpasal 5.2.4 untuk baut kekuatan tinggi.

6 Fabrikasi

6.1 Penandaan baja selama fabrikasi

Sistem penyedia jasa mengenai pencirian perakitan, dan penerbitan instruksi pemotongan ke pabrik (umumnya dengan referensi silang dari ciri perakitan yang ditunjukkan pada gambar kerja dengan item yang sesuai tercakup di pesanan pembelian hasil pengecoran baja) harus sedemikian rupa untuk mempertahankan identitas potongan asli. Penyedia jasa dapat menyediakannya dari persediaan, bahan yang dapat diidentifikasi dengan nomor *heat* dan laporan pengujian hasil pengecoran.

Selama fabrikasi, sampai dengan titik perakitan elemen, masing-masing potongan baja, selain baja *Grade 36*, harus terlihat dengan jelas dan terbaca spesifikasinya.

Setiap bagian dari baja, selain baja *Grade 36*, yang mana sebelum perakitan menjadi bagian, akan dikenakan operasi fabrikasi seperti pembersihan dengan semprotan, galvanisasi, pemanasan untuk pembentukan, atau pengecatan yang mungkin menghilangkan ciri, harus diberi ciri untuk kelas baja dengan cap dengan penekanan baja atau dengan label substansial yang dicantelkan dengan kuat. Cap dengan penekanan baja harus merupakan tipe tegangan rendah.

Atas permintaan, oleh Direksi Pekerjaan, penyedia jasa harus menyediakan suatu sertifikasi pernyataan tertulis yang sah bahwa sepanjang operasi fabrikasi penandaan baja telah dipelihara sesuai dengan spesifikasi ini.

6.2 Penyimpanan bahan

Bahan struktural, baik polos atau yang difabrikasi, harus disimpan di atas tanah pada penyangga yang dapat digerakkan, atau sokongan lain. Bahan ini harus dijaga agar bebas dari kotoran, minyak, dan benda asing lainnya, dan harus dilindungi sepraktis mungkin dari korosi. Lihat Subpasal 7.5.4 untuk penyimpanan baut kekuatan tinggi.

6.3 Pelat

6.3.1 Arah penggulangan

Kecuali jika disyaratkan lain pada rencana, pelat baja untuk bagian utama dan pelat penyambung untuk flens dan bagian yang terkena gaya tarik yang signifikan, bukan bagian sekunder, harus dipotong dan difabrikasi sehingga arah utama dari penggulangan paralel dengan arah tarik utama dan/atau tegangan tekan.

6.3.2 Ujung pemotongan pelat

6.3.2.1 Pengetaman ujung

Pemotongan tepi dari pelat dengan ketebalan lebih dari 15,875 mm dan memikul tegangan yang dihitung harus diketam, digiling, di-*ground*, atau dipotong dengan panas sampai dengan kedalaman 3,175 mm.

6.3.2.2 Pemotongan dengan oksige

Pemotongan dengan oksigen dari baja struktural harus memenuhi persyaratan dari ANSI/AASHTO/AWS D1.5 *Bridge Welding Code* yang mutakhir.

6.3.2.3 Pemeriksaan visual dan perbaikan dari ujung pemotongan pelat

Pemeriksaan visual dan perbaikan dari ujung pemotongan pelat tepi harus sesuai dengan ANSI / AASHTO / AWS D1.5 *Bridge Welding Code* yang mutakhir.

6.3.3 Pelat yang ditekuk

6.3.3.1 Umum

Penekukan dingin dari baja dan bagian yang kritis terhadap fraktur dilarang. Melakukan penekukan dingin dari baja atau bagian lain sesuai dengan ANSI/ AASHTO/AWS D1.5 *Bridge Welding Code* dan Tabel 1, dan dengan cara sedemikian rupa sehingga tidak terjadi retak

Tabel 1 Jari-jari penekukan dingin minimum

Ketebalan dalam mm (<i>t</i>) sesuai ketentuan ASTM A 709/ AASHTO M 270	Sampai dengan 19.05 mm	Di atas 19,05 mm sampai dengan / sama dengan 25,4 mm	Di atas 25,4 mm sampai dengan / sama dengan 50,8 mm	Di atas 50,8 mm
Untuk kelas				
36	1,5 <i>t</i>	1,5 <i>t</i>	1,5 <i>t</i>	2,0 <i>t</i>
50	1,5 <i>t</i>	1,5 <i>t</i>	2,0 <i>t</i>	2,5 <i>t</i>
50W	1,5 <i>t</i>	1,5 <i>t</i>	2,0 <i>t</i>	2,5 <i>t</i>
HPS 70W	1,5 <i>t</i>	1,5 <i>t</i>	2,5 <i>t</i>	3,0 <i>t</i>
100	1,75 <i>t</i>	2,25 <i>t</i>	4,5 <i>t</i>	5,5 <i>t</i>
100W	1,75 <i>t</i>	2,25 <i>t</i>	4,5 <i>t</i>	5,5 <i>t</i>

6.3.3.2 Penekukan dingin

Untuk menekuk pelat, jari-jari tekukan dan jari-jari penekuk dalam harus semaju mungkin sampai bagian yang terselesaikan akan dimungkinkan. Lebar sepanjang bahu penekuk luar harus minimal 8 kali ketebalan pelat baja *Grade* 36. Baja kekuatan tinggi membutuhkan bukaan penekuk yang lebih besar. Permukaan penekuk di daerah radius harus halus.

Permukaan cekung dari pelat yang ditebuk harus masuk dengan pas terhadap permukaan lain, Bagian penekuk dalam harus cukup tebal dan memiliki jari-jari yang tepat untuk memastikan bahwa pelat yang ditebuk memiliki permukaan cekung yang dipersyaratkan.

Ketika retakan pada penekukan dingin umumnya berasal dari tepi luar, tonjolan bekas modifikasi dan tepi pemotongan dengan gas harus dihilangkan dengan penggerindaan. Sudut tajam di tepi dan pelubangan dengan tekanan atau lubang hasil pemotongan dengan gas harus dihilangkan dengan pembuat sudut yang menyatukan dua sisi atau penggerinda yang membuat jari-jari.

Kecuali jika disetujui lain, jari-jari tekukan minimum untuk penekukan dingin (pada suhu ruang), diukur ke sisi cekung dari pelat, diberikan pada Tabel 1. Jika jari-jari lebih kecil diperlukan, pemanasan mungkin diperlukan untuk menjadi bagian dari prosedur penekukan. Sediakan prosedur pemanasan untuk ditinjau oleh Direksi Pekerjaan. Untuk kelas yang tidak termasuk dalam Tabel 1, ikuti rekomendasi jari-jari tekukan minimum dari produser pelat.

Jika memungkinkan, orientasikan garis tekukan tegak lurus terhadap arah penggulangan akhir pelat. Jika garis tekukan sejajar dengan arah penggulangan akhir, kalikan jari-jari minimum yang disarankan dalam Tabel 1 dengan 1,5.

6.3.3.3 Penekukan panas

Jika jari-jari lebih pendek dari nilai minimum yang ditetapkan untuk penekukan dingin adalah penting, pelat harus ditebuk panas pada suhu yang tidak lebih besar dari 650 °C, kecuali untuk *Grades* 70 W, 100 dan 100 W. Jika pelat baja *Grades* 100 dan 100 W yang akan ditebuk dipanaskan sampai suhu lebih besar dari 594 °C, atau pelat *Grade* 70W untuk ditebuk yang dipanaskan sampai suhu lebih besar dari 565 °C, pelat harus kembali di-*quen* kembali dan di-*temper* sesuai dengan praktek pemrosesan logam dan diuji untuk memverifikasi pemulihan sifat tertentu, seperti yang diarahkan oleh Direksi Pekerjaan. Baja *Grade* HPS70W yang untuk ditebuk tidak boleh dipanaskan sampai suhu lebih dari 594 °C. Peng-*quen*-an kembali dan pen-*temper*-an tidak diperlukan untuk baja *Grade* HPS70W yang dipanaskan sampai batas ini.

6.4 Penyesuaian pengaku

Pengaku perletakan ujung untuk gelagar dan pengaku yang dimaksudkan sebagai dukungan untuk beban terkonsentrasi memiliki tumpuan penuh (baik diproses, *di-ground* atau, pada kemudahan mengelas baja di daerah yang tertekan pada flens, di las seperti yang ditunjukkan pada rencana atau yang ditetapkan) pada flens untuk dengan mana pengaku meneruskan beban atau dengan mana pengaku menerima beban. Pengaku tengah tidak dimaksudkan untuk mendukung beban terkonsentrasi, kecuali diperlihatkan atau ditentukan lain, harus memiliki pengepasan yang kuat terhadap flens yang tertekan.

6.5 Sambungan yang berbatasan

Sambungan yang berbatasan pada bagian yang tertekan dari rangka dan kolom harus digiling atau dipotong dengan gergaji untuk memberikan sambungan dengan bentuk yang tepat dan tumpuan yang seragam. Pada sambungan lain, yang tidak perlu untuk dilengkapi penutup, bukaan tidak boleh melebihi 9,525 mm.

6.6 Pelurusan bahan

Pelurusan pelat, siku, bentuk lainnya, dan bagian yang dibangun, ketika diijinkan oleh Direksi Pekerjaan, harus dilakukan dengan metode yang tidak akan menghasilkan fraktur atau kerusakan lainnya pada logam. bagian yang terdistorsi harus diluruskan dengan cara mekanis atau, jika disetujui oleh Direksi Pekerjaan, dengan prosedur terencana yang hati-hati dan penerapannya diawasi dari sejumlah batas dari *heat* yang terlokalisasi, kecuali bahwa pelurusan dengan pemanasan dari bagian baja AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grade 70W*, *HPS70W*, 100 dan elemen 100W harus dilakukan hanya di bawah prosedur terkontrol dengan ketat, setiap aplikasi yang bergantung atas persetujuan dari Direksi Pekerjaan. Jika tidak kasus di bawah ini, maka :

- a) Untuk *Grade 70W*, suhu maksimum harus melebihi nilai 565°C.
- b) Untuk *Grade HPS70W*, suhu maksimum harus melebihi nilai 594 °C.
- c) Untuk *Grade 100* atau *Grade100W* suhu maksimum harus melebihi nilai 594 °C.

Untuk semua baja lainnya, suhu dari daerah yang dipanaskan tidak boleh melebihi 650°C seperti yang dikontrol oleh suhu yang ditunjukkan oleh gambar yang dibuat oleh batang penggambar, cairan, atau termometer bimetal. Pemanasan melebihi batas yang ditampilkan harus merupakan penyebab untuk penolakan, kecuali Direksi Pekerjaan memperkenankan pengujian untuk memverifikasi keutuhan bahan.

Bagian yang untuk dluruskan dengan pemanasan harus bebas secara substansial dari tegangan dan dari gaya eksternal, kecuali tegangan yang dihasilkan dari cara mekanis yang digunakan dalam rangkaian dengan penerapan pemanasan.

Bukti dari fraktur yang mengikuti pelurusan dari sebuah penekukan atau pelengkungan akan menjadi penyebab untuk penolakan dari bagian yang rusak.

6.7 Lubang baut

6.7.1 Lubang untuk baut kekuatan tinggi dan baut yang belum diselesaikan

6.7.1.1 Umum

Semua lubang untuk baut harus dilubangi dengan tekanan ataupun dibor kecuali sebagaimana dicatat di sini. Pembentukan bahan dari bagian yang dikomposisi dari salah satu tidak lebih dari lima ketebalan logam dapat dilubangi dengan tekanan lebih besar 1,587

mm dari diameter nominal baut kapanpun ketebalan bahan tersebut tidak lebih besar dari 19,05 mm untuk baja struktural, 15,875 mm untuk baja kekuatan tinggi atau 12,7 mm untuk baja paduan yang di-*quen* dan di-*temper*, kecuali pelubangan dengan tekanan kecil dan pelebaran diperlukan berdasarkan Subpasal 6.7.4.

Ketika bahan lebih tebal dari 19,05 mm untuk baja struktural, 15,875 mm untuk baja kekuatan tinggi, atau 12,7 mm untuk baja paduan yang di-*quen* dan di-*temper*, semua lubang harus baik dibor kecil dan dilebarkan atau dibor ukuran penuh. Juga, ketika lebih dari lima ketebalan digabungkan, atau seperti yang dipersyaratkan oleh Subpasal 6.7.4, bahan harus dibor kecil dan dilebarkan atau dibor ukuran penuh ketika dalam perakitan.

Bila diperlukan, semua lubang harus baik dilubangi dengan tekanan kecil atau dibor kecil (dibor kecil jika batas ketebalan menentukan) lebih kecil 4,7625 mm dan, setelah perakitan, dilebarkan 1,5875 mm lebih besar atau dibor ukuran penuh untuk lebih besar 1,5875 mm dari diameter nominal baut.

Ketika ditampilkan pada rencana, lubang pembesaran atau lubang *slotted* diperbolehkan menggunakan baut kekuatan tinggi.

6.7.1.2 Lubang yang dibuat dengan tekanan

Diameter alat penekan tidak boleh melebihi diameter dari pelubang dengan tekanan sebesar lebih besar dari 1,5875 mm. Jika ada lubang harus diperbesar untuk memasukkan baut, lubang seperti itu harus diperlebar. Lubang harus dipotong bersih tanpa ujung yang bergerigi ataupun yang kasar. Lubang yang sedikit kerucut yang secara alami merupakan hasil dari operasi pelubangan dengan tekanan dianggap dapat diterima.

6.7.1.3 Lubang yang diperlebar atau dibor

Pelebaran atau pengeboran lubang harus berbentuk silinder, tegak lurus dengan Bagian, dan harus memenuhi persyaratan Subpasal 6.7.1 tentang ukuran. Untuk praktisnya, pelebaran harus diarahkan dengan cara mekanis. Tepi yang kasar pada permukaan luar harus dihilangkan. Pelebaran dan pengeboran harus dilakukan dengan bor yang berputar, alat untuk melebarkan lubang yang berputar atau pemotong dengan alur. Bagian penyambungan yang dibutuhkan untuk lubang pelebaran atau lubang pengeboran harus dirakit dan dipegang dengan aman ketika lubang diperlebar atau dibor dan harus sesuai dicirikan sebelum pelepasan Bagian tersebut.

6.7.1.4 Akurasi dari lubang

Lubang yang tidak lebih dari 0,793 75 mm lebih besar dalam diameter ekuivalen desimal yang sebenarnya dari diameter nominal yang mungkin diakibatkan oleh sebuah bor atau alat untuk membesarkan lubang dari diameter nominal dianggap dapat diterima. Lebar lubang *slotted* yang dihasilkan dari pemotong dengan api atau kombinasi pengeboran atau pelubangan dengan tekanan dan pemotongan harus secara umum tidak lebih dari 0,793 75 mm lebih besar dari lebar nominal. Permukaan akibat pemotongan dengan api harus didatarkan dengan halus.

6.7.2 Akurasi dari grup lubang

6.7.2.1 Akurasi sebelum pelebaran

Semua lubang yang dilubangi dengan tekanan secara penuh, dilubangi kecil dengan tekanan, atau dibor kecil harus begitu akurat dilubangi dengan tekanan setelah perakitan (sebelum pelebaran apapun dilakukan) pin silinder dengan diameter lebih kecil 3,175 mm dari ukuran nominal lubang yang dilubangi dengan tekanan mungkin dimasukkan tegak lurus

sisi bagian, tanpa penyimpangan, dalam setidaknya 75% dari lubang berdekatan di bidang yang sama. Jika persyaratan tidak terpenuhi, potongan dari pelubangan dengan tekanan yang buruk akan ditolak. Jika lubang apapun tidak akan melewati pin dengan diameter lebih kecil 4,762 5mm dari ukuran nominal lubang yang dilubangi dengan tekanan, maka hal tersebut akan menjadi sebab untuk penolakan.

6.7.2.2 Akurasi setelah pelebaran

Ketika lubang dilebarkan atau dibor, 85% dari lubang-lubang dalam setiap kelompok yang berdekatan harus, setelah pelebaran atau pengeboran, tidak menunjukkan pergeseran lebih besar dari 9,525 mm antara ketebalan logam yang berdekatan.

Semuapola pengeboran baja harus memiliki ring baja yang diperkeras pada lubang yang dibuat dimensinya secara akurat dari garis tengah hubungan yang dipahatkan dalam pola. Garis pusat harus digunakan dalam penentuan lokasi pola secara akurat dari ujung hasil pemrosesan atau ujung dari garis yang ditandai dari Bagian pelat.

6.7.3 Hubungan lapangan yang dibor yang dikendalikan secara numerik

Sebagai pengganti dari lubang ukuran kecil dan pelebaran selama dirakit, atau lubang pengeboran ukuran penuh selama dirakit, penyedia jasa wajib memiliki pilihan untuk membuat lubang bor atau melubangi dengan tekanan lubang baut ukuran penuh dalam potongan yang belum dirakit dan/atau hubungan termasuk pola untuk digunakan dengan lubang ukuran kecil dan lubang yang dilebarkan, dengan menggunakan peralatan yang sesuai yang mengontrol secara numerik (N/C) pengeboran atau pelubangan dengan tekanan. Lubang yang dilubangi dengan tekanan ukuran penuh harus memenuhi persyaratan Subpasal 6.7.1.

Jika peralatan N/C untuk pengeboran atau pelubangan dengan tekanan digunakan, penyedia jasa, dengan cara perakitan pemeriksaan, akan dipersyaratkan untuk menunjukkan ketepatan dari prosedur pengeboran atau pelubangan dengan tekanan sesuai dengan ketentuan Subpasal 7.3.3.

Lubang yang dibor atau dilubangi dengan tekanan dengan peralatan N/C harus dibor atau dilubangi dengan tekanan untuk mencapai ukuran yang sesuai baik melalui potongan individual, atau dibor melalui kombinasi dari potongan yang dipegang erat.

6.7.4 Persiapan sambungan dilapangan

Lubang pada semua hubungan dan sambungan lapangan dari bagian utama rangka, balok pelengkung, gelagar bentang menerus, kolom sementara, menara (masing-masing sisi), gelagar pelat, dan rangka kaku harus dibor kecil atau dilubangi dengan tekanan kecil dan sesudah dilebarkan sewaktu perakitan dan pemboran ukuran penuh atau melalui suatu pola baja selagi dirakit. Lubang untuk sambungan lapangan dari gelagar memanjang dari balok yang dirol menerus di atas gelagar melintang atau rangka ruang dapat dibor ukuran penuh tidak dirakit untuk pola pelat baja, kecuali bahwa semua lubang hubungan akhir lapangan untuk gelagar melintang dan gelagar memanjang harus dilubangi dengan tekanan ukuran kecil dan diperlebar ketika dirakit atau dibor ukuran penuh pada pola baja. Pelebaran atau pengeboran ukuran penuh dari lubang hubungan lapangan melewati pola baja harus dikerjakan sesudah pola telah diposisikan dengan perhatian lebih untuk posisi dan siku dan dengan kokoh dibaut pada bagian harus secara eksak diduplikasi. Pola yang digunakan untuk hubungan pada bentuk seperti bagian harus diposisikan secara akurat sehingga bagian diduplikasi dan tidak diperlukan penandaan pencocokan.

Untuk setiap hubungan, sebagai pengganti pelubangan dengan tekanan kecil dan pengeboran kecil dan pelebaran, fabrikator itu boleh, pada opsinya, membor lubang ukuran penuh untuk semua ketebalan atau bahan yang dirakit dalam posisi yang tepat.

6.8 Annealing dan pembebasan tegangan

Anggota struktur yang ditandai di dalam kontrak untuk di-*anneal* atau dinormalisasi harus diselesaikan dengan menggunakan mesin, pemboran, dan pelurusan yang dilakukan setelah perawatan panas. Suhu harus dipertahankan secara seragam sepanjang tanur selama pemanasan dan pendinginan sehingga tidak ada suhu pada dua titik pada bagian akan berbeda lebih dari 37,8°C pada satu waktu.

Bagian dari baja AASHTO M 270 (ASTM A 709) *Grades* 100/100W atau *Grade* 70W tidak boleh di-*anneal* atau dinormalisasi dan harus dibebaskan tegangan hanya dengan persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

Suatu catatan dari setiap beban tanur harus menandakan potongan di dalam beban dan menunjukkan suhu dan jadwal yang secara aktual digunakan. Instrumen yang tepat, termasuk pirometer pencatat, harus disediakan untuk menentukan pada setiap waktu suhu bagian di dalam tanur. Catatan dari operasi perawatan harus tersedia untuk dan memenuhi persetujuan dari Direksi Pekerjaan. Suhu penahanan untuk penghilangan tegangan dari *Grades* HPS70W dan 100/100W tidak boleh melebihi 594°C dan untuk *Grade* 70W tidak boleh melebihi 565°C.

Bagian, seperti sepatu jembatan, kaki tiang, atau bagian lain yang dibangun di pabrik dengan bagian pengelasan dari pelat bersama-sama harus dibebaskan tegangan sesuai dengan prosedur *Section 4.4* dari *ANSI/AASHTO/AWS D 1.5 Bridge Welding Code* yang mutakhir, ketika yang diperlukan dengan rencana, spesifikasi, atau ketentuan khusus yang mempengaruhi kontrak.

6.9 Struktur pelat ortotropik

6.9.1 Umum

Batas toleransi dimensi untuk bagian jembatan pelat ortotropik harus diterapkan pada setiap Bagian yang lengkap tapi tidak dibebani dan harus seperti yang ditetapkan pada *Article 3.5* dari *ANSI/AASHTO/AWS D 1.5 Bridge Welding Code* yang mutakhir kecuali seperti berikut ini. Deviasi dari kerataan detail, kelurusan, atau kelengkungan pada setiap titik harus merupakan jarak dari tersebut ke ujung pola yang mendetailkan kelurusan atau kelengkungan dan yang mana merupakan dalam kontak dengan elemen dari dua titik yang lain. Definisi elemen seperti yang digunakan di sini merujuk ke panel, pengaku, flens individual atau bentuk-bentuk lain. Tepi pola dapat mempunyai setiap panjang tidak melebihi dimensi terbesar dari elemen yang sedang dikerjakan dan, untuk setiap panel, tidak melebihi 1,5 kali dimensi yang paling kecil dari panel; mungkin saja ditempatkan di mana pun di dalam batas-batas dari elemen. Deviasi harus diukur antara titik yang berdekatan dari kontak dari tepi pola dengan elemen; jarak antara titik yang berdekatan dari kontak harus digunakan dalam rumusan itu untuk menentukan batas toleransi untuk segmen yang sedang diukur kapan pun jarak ini kurang dari dimensi yang dapat diterapkan dari elemen yang ditetapkan untuk rumusan itu.

6.9.2 Kerataan dari panel

- a) Istilah "panel" yang digunakan dalam bagian ini berarti suatu daerah yang bersih dari permukaan pelat baja yang dibatasi oleh pengaku, web, flens, atau tepi pelat dan bukan yang dibagi lagi lebih lanjut oleh setiap elemen seperti itu. Ketentuan dari bagian ini berlaku bagi semua panel di dalam jembatan; untuk pelat yang diperkaku pada hanya satu sisi seperti pelat lantai ortotropik atau flens dari gelagar boks, hal ini termasuk lebar bersih total pada sisi tanpa pengaku seperti juga panel antara pengaku pada sisi dengan pengaku-pengaku.

- b) Deviasi maksimum dari kerataan atau kelengkungan detail dari suatu panel tidak boleh lebih besar dari

$$4,763 \text{ mm atau } 0,035 \frac{D}{\sqrt{T}} \quad (1)$$

Keterangan:

D adalah dimensi paling sedikit sepanjang batas panel dalam mm

T adalah ketebalan minimum dari pelat yang berisi panel dalam mm

6.9.3 Kelurusan dari pengaku longitudinal yang bergantung atas tegangan tekan yang diperhitungkan, termasuk pengaku rantai ortotropik

Deviasi maksimum dari kelurusan atau kelengkungan detail di dalam setiap arah tegak-lurus dengan panjangnya dari suatu pengaku badan longitudinal atau pengaku lain yang bergantung pada tegangan tekan yang diperhitungkan tidak boleh melebihi $L/480$, L = panjang pengaku antara bagian penampang, badan atau flens dalam mm.

6.9.4 Kelurusan dari pengaku badan transversal dan pengaku lain yang tidak bergantung dengan tegangan tekan yang diperhitungkan

Deviasi maksimum dari kelurusan atau kelengkungan detail di dalam setiap arah tegak-lurus pada panjangnya dari suatu pengaku badan transversal atau pengaku lain yang tidak bergantung dengan tegangan tekan yang diperhitungkan tidak melebihi $L/240$, L = panjang pengaku antara bagian penampang, badan atau flens dalam mm.

6.10 Pencirian dan pengapalan

Setiap bagian harus dicat atau diberi ciri dengan ciri pemasangan untuk penandaan dan diagram pemasangan yang memperlihatkan ciri ini yang harus disediakan oleh Direksi Pekerjaan.

Penyedia jasa harus menyediakan kepada Direksi Pekerjaan salinan dari pemesanan bahan, pernyataan pengapalan, dan diagram pemasangan sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan. Berat dari bagian individual harus diperlihatkan dalam pernyataan tersebut. Berat bagian lebih dari 3 ton harus mempunyai tanda pada bagian tersebut. Bagian struktural harus dimuat pada truk atau mobil dengan cara sedemikian rupa sehingga bagian tersebut dapat diangkut dan diturunkan pada lokasi pengiriman tanpa menyebabkan tegangan, deformasi yang berlebihan atau kerusakan lainnya.

Baut, mur, ring baut (sebagaimana yang diperlukan) dari setiap lot kapasitas rotasi harus dikapalkan dalam kontainer yang sama. Hanya Jika terdapat satu nomor lot produksi untuk setiap ukuran dari mur dan ring baut, mur dan ring baut tersebut harus dikapalkan dalam kontainer yang terpisah. Pin, bagian kecil dan paket baut, ring baut, dan mur harus dikapalkan dalam boks, peti kayu, tong, tetapi berat kotor dari setiap paker tidak boleh melebihi 136,077 kg. Sebuah daftar dan gambaran dari bahan yang diisikan harus dicirikan dengan sederhana pada bagian luar setiap kontainer pengapalan.

7 Perakitan

7.1 Pekerjaan baut

Permukaan dari logam di dalam kontak harus dibersihkan sebelum perakitan. Bagian harus dirakit, di-pin dengan baik, dan dengan kuat digeser sebelum pengeboran, pelebaran lubang, atau pekerjaan baut dimulai. Bagian yang dirakit harus diambil terpisah, jika perlu, untuk

penghilangan potongan kecil di bagian tepi yang dihasilkan oleh proses fabrikasi. Bagian harus bebas dari puntiran, tekukan, dan deformasi lain.

Pergeseran dilaksanakan selama perakitan harus hanya seperti untuk membawa bagian ke dalam posisi dan tidak cukup untuk memperbesar lubang atau membolak-balikkan logam tersebut.

7.2 Hubungan yang dilas

Permukaan dan tepi yang untuk dilas harus rata, seragam, bersih dan bebas dari cacat yang akan mempengaruhi kualitas las. Persiapan ujung logam harus dilaksanakan sesuai dengan *ANSI/AASHTO/AWS D 1.5 Bridge Welding Code* yang mutakhir.

7.3 Perakitan pendahuluan dari hubungan lapangan

7.3.1 Umum

Hubungan lapangan dari bagian utama rangka, balok pelengkung, gelagar menerus, gelagar pelat, kolom sementara, rangka ruang kaku harus dirakit pendahuluan sebelum pemasangan sebagaimana diperlukan untuk membuktikan geometri dari struktur atau unit yang diselesaikan dan untuk membuktikan atau mempersiapkan sambungan lapangan. Pencapaian geometri secara akurat adalah tanggung jawab Penyedia jasa yang harus mengusulkan satu metoda perakitan pendahuluan yang sesuai untuk persetujuan oleh Direksi Pekerjaan. Metoda dan perakitan pendahuluan harus konsisten dengan prosedur pemasangan yang ditunjukkan pada rencana pemasangan dan diagram lawan lendut yang disiapkan oleh Penyedia jasa dan yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Sebagai suatu yang minimum, prosedur perakitan pendahuluan harus terdiri atas perakitan tiga panel yang berdekatan yang dengan teliti disesuaikan untuk garis dan lawan lendur. Perakitan yang berturutan harus terdiri atas paling sedikit satu Bagian atau panel dari perakitan sebelumnya (yang diposisikan kembali jika perlu dan cukup dipin untuk meyakinkan alinemen yang akurat) ditambah dua atau lebih Bagian atau panel yang ditambahkan pada ujung muka. Di dalam kasus dari struktur yang lebih panjang dari 45,72 m, masing-masing perakitan harus tidak boleh kurang dari 45,72 m dengan mengabaikan panjang panel atau bagian menerus individu. Pada opsi fabrikator, urutan perakitan dapat mulai dari setiap lokasi pada struktur dan dilanjutkan pada satu atau dua arah sepanjang persyaratan terdahulu dipenuhi.

7.3.2 Hubungan yang dibaut

Untuk lubang hubungan yang dibaut harus disiapkan seperti yang diuraikan pada Subpasal 6.7. Komponen dapat diterapkan, komponen utama harus dirakit dengan ujung yang digiling dari bagian yang ditekan dalam tumpuan penuh dan kemudian harus mempunyai lubang *subsize* yang dilebarkan sampai ukuran yang ditetapkan ketika hubungan itu dirakit.

7.3.3 Perakitan pemeriksaan dari pengeboran yang dikendalikan secara numerik

Ketika penyedia jasa memilih untuk menggunakan pengeboran yang dikendalikan secara numerik, suatu perakitan pemeriksaan harus diperlukan untuk setiap tipe struktural utama dari setiap proyek, kecuali jika ditunjukkan lain pada rencana atau di dalam ketentuan khusus, dan harus terdiri atas sedikitnya tiga bagian fabrikasi yang berdekatan atau, di suatu rangka, semua bagian pada paling sedikit tiga panel yang berdekatan tetapi tidak kurang dari jumlah panel yang berhubungan dengan tiga panjang batang yang berdekatan (yaitu panjang antara sambungan lapangan). Pemasangan pemeriksaan harus didasarkan pada pemesanan yang diusulkan dari pemasangan, sambungan pada perletakan, titik-titik

kompleks khusus, dan pertimbangan yang serupa. Titik khusus dapat berupa portal dari rangka yang miring dalam tampak atas, sebagai contoh.

Pemasangan pemeriksaan harus lebih dipilih menjadi bagian pertama dari setiap tipe struktural utama untuk dibuat.

Pemasangan di pabrik selain dari pemasangan pemeriksaan tidak akan diperlukan.

Jika perakitan pemeriksaan gagal dengan beberapa cara spesifik untuk menunjukkan bahwa akurasi yang diperlukan sedang diperoleh, pemasangan pemeriksaan lanjutan dapat diperlukan oleh Direksi Pekerjaan untuk mana tidak ada biaya tambahan kepada Direksi Pekerjaan.

Masing-masing perakitan, termasuk lawan lendut, alinemen, akurasi dari lubang-lubang, dan kecocokan dengan sambungan yang digiling, harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan sebelum pelebaran dimulai atau sebelum satu rakitan yang dibor dengan N/C dibongkar.

7.3.4 Hubungan yang dilas di lapangan

Untuk hubungan yang di las di lapangan kecocokan bagian termasuk ruang yang tepat antara flens yang berbatasan harus harus disiapkan atau diverifikasi dengan segmen yang dirakit pendahuluan sesuai dengan Subpasal 7.3.1.

7.4 Pencirian yang cocok

Bagian yang dihubungkan yang dirakit pendahuluan di pabrik untuk memastikan pencocokan yang tepat di lapangan harus diberi ciri yang cocok dan suatu diagram yang menunjukkan ciri seperti itu harus disediakan untuk Direksi Pekerjaan.

7.5 Hubungan yang menggunakan baut kuat tinggi

7.5.1 Umum

Subpasal ini mencakup perakitan dari sambungan struktural yang menggunakan baut kekuatan tinggi AASHTO M 164 (ASTM A 325) atau AASHTO M 253 (ASTM A 490), atau baut- setara, yang dipasang sehingga untuk mengembangkan tegangan baut minimum yang diperlukan yang ditetapkan pada Tabel 2. Baut itu digunakan dalam lubang yang memenuhi persyaratan dari Subpasal 6.7.

7.5.2 Bagian yang dibaut

Semua bahan di dalam cengkeram baut haruslah merupakan baja, tidak boleh terdapat bahan yang dapat dimampatkan seperti gasket atau penyekatan di dalam cengkeram. bagian baja yang dibaut harus muat dengan kokoh bersama-sama sehabis baut dieratkan, dan mungkin dilapisi atau tidak terlapis. Kemiringan dari permukaan-permukaan dari bagian dalam kontak dengan kepala baut atau mur tidak boleh melebihi 1:20 terhadap suatu bidang normal dengan sumbu baut.

7.5.3 Kondisi permukaan

Pada waktu perakitan, semua permukaan sambungan, termasuk permukaan yang berdekatan dari kepala baut dan mur, harus bebas dari kerak, kecuali kerak pengilangan yang keras, dan harus bebas dari kotoran atau bahan asing lainnya. Potongan kecil yang tersisa yang menahan dudukan yang kuat dari bagian hubungan dari kondisi yang dieratkan harus dihilangkan.

Tabel 2 Tegangan baut minimum

Ukuran Baut dalam mm	Ketentuan AASHTO M 164/ ASTM A 325 (MPa)	Ketentuan AASHTO M 253/ ASTM A 490 (MPa)
12,7	82,74	103,42
15,87	131	165,47
19,05	193,05	241,32
22,22	268,9	337,84
25,4	351,63	441,26
28,57	386,11	551,58
31,75	489,53	703,26
34,92	586,05	834,26
38,1	710,16	1020,42

CATATAN 1 Tegangan baut minimum harus dipilih sebagai 70 % kuat tarik minimum yang ditetapkan dari baut (sebagaimana yang ditetapkan dalam Spesifikasi ASTM untuk pengujian baut A 325 dan A 490 dengan ulir UNC yang dibebani tegangan aksial) dibulatkan ke besar kilo pon yang terdekat.

CATATAN 2 Cat diperkenankan pada permukaan yang saling berlekatan termasuk sambungan kritis friksi.

Permukaan yang saling berlekatan dari sambungan friksi harus memenuhi persyaratan dari paragraf berikut, sebagai yang dapat diterapkan:

- a) Di dalam sambungan yang tidak dilapisi, cat, termasuk setiap pelapisan pada permukaan yang tidak dikehendaki tanpa sengaja, harus dikeluarkan dari daerah di sekitar satu baut, tetapi tidak kurang dari 1 inci, dari ujung dari setiap lubang dan semua daerah di dalam pola baut.
- b) Sambungan yang ditetapkan untuk mempunyai permukaan yang direkatkan yang dicat harus dibersihkan dengan tekanan dan dilapisi dengan suatu cat yang mempunyai kualifikasi sesuai dengan persyaratan "*Test Method to Determine the Slip Coefficient for Coatings Used in Bolted Joints*" sebagaimana yang diadopsi *the Research Council on Structural Connections*. Lihat *Appendix A of Allowable Stress Design Specification for Structural Joints Using ASTM A 325 or A 490 Bolts*, yang diterbitkan oleh *The Research Council on Structural Connections*.
- c) Sambungan yang dilapisi tidak boleh dirakit sebelum lapisan dirawat selama waktu minimum yang digunakan dalam uji kualifikasi.
- d) Permukaan yang direkatkan yang ditetapkan untuk digalvanis harus digalvanis panas sesuai dengan AASHTO M 111 (ASTM A 123), dan harus sesudah itu dibuat kasar dengan cara penyikatan kawat dengan tangan. Penyikatan kawat dengan mesin tidak diperbolehkan.

7.5.4 Pemasangan

7.5.4.1 Umum

Komponen baut harus ditentukan untuk nomor lot (termasuk nomor kapasitas rotasi) sebelum pengiriman, dan komponen harus dirakit ketika dipasang. Komponen seperti itu harus dilindungi dari kotoran dan uap lembab di lokasi kerja. Dipindahkan dari ruang simpan

hanya jumlah komponen yang diantisipasi untuk dipasang selama suatu giliran kerja. Komponen yang tidak menggunakan harus dikembalikan ke ruang simpan yang dilindungi pada akhir giliran kerja. Komponen tidak boleh dibersihkan dari pelumas yang diwajibkan untuk ada pada kondisi seperti ketika dikirim. Pemasangan untuk hubungan friksi yang menghimpunkan karat atau kotoran sebagai hasil kondisi-kondisi lokasi kerja harus dibersihkan, dilumasi kembali dan diuji untuk kapasitas rotasi sebelum dipasang. Semua mur digalvanis harus dilumasi dengan suatu pelumas berisi suatu bahan pencelup yang kasat mata. Baut polos harus “diberi minyak” untuk disentuh ketika dikirim dan dipasang. Pelumas pada permukaan yang terlihat harus dihilangkan sebelum pengecatan.

Suatu perangkat pengukur kekencangan (suatu alat pengkalibrasi Skidmore-Wilhelm atau perangkat yang menandai kekencangan baut yang dapat diterima) harus berada di lokasi kerja di mana baut kekuatan tinggi sedang dipasang dan dikencangkan. Perangkat pengukur kekencangan harus digunakan untuk melaksanakan uji kapasitas rotasi dan untuk memenuhi (1) kesesuaian untuk memenuhi persyaratan pada Tabel 2 dari rakitan baut yang lengkap, termasuk pelumasan jika diperlukan untuk digunakan di dalam pekerjaan, (2) kalibrasi dari kunci pas, jika yang dapat diterapkan, dan (3) pemahaman dan penggunaan dengan tepat oleh tukang pengencang baut dalam metode pemasangan. Untuk melaksanakan uji verifikasi kunci pas yang terkalibrasi untuk baut dengan cengkeram pendek, indikator kekencangan langsung (DTI) dengan pelat padat dapat digunakan sebagai pengganti dari perangkat pengukur kekencangan. Lot DTI harus pertama diverifikasi dengan baut cengkeraman yang lebih panjang dalam alat pengkalibrasi Skidmore-Wilhelm atau satu perangkat setara yang dapat diterima. Jumlah uji konfirmasi, jumlah dari uji untuk dilaksanakan, dan prosedur uji harus seperti yang ditetapkan pada Subpasal 6.6.4, sepanjang dapat diterapkan. Akurasi dari perangkat pengukur kekencangan harus ditegaskan oleh satu agen pengujian yang sah paling sedikit setiap tahunnya.

Baut-Baut dan mur secara bersamaan dengan ring baut dari ukuran dan kualitas yang ditetapkan, berlokasi sebagaimana yang diperlukan di bawah ini, harus dipasang di dalam lubang-lubang berada dalam sebuah alinemen dengan baik dan dikencangkan dan diperiksa dengan metoda pemasangan manapun yang digambarkan pada Subpasal 6.6.4 untuk paling sedikit kekencangan minimum yang ditetapkan pada Tabel 2. Pengencangan dapat dilaksanakan dengan memutar baut selagi mur dicegah dari berputar ketika tidak praktis untuk memutar mur. Kunci pas pas impak, jika digunakan, harus berada dalam kapasitas yang cukup dan dengan memadai udara disediakan pada setiap baut paling sedikit 10 detik.

Baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) dan baut yang digalvanis AASHTO M 164 (ASTM A 325) tidak boleh digunakan kembali. Baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) lain dapat digunakan kembali jika disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Perbaikan atau pengencangan kembali baut sebelumnya yang pernah dikencangkan yang mungkin telah kendur oleh pengencangan baut yang bersebelahan tidak boleh dipertimbangkan sebagai yang akan digunakan kembali yang menyediakan pengecatan menjadi menerus dari posisi awal dan tidak memerlukan rotasi lebih besar, termasuk toleransi, dibanding yang diperlukan oleh Tabel 3.

Baut harus dipasang di dalam semua lubang dari hubungan dan hubungan yang menghantarkan pada kondisi yang erat. Kondisi erat didefinisikan sebagai yang mempunyai semua lapisan dari hubungan dalam kontak yang kokoh.

Perekatan harus maju secara sistematis dari bagian yang paling kaku dari hubungan ke ujung bebas. Urutan perekatan harus diulangi sampai hubungan penuh berada dalam di suatu kondisi yang erat.

7.5.4.2 Uji kapasitas rotasi

Uji kapasitas rotasi diperlukan untuk semua perakitan baut. Rakitan yang digalvanis harus diuji ketika digalvanisi. Ring baut diperlukan sebagai bagian dari uji meskipun ring baut tidak diperlukan seperti bagian dari prosedur pemasangan. Ketentuan berikut harus diterapkan:

- a) Kecuali seperti yang dimodifikasi di sini, percobaan kapasitas rotasi harus sesuai dengan persyaratan dari AASHTO M 164 (ASTM A 325).
- b) Masing-masing kombinasi lot produksi baut, lot mur dan lot ring baut harus diuji seperti suatu rakitan. Di mana ring baut tidak diperlukan oleh prosedur-prosedur pemasangan, ring baut tidak perlu tercakup dalam penandaan lot.
- c) Nomor lot kapasitas rotasi harus ditetapkan untuk setiap kombinasi dari lot yang diuji.
- d) Jumlah minimum pengujian harus merupakan dua perakitan per lot kapasitas rotasi.
- e) Untuk baut yang cukup panjang untuk masuk ke dalam alat pengkalibrasi Skidmore-Wilhelm, perakitan baut, mur dan ring baut harus dirakit di suatu alat Skidmore-Wilhelm Calibrator atau satu perangkat yang setara yang dapat diterima.
- f) Baut yang terlalu pendek untuk diuji pada alat pengkalibrasi Skidmore-Wilhelm dapat diuji pada suatu sambungan baja. Persyaratan kekencangan, di poin (g) di bawah, tidak perlu diterapkan. Persyaratan torsi maksimum, nilai torsi $<0,25 P.D$, harus dihitung dengan menggunakan suatu nilai dari P yang sama dengan tegangan pengujian putar yang diambil sebagai 1,15 kali tegangan baut pada Tabel 2.
- g) Tegangan yang dicapai di bawah rotasi (yaitu tegangan pengujian putar) harus sama dengan atau lebih besar dari 1,15 kali tegangan baut diperlukan (yaitu tegangan pemasangan) yang ditunjukkan pada Tabel 2.
- h) Rotasi minimum dari satu tegangan yang awal sebesar 10% dari tegangan yang diperlukan minimum (kondisi dikencangkan) harus dua kali jumlah yang diperlukan dari putaran yang ditandai pada Tabel 3 tanpa terkelupas atau rusak.
- i) Setelah tegangan pemasangan yang diperlukan terdaftar di atas telah terlewati, satu pembacaan dari tegangan dan torsi harus diambil dan direkam. Nilai torsi harus memenuhi persamaan (2).

$$Torsi \leq 0,25P.D \quad (2)$$

Keterangan:

Torsi adalah nilai torsi yang terukur dalam N.m

P adalah tegangan baut yang terukur dalam Newton

D adalah diameter baut dalam meter

Tabel 3 Rotasi ring baut dari geometri kondisi dikencang tangan dari sisi luar dari bagian yang dibaut

Panjang Baut yang Diukur dari Sisi Bawah dari Kepala ke Bagian Akhir Baut	Kedua sisi yang tegak lurus terhadap kedua sumbu	Satu sisi tegak lurus terhadap dua sumbu dan sisi yang lain miring dengan sudut tidak lebih dari 1:20, ring baut yang dibuat-bevel tidak digunakan	Kedua sisi miring dengan sudut tidak lebih dari 1:20 terhadap arah tegak lurus sumbu baut, ring baut yang dibuat-bevel tidak digunakan
Lebih dari/ sama dengan 4 kali diameter baut	1/3 putaran	1/2 putaran	2/3 putaran
Lebih dari 4 kali diameter baut tetapi tidak lebih dari 8 kali diameter baut	1/2 putaran	2/3 putaran	5/6 putaran
Lebih dari 8 kali diameter baut tetapi tidak melebihi 12 kali diameter baut	2/3 putaran	5/6 putaran	1 putaran

- CATATAN 3** Rotasi mur baut relatif terhadap baut, dengan mengabaikan elemen (mur atau baut) yang diputar. Untuk baut yang dipasang dengan 1/2 putaran dan kurang, toleransi harus ditambah atau dikurang 30 derajat, untuk baut yang dipasang oleh 2/3 putaran dan lebih, toleransi harus ditambah atau dikurangi 45 derajat.
- CATATAN 4** Hanya yang dapat diterapkan kepada hubungan di mana semua bahan di dalam cengkeram dari baut itu adalah baja.
- CATATAN 5** Tidak ada pekerjaan penelitian telah dilaksanakan oleh *Research Council Riveted and Bolted Structural Joints* untuk menetapkan prosedur *turn-of-nut* ketika panjang baut melebihi 12 kali diameter. Oleh karena itu, rotasi yang diperlukan harus ditentukan oleh pengujian nyata di perangkat pengencangan yang sesuai yang mensimulasikan keadaan sebenarnya.

7.5.4.3 Kebutuhan ring baut

Di mana sisi paling luar dari bagian yang baut mempunyai suatu kemiringan lebih besar dari 1:20 terhadap suatu bidang normal ke sumbu baut, suatu ring baut yang diluncurkan harus digunakan untuk mengimbangi untuk kekurangan kesejajaran bidang.

Ring baut yang dimiringkan yang diperkeras harus sesuai dengan yang dipersyaratkan dan harus berbentuk segi empat atau persegi, harus memenuhi persyaratan dari AASHTO M 293 (ASTM F 436), and harus di diruncingkan ketebalan ringnya.

Ketika diperlukan, ring baut dapat menjepit pada satu sisi dari titik tidak lebih dekat sebesar 7/8 dari diameter baut dari pusat ring baut.

Ring baut diperkeras tidak diperlukan untuk hubungan yang menggunakan baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) dan AASHTO M 253 (ASTM A 490) kecuali sebagai berikut:

- Ring baut yang diperkeras harus digunakan di bawah elemen yang diputar ketika pengencangan untuk dilaksanakan oleh metoda kunci pas yang terkalibrasi.
- Terlepas dari metoda pengecangan, mur baut yang diperkeras harus digunakan di bawah kepala dan mur baut ketika baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) adalah untuk dipasang di dalam bahan yang mempunyai suatu titik leleh yang ditetapkan kurang dari 275,79 MPa.

Bagaimanapun, ketika DTI digunakan DTI dapat menggantikan suatu ring baut yang diperkeras yang menyediakan suatu lubang standar yang digunakan.

- c) Di mana baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) dari segala diameter atau baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) sama dengan atau kurang dari 25,4 mm di dalam diameter adalah untuk dipasang di dalam lubang yang diperbesar atau lubang dengan *slotted* dalam arah melintang dalam satu lapisan luar, suatu ring baut yang diperkeras yang memenuhi AASHTO M 293 (ASTM F 436) harus digunakan.
- d) Ketika baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) di atas 25,4 mm di dalam diameter adalah untuk dipasang dalam satu lubang yang diperbesar atau lubang dengan *slotted* dalam arah melintang dalam satu lapisan yang luar, ring baut yang diperkeras yang memenuhi AASHTO M 293 (ASTM F 436) kecuali dengan ketebalan 7,937 mm minimum harus digunakan di bawah kepala dan mur sebagai pengganti ring baut yang diperkeras dengan ketebalan standar. Beberapa ring baut yang diperkeras dengan ketebalan yang dikombinasikan sama dengan atau lebih besar dari 7,937 mm tidak memenuhi persyaratan ini.
- e) Di mana baut AASHTO M 164 (ASTM A 325) dari segala diameter atau baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) sama dengan atau kurang dari 25,4 mm di dalam diameter adalah untuk dipasang di suatu lubang *slotted* dalam arah memanjang dalam satu lapisan luar, suatu ring baut pelat atau batang menerus dengan ketebalan sedikitnya 7,937 mm dengan lubang standar harus disediakan. Ring baut atau batang ini harus mempunyai ukuran cukup untuk dengan sepenuhnya menutup slot setelah pemasangan dan harus merupakan bahan kelas struktural, tetapi tidak perlu diperkeras kecuali berikut ini. Ketika baut AASHTO M 253 (ASTM A 490) dengan diameter di atas 25,4 mm adalah untuk digunakan di lubang *slotted* dalam arah memanjang pada lapisan eksternal, suatu ring baut yang diperkeras yang memenuhi AASHTO M 293 (ASTM F 436) tetapi dengan ketebalan minimum 7,937 mm harus digunakan sebagai pengganti ring baut atau batang dari bahan kelas struktural. Beberapa ring baut yang diperkeras dengan ketebalan yang dikombinasi sama dengan atau lebih besar dari 7,937 mm tidak mencukupi persyaratan ini.

Baut perancangan pengganti persyaratan Subpasal 5.2.6 dengan suatu geometri yang menyediakan suatu lingkaran tumpuan di atas kepala atau mur dengan suatu diameter yang sama dengan atau lebih besar dibandingkan dengan diameter dari ring baut yang diperkeras yang memenuhi persyaratan dari AASHTO M 293 (ASTM F 436) mencukupi persyaratan dari ring baut yang ditetapkan di bawah ini dan dapat digunakan tanpa ring baut.

7.5.4.4 Metode pemasangan *turn-of-nut*

Ketika metoda pemasangan *turn-of-nut* digunakan, ring baut yang diperkeras tidak diperlukan kecuali seperti yang dapat ditetapkan pada bagian di atas.

Ujian pembuktian yang menggunakan suatu contoh yang mewakili dari tidak kurang dari tiga rakitan baut dari tiap diameter, setiap panjang dan setiap kelas untuk digunakan di dalam pekerjaan harus dilaksanakan di awal pekerjaan dalam suatu perangkat yang mampu menandakan kekencangan baut. Pengujian pembuktian ini harus menunjukkan bahwa metoda yang digunakan untuk menghasilkan suatu kondisi kokoh dan untuk mengendalikan putaran dari perekatan dengan tukang pemasang baut menghasilkan suatu kekencangan yang tidak kurang dari 5% dari kekencangan yang diperlukan oleh Tabel 2. Pengujian kembali secara periodik harus dilaksanakan ketika diperintah oleh Direksi Pekerjaan.

Setelah perekatan, jumlah yang dapat diterapkan dari rotasi yang ditetapkan pada Tabel 3 harus dicapai. Selama operasi pengencangan harus tidak ada rotasi dari bagian yang tidak diputar oleh kunci pas. Pengencangan harus maju secara sistematis dari bagian yang paling kaku dari sambungan ke bagian tepi bebas.

7.5.4.5 Metode pemasangan dengan kunci pas terkalibrasi

Metode kunci pas terkalibrasi mungkin digunakan hanya ketika kunci pas dikalibrasi setiap hari dan ketika ring baut yang diperkeras digunakan di bawah elemen yang diputar.

Ketika kunci pas yang terkalibrasi digunakan untuk pemasangan, kunci pas tersebut harus di-set untuk menghantarkan torsi yang telah terkalibrasi untuk menghasilkan kekencangan tidak kurang dari 5 % kelebihan kekencangan minimum yang ditetapkan di Tabel 2. Prosedur pemasangan harus dikalibrasi dengan uji pembuktian sedikitnya sekali masing-masing setiap hari kerja untuk setiap lot rakitan baut yang sedang dipasang hari itu di dalam pekerjaan. Uji pembuktian ini harus diselesaikan dalam satu perangkat pengukur kekencangan yang mampu dalam menunjukkan kekencangan baut aktual dengan pengujian tiga rakitan baut tipikal dari tiap lot. Baut, mur dan ring baut di bawah elemen harus yang diputar harus dicoba dari lot produksi. Kunci pas harus dikalibrasi kembali ketika perbedaan signifikan diperhatikan pada kondisi permukaan dari baut, ulir, mur atau ring baut. Hal itu harus dibuktikan selama pemasangan nyata dalam pekerjaan baja yang dirakit bahwa penyetelan kunci pas yang dipilih dengan pengkalibrasian tidak menghasilkan suatu rotasi mur atau kepala baut dari suatu kondisi terpegang erat lebih besar dari yang diizinkan pada Tabel 3. Jika kunci pas manual digunakan, mur harus ditorsi pada arah pengecangan ketika nilai torsi diukur.

Ketika kunci pas yang dikalibrasi digunakan untuk memasang dan baut yang dikencangkan di suatu hubungan, baut harus dipasang dengan ring baut yang diperkeras di bawah elemen yang diputar. Sesudah pemegangan erat baut, hubungan harus dikencangkan dengan menggunakan kunci pas yang dikalibrasi. Kekencangan harus maji secara sistematis dari bagian yang paling kaku ke tepi bebas hubungan. Kunci pas harus dikembalikan untuk "memacu" baut yang dikencangkan sebelumnya yang mungkin telah kendur sebagai hasil pengecangan berikut dari baut yang berdekatan sampai semua baut dikencangkan bersifat tensioned sampai jumlah yang ditentukan.

7.5.4.6 Metode pemasangan kekencangan langsung

Ketika Indikator Tegangan Langsung (*Direct Tension Indicators* = DTI) memenuhi persyaratan dari Subpasal 5.2.6 adalah untuk digunakan di baut kekuatan tinggi untuk menandai kekencangan baut, mereka harus dikenakan uji pembuktian yang digambarkan di bawah ini dan dipasang sesuai dengan metoda yang ditetapkan di bawah ini. Kecuali jika disetujui lain oleh *Engineer-of-record*, DTI harus dipasang di bawah kepala baut dan mur yang diputar untuk mengencangkan baut. Rekomendasi manufaktur harus diikuti untuk orientasi yang tepat dari DTI dan ring baut tambahan, bila ada, yang diperlukan untuk penggunaan yang benar dari DTI. Pemasangan suatu DTI di bawah elemen yang diputar dapat diizinkan jika suatu ring baut memisahkan elemen yang diputar dari DTI.

7.5.4.7 Verifikasi

Uji pembuktian harus dilaksanakan pada suatu perangkat pengukur kekencangan baut yang terkalibrasi. Suatu permukaan datar khusus yang harus digunakan di tempat dari pemegang kepala baut normal dimasukkan. Tiga uji pembuktian diperlukan untuk setiap kombinasi dari lot kapasitas rotasi perakitan baut, lot DTI, dan posisi DTI yang berhubungan dengan elemen yang diputar (kepala baut atau mur) untuk digunakan di proyek. Perakitan baut yang harus dipasang pada perangkat pengukur kekencangan dengan DTI yang berlokasi pada posisi yang sama dalam pekerjaan. Elemen yang tidak diputar (baut atau mur) harus dikekang dari rotasi. Tujuan ujian pembuktian adalah untuk memastikan bahwa baut akan ada di atau di atas tegangan pemasangan yang diinginkan ketika jumlah keperluan ruang antara tonjolan mempunyai celah sebesar 0,127 mm atau kurang dan bahwa baut tidak akan mempunyai deformasi plastis yang berlebihan pada celah minimum yang diijinkan pada proyek.

Uji pembuktian harus diselenggarakan dalam dua tahap. Mur baut dan Perakitan DTI harus dipasang dengan suatu cara sehingga sedikitnya tiga dan terutama tidak lebih dari lima ulir ditempatkan antara muka tumpuan dari mur dan kepala baut. Pertama baut harus dikencangkan sampai beban yang sebanding dengan Tabel 3 di bawah Kekecangan Pembuktian untuk kelas dan diameter dari baut tersebut. Jika satu kunci pas impak digunakan, tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan kunci pas impak harus tidak lebih daripada dua pertiga tegangan yang diperlukan. Sesudah itu suatu kunci pas manual harus digunakan untuk mencapai kekecangan yang diperlukan. Jumlah penolakan- dari suatu pengukur celah 0,127 mm yang diruncingkan di dalam ruang antara tonjolan harus direkam. Jumlah penolakan DTI yang tidak dilapisi di bawah elemen stasioner atau elemen yang diputar, atau DTI yang dilapisi di bawah elemen stasioner, tidak boleh melebihi jumlah yang terdaftar pada Penolakan Pembuktian Maksimum pada Tabel 4 untuk suatu kelas dan diameter dari baut yang digunakan. Jumlah maksimum dari penolakan pembuktian untuk DTI yang dilapisi (yang digalvanis, dicat, atau dilapisi epoksi), ketika digunakan pada elemen yang diputar harus tidak lebih daripada jumlah ruang di DTI kurangi satu. Lot DTI ditolak jika banyaknya penolakan melebihi nilai di dalam Tabel 2 atau, untuk DTI yang dilapisi jika pengukur itu ditolak di dalam semua ruang.

Setelah jumlah penolakan direkam pada beban pembuktian, baut harus dikencangkan lebih lanjut sampai pengukur celah 0,127 mm ditolak pada semua ruang dan suatu celah; yang kasat timbul paling sedikit satu ruang. Beban pada kondisi ini harus direkam dan baut dipindahkan dari perangkat pengukur pengencangan. Mur harus mampu untuk diturunkan dengan tangan sampai panjang ulir lengkap dari baut tidak termasuk ulir yang habis. Jika mur itu diturunkan untuk pangang ulir ini, lot DTI harus ditolak kecuali jika beban yang direkam adalah kurang dari 95% dari beban rata-rata yang diukur pada uji kapasitas rotasi untuk lot baut seperti yang ditetapkan pada Uji Kapasitas Rotasi dari Subpasal 7.5.4.

Tabel 4 Pemasangan kekencangan langsung

Diameter baut dalam mm	Tegangan verifikasi (N)		Verifikasi Penolakan Maksimum		DTI Spaces		Penolakan Pemasangan Minimum	
	A325	A490	A325	A490	A325	A490	A325	A490
12,7	57826	71171	1	2	4	5	2	3
15,87	88964	111206	1	2	4	5	2	3
19,05	128998	164584	2	2	5	6	3	3
22,22	182377	226859	2	2	5	6	3	3
25,4	240204	298031	2	3	6	7	3	4
28,57	262445	373651	2	3	6	7	3	4
31,75	333617	475960	3	3	7	8	4	4
34,92	395892	564924	3	3	7	8	4	4
38,1	480408	689474	3	4	8	9	4	5

CATATAN 6 Jumlah Pembuktian Penolakan Maksimum adalah untuk DTI yang tak dilapisi yang digunakan di bawah elemen stasioner atau yang diputar dan untuk DTI yang dilapisi digunakan di bawah suatu elemen stasioner. Jumlah maksimum dari penolakan untuk DTI yang dilapisi yang digunakan di bawah suatu elemen yang diputar tidak boleh lebih daripada banyaknya ruang di DTI kurangi satu. Jumlah penolakan pemasangan minimum adalah untuk DTI yang tak dilapisi yang digunakan pada elemen stasioner atau yang diputar dan untuk DTI yang dilapisi digunakan di bawah suatu elemen stasioner. Pengukur harus ditolak di dalam semua ruang ketika DTI yang dilapisi digunakan di bawah suatu elemen yang diputar.

Jika baut itu adalah terlalu pendek untuk diuji di dalam perangkat kalibrasi, bundel DTI harus dibuktikan di suatu baut panjang di suatu kalibrator untuk menentukan jumlah penolakan pada kekencangan pembuktian yang terdaftar pada Tabel 4. Banyaknya penolakan tidak boleh melebihi nilai yang terdaftar pada jumlah penolakan pembuktian maksimum pada Tabel 4. DTI lain dari lot yang sama kemudian harus dibuktikan dengan baut yang pendek di dalam lubang yang sesuai di dalam pekerjaan. Baut harus dikencangkan sampai pengukur celah 0,127 mm tidak dapat masuk pada semua ruang dan suatu celah yang kasat mata pada paling sedikit sedikitnya satu ruang. Baut itu kemudian harus dipindahkan dari perangkat pengukur kekencangan dan mur harus mampu untuk diturunkan dengan tangan untuk panjang ulir yang lengkap dari baut tidak termasuk kehabisan ulir. Lot DTI harus ditolak jika mur itu tidak dapat diturunkan sampai panjangnya ulir ini.

7.5.4.8 Pemasangan

Pemasangan dari perakitan baut yang menggunakan DTI harus dilaksanakan dalam dua tahap. Elemen stasioner harus dipegang melawan rotasi selama setiap langkah pemasangan. Pertama hubungan harus direkatkan dengan pas dengan baut-baut yang dipasang pada semua lubang dari hubungan dan dikencangkan dengan cukup untuk membuat semua lapisan dari hubungan menjadi hubungan yang kokoh. Besarnya ruang yang mengakibatkan pengukur celah 0,127 mm tidak dapat masuk di dalam DTI setelah direkatkan dengan pas tidak boleh melebihi yang terdaftar pada banyaknya jumlah penolakan pembuktian maksimum pada Tabel 4. Jika jumlah melebihi nilai-nilai di dalam Tabel 4, perakitan baut yang harus dipindahkan dan DTI lain dipasang dan direkatkan dengan pas.

Untuk DTI yang tak-terlapis di bawah stasioner atau elemen yang diputar, atau DTI yang dilapisi di bawah elemen stasioner, kemudian baut-baut harus dikencangkan sampai jumlah penolakan dari pengukur celah 0,127 mm sama dengan atau lebih besar dari jumlah yang didaftar pada jumlah penolakan pemasangan minimum di Tabel 4. Jika baut dikencangkan sehingga tidak ada celah yang kasat mata pada setiap ruang yang tersisa, baut dan DTI harus dipindahkan, dan digantikan dengan sebuah baut yang dikencangkan dengan sesuai dan DTI yang baru.

Pengukur celah harus ditolak di dalam semua ruang ketika DTI yang diberi pelapis (yang digalvanis, dicat, atau dilapisi epoksi) digunakan di bawah elemen yang diputar.

7.5.4.9 Pemeriksaan

Direksi Pekerjaan harus menentukan bahwa persyaratan di bawah ini, dipenuhi di dalam pekerjaan.

Sebelum pemasangan baut di dalam pekerjaan, Direksi Pekerjaan harus memeriksa tanda, kondisi permukaan dan ruang simpan dari baut, mur, ring baut, dan DTI, jika digunakan, dan permukaan-permukaan yang saling berhubungan dari hubungan untuk pemenuhan dengan persyaratan Subpasal 5.2, 7.5.1, dan 7.5.4.

Direksi Pekerjaan itu harus mengamati kalibrasi dan/atau prosedur pengujian yang diperlukan di Subpasal 7.5.4 sepanjang dapat diterapkan, untuk mengkonfirmasi bahwa prosedur yang dipilih adalah dengan baik digunakan dan, ketika begitu digunakan dengan perakitan baut disediakan, tegangan yang ditetapkan di dalam Tabel 2 dihasilkan.

Direksi Pekerjaan harus memonitor pemasangan baut di dalam bekerja untuk meyakinkan bahwa metoda pemasangan yang dipilih, seperti yang dipertunjukkan dalam uji permulaan untuk menghasilkan kekencangan yang ditetapkan, secara rutinitas diikuti.

Baik Direksi Pekerjaan atau penyedia jasa, di hadapan Direksi Pekerjaan pada opsi Direksi Pekerjaan, harus memeriksa baut yang dikencangkan dengan menggunakan satu kunci pas

pemeriksaan, kecuali jika baut-baut yang lain atau perangkat-perangkat indikator kekencangan langsung digunakan, mengizinkan pembuktian atau oleh metoda yang lain. Pemeriksaan uji harus diselenggarakan pada suatu cara yang tepat waktu sebelum hilangnya pelumas atau sebelum korosi mempengaruhi nilai torsi.

Tiga lot perakitan baut di dalam kondisi yang sama seperti mereka di bawah pemeriksaan harus ditempatkan secara individu di suatu perangkat yang dikalibrasi untuk mengukur tegangan baut. Pelaksanaan kalibrasi ini harus dilaksanakan sedikitnya sekali setiap hari pemeriksaan. Seharusnya terdapat suatu ring per baut di bawah elemen yang diputar pada pengencang setiap baut jika ring per baut digunakan di struktur. Jika ring baut tidak digunakan di dalam struktur, bahan yang digunakan di dalam perangkat pengukur kekencangan baut yang mana membatasi bagian untuk berputar harus berasal dari bahan yang mempunyai ketentuan yang sama seperti yang digunakan pada struktur. Di dalam perangkat yang terkalibrasi, masing-masing baut harus dikencangkan dengan cara yang sesuai untuk mencapai kekencangan yang ditetapkan. Kunci pas pas untuk pemeriksaan kemudian harus diterapkan pada baut yang dikencangkan untuk menentukan nilai torsi yang diperlukan untuk memutar mur atau kepala 5 ini (kira-kira 25,4 mm pada suatu jari-jari 304,8 mm) dalam arah pengecangan. Rata-rata nilai torsi yang diperlukan untuk semua tiga baut harus dipilih sebagai nilai torsi pemeriksaan pekerjaan.

Sepuluh persen (sedikitnya dua persen) dari baut-baut yang dikencangkan pada struktur yang diwakili oleh baut uji harus dipilih secara acak pada setiap hubungan. Nilai torsi pemeriksaan pekerjaan kemudian harus diterapkan pada masing-masing dengan memeriksa kunci pas baut yang diputar dalam arah bautan baut. Jika nilai torsi ini tidak membuat berputarnya kepala baut atau mur, baut di dalam hubungan itu akan dipertimbangkan untuk dikencangkan dengan benar. Tetapi jika torsi membuat berputarnya satu atau lebih kepala baut atau mur, maka nilai torsi pemeriksaan pekerjaan diterapkan pada semua baut pada hubungan tersebut. Setiap baut dengan kepala atau putaran mur yang berputar pada tahap ini harus dikencangkan dan diperiksa kembali. Penyedia jasa itu diharapkan, bagaimanapun, mengencangkan kembali semua baut di dalam hubungan dan menyerahkannya kembali untuk pemeriksaan, sepanjang nilai DTI-nya tidak terlalu berlebihan nilai kekencangannya atau rakitan baut tidak rusak.

7.6 Pengelasan

Mengelas, kualifikasi pengelas, prakualifikasi detil las dan pemeriksaan las harus memenuhi persyaratan-persyaratan dari *ANSI/AASHTO/AWS D1.5 Bridge Welding Code* yang terbaru. Braket, jepitan, perangkat pengiriman, atau bahan lain yang tidak yang diperlukan oleh rencana atau ketentuan khusus tidak boleh dilas atau dilas pendek pada setiap bagian kecuali jika ditunjukkan pada gambar fabrikasi dan yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

8 Pemasangan

Penyedia jasa itu harus menyediakan semua perkakas, permesinan, dan peralatan yang perlu untuk memasang struktur.

8.1 Umum

Penyedia jasa itu harus menyediakan semua perkakas, permesinan, dan peralatan yang perlu untuk memasang struktur.

8.2 Penanganan dan penyimpanan bahan

Bahan yang untuk disimpan pada lokasi kerja harus ditempatkan penyangga yang dapat digerakkandi atas tanah. Bahan harus dijaga kebersihannya dan air yang timbul harus

dengan baik dialirkan. Gelagar harus ditempatkan tegak lurus dan disangga. Bagian yang panjang, seperti kolom dan rangka, harus didukung apda penyangga yang dapat digerakkanyang ditempatkan cukup dekat bersama-sama untuk mencegah kerusakan dari defleksi. Jika kontrak adalah untuk pemasangan saja, penyedia jasa harus memeriksa kesesuaian bahan yang diserahkan kepadanya dengan daftar dan laporan pengiriman dalam menulis setiap kekurangan atau kerusakan yang ditemukan. Penyedia jasa harus bertanggung jawab terhadap kehilangan setiap bahan selagi dalam pemeliharannya, atau karena setiap kerusakan yang disebabkan pada bahan tersebut setelah diterima oleh penyedia jasa.

8.3 Perletakan dan angker

Jika bangunan atas baja adalah untuk ditempatkan di suatu bangunan bawah yang dibangun di bawah suatu kontrak yang terpisah, Penyedia jasa harus membuktikan bahwa pekerjaan pasangan yang sudah dibangun berada dalam lokasi yang benar dan dibangun untuk bentuk dan elevasi yang benar sebelum memesan bahan baja.

8.4 Prosedur pemasangan

8.4.1 Kesesuaian dengan gambar

Prosedur pemasangan harus memenuhi gambar pemasangan yang diserahkan sesuai dengan keketentuan bahwa Penyedia jasa harus menyerahkan gambar yang mengilustrasikan secara penuh metode pemasangan yang diajukan. Gambar harus memperlihatkan dengan rinci dari semua kolom perancah, ikatan angin, kabel penahan, angker, perangkat pengangkat beban, dan benda-benda yang diikatkan pada bagian jembatan; urutan pemasangan, lokasi peralatan pengangkat dan kapal tongkang, kapasitasperalatan pengangkat, lokasi titik pengangkatan dari bagian jembatan, dan berat dari bagian-bagian baja. Rencana dan gambar harus serinci mungkin yang mengantisipasi fase dan kondisi selama pemasangan. Perhitungan mungkin diperlukan untuk mendemonstrasikan bahwa tegangan ijin tidak melebihi dan kapasitas penampang dan geometri akhir akan benar. Setiap modifikasi kepada atau penyimpangan dari prosedur pemasangan ini akan memerlukan gambar revisi dan pembuktian tegangan dan geometri.

8.4.2 Tegangan pemasangan

Setiap tegangan pemasangan, yang diinduksi pada struktur seperti suatu hasil dengan menggunakan suatu metoda pemasangan yang berbeda dari rencana, harus diberi penjelasan oleh Penyedia jasa. Penyedia jasa, dengan biayanya sendiri, harus mempersiapkan perhitungan desain pemasangan untuk metoda yang diubah seperti itu dan menyerahkan perhitungan tersebut kepada Direksi Pekerjaan. Perhitungan itu harus menandai adanya setiap perubahan di dalam tegangan atau perubahan di dalam perilaku untuk struktur sementara dan akhir. Bahan tambahan yang diperlukan untuk menjaga kedua tegangan sementara dan akhir dalam batas-batas yang dapat diijinkan yang digunakan di dalam desain harus disediakan dengan biaya penyedia jasa.

Penyedia jasa akan bertanggung jawab atas penyediaan ikatan angin atau peralatan pengaku sementara untuk mengakomodasi penanganan tegangan di bagian atau segmen individu dari struktur selama pemasangan.

8.4.3 Mempertahankan alinemen dan lawan lendut

Selama pemasangan, Penyedia jasa itu akan bertanggung jawab atas segmen dukungan dari struktur dengan cara bahwa akan menghasilkan alinemen dan lawan lendut yang sesuai di dalam struktur yang diselesaikan. Rangka ruang dan ikatan angin diagonal harus

dipasang seperti yang diperlukan selama proses pemasangan untuk menyediakan kestabilan dan menjamin geometri yang benar. Ikatan angin sementara, jika perlu pada setiap tahap pemasangan, harus disediakan oleh Penyedia jasa.

8.5 Perakitan lapangan

Bagian harus dengan teliti dirakit seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana atau gambar pemasangan, dan setiap tanda yang sesuai harus diikuti. Bahan harus secara hati-hati ditangani sehingga tidak ada bagian akan bengkok atau rusak. Menempa yang akan melukai atau membengkokkan para anggota itu tidak boleh dilakukan. Permukaan perletakan dan permukaan yang menjadi hubungan permanen harus dibersihkan sebelum bagian tersebut itu dirakit. Sambungan dan hubungan lapangan harus mempunyai setengah lubang yang diisi dengan baut-baut dan pin pemasangan silinder (setengah baut dan setengah pin) sebelum pemasangan dan bautan keseimbangan dari baut kekuatan tinggi. Sambungan dan hubungan yang memikul lalu lintas selama pemasangan harus mempunyai tiga-per-empat dari lubang-lubang sehingga diisi.

Baut yang digunakan untuk melengkapi diharapkan adalah baut kekuatan tinggi yang sama dengan yang digunakan pada pemasangan. Jika baut lain digunakan maka baut tersebut harus mempunyai diameter yang sama seperti baut kekuatan tinggi tersebut, dan pin pemasangan silinder harus 0,7937 mm lebih besar.

8.6 Hubungan pin

Mur pengarah dan penggerak harus digunakan dalam pin penggerak. Mur tersebut harus harus disediakan oleh penyedia jasa tanpa beban biaya.

Pin harus digerakkan sehingga bagian tersebut akan mengambil penuh tumpuan pada pin tersebut. Mur pin harus digenggam kuat dan bagian kasar dari ulir dari mur dengan suatu pahat runcing.

8.7 Ketidakcocokan

Koreksi dari ketidakcocokan minor yang melibatkan sejumlah kecil tentang pelebaran, pemotongan, penggerindaan dan memotong akan dipertimbangkan menjadi suatu bagian sah dari pemasangan. Bagaimanapun, setiap kesalahan di dalam fabrikasi di pabrik atau deformasi sebagai hasil dari penanganan dan pengangkutan akan menjadi penyebab untuk penolakan.

Penyedia jasa harus bertanggung jawab untuk semua ketidakcocokan, kesalahan, dan kerusakan dan harus membuat koreksi dan penggantian yang perlu.

Lampiran A
(informatif)
Contoh pelaksanaan konstruksi

Secara garis besar pelaksanaan pemasangan ortotropik untuk penggantian lantai jembatan rangka baja adalah sebagai berikut :

- a) Pembatasan beban kendaraan dapat dilakukan selama pelaksanaan pemasangan ortotropik jika membahayakan struktur jembatan dan Pengaturan lalu lintas harus dilakukan sedemikian rupa untuk menghindari terjadinya penumpukan antrian kendaraan terutama diatas jembatan.
- b) Pengencangan struktur rangka baja sesuai dengan ketentuan pada Subpasal 7.5.
- c) Gelagar melintang harus bersih dari sisa-sisa bongkaran.
- d) Pembongkaran beton per jalur dapat dibongkar secara keseluruhan selama aman terhadap struktur jembatan, sebagaimana terlihat pada Gambar A.1.
- e) Selama tahap pemasangan ortotropik, monitoring perubahan jarak antar gelagar melintang dilakukan pada tiap segmen, sebagaimana terlihat pada Gambar A.2 sampai dengan Gambar A.4. Ketentuan yang harus dilaksanakan adalah Pasal 7 dari pedoman ini.
- f) Untuk mengurangi pengaruh perubahan lawan lendut, pemasangan ortotropik dilakukan sesaat setelah pembuatan lubang baut.
- g) Pengencangan baut 100 % dilakukan pada saat pelat ortotropik dan komponen pendukung terpasang per jalur secara keseluruhan, sesuai dengan ketentuan pada Subpasal 6.3.
- h) Penghamparan lapisan aus, sebagaimana terlihat pada Gambar A.5 dan A.6, sesuai dengan Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Seksi 6.



CATATAN Keterangan gambar dari kiri-kanan, atas bawah: pelat lantai blok beton yang sudah dibentuk blok lantai beton yang mudah untuk diangkut; pembongkaran baut untuk pelat lantai bergelombang baja dan pembersihan tonjolan tulangan dari segmen yang bersebelahan yang belum dibongkar untuk memudahkan pemasangan pelat ortotropik baja segmental

Gambar A.1 - Proses pembongkaran lantai beton dan pelat bergelombang baja



CATATAN Keterangan gambar dari kiri-kanan, atas bawah: penentuan titik acuan pelat pelapis penguat sebagai pola untuk pemboran di atas flens gelagar melintang, penjepitan pelat pelapis penguat di atas flens gelagar melintang, pemboran pada flens gelagar melintang, hasil pemboran yang diperoleh

Gambar A.2 - Proses penyiapan dudukan pelat ortotropik



CATATAN

Keterangan gambar dari kiri-kanan, atas-bawah : Pengangkutan pelat segmental dengan berat 2 ton oleh forklift, Pelat segmental yang telah selesai diletakkan di atas gelagar melintang di atas pelat pelapis penguat, pemasangan pelat T pengaku di setiap sambungan dalam arah memanjang untuk mencegah defleksi yang berlebihan di bagian pertemuan antar segmen, pemasangan baut yang menghubungkan antara segmen pelat ortotropik dengan elemen sistem lantai jembatan rangka baja eksisting, hasil pemasangan baut di bagian pelat penyambung antar-segmen dalam arah melintang, hasil pemasangan baut di segmen trotoar di atas segmen pelat ortotropik utama

Gambar A.3 - Proses pemasangan ortotropik dan komponen pendukung



CATATAN Keterangan gambar kiri-kanan: tampak bagian atas, tampak bagian bawah

Gambar A.4 - Hasil pemasangan pelat ortotropik baja



CATATAN Keterangan gambar kiri-kanan, atas-bawah: Pembersihan bagian atas baja dengan, proses pelaburan epoksi dan agregat satu lapis, hasil yang diperoleh dari pelaburan

Gambar A.5 - Pekerjaan pelaburan epoksi dan agregat satu lapis



CATATAN Keterangan gambar kiri-kanan, atas-bawah : Pelaburan lapisan baut aus di atas lapisan agregat satu lapis, penghamparan lapisan aus, proses pemadatan

Gambar A.6 - Pekerjaan laston lapis aus (AC-WC) *levelling* tahap 2

Lampiran B
(informatif)
Spesifikasi laburan epoksi dan agregat satu lapis

B.1 Umum

Yang dimaksud dengan Laburan Epoxy satu lapis, adalah lapis penutup Epoxy yang ditaburi dengan salah satu lapis agregat bergradasi seragam (tebalnya maksimum 9 mm)

B.2 Persyaratan

[Click dan tuliskan materi pasal di sini]

B.2.1 Standar rujukan

SNI 2417-2008 : Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles

SNI 03-6750-2002 : Spesifikasi bahan laburan satu lapis

ASTM, C881M-02, Type I Grade 3, Class B+C (Epoxy Resin Base System for Concrete).

B.2.2 Persyaratan bahan

[Click dan tuliskan materi sub-pasal di sini]

B.2.2.1 Bahan untuk epoksi

Bahan untuk Epoksi

- a) Mempunyai berat isi $1,9 \pm 0,2$ kg/liter pada temperature 23° C.
- b) Bisa digelar dengan mudah dengan ketebalan 1 mm, tanpa mengalir.
- c) Tidak menyusut sewaktu mengeras.
- d) Koefisien muai panas $\leq 59 \times 10^{-6} / ^{\circ}$ C, untuk temperatur antara 23° C - 60° C.
- e) Mempunyai daya lekat sebagai yang terlihat pada Tabel B.1, pengujian yang dilakukan sesuai dengan EN ISO 4624 dan 12188).

Tabel B.1 Karakteristik tipikal bahan epoksi untuk pekerjaan laburan epoksi dan agregat satu lapis

Waktu perawatan	Temperatur	Bahan Lapis Dasar	Kuat Lekat
1 hari	10 °C	Baja / Besi	6 N/mm ² sampai dengan 10 N/mm ²
3 hari	10 °C	Baja / Besi	10 N/mm ² sampai dengan 14 N/mm ²
1 hari	23 °C	Baja / Besi	11 N/mm ² sampai dengan 15 N/mm ²
3 hari	23 °C	Baja / Besi	6 N/mm ² sampai dengan 10 N/mm ²

B.2.2.2 Persyaratan agregat

Agregat yang digunakan untuk pekerjaan Laburan Epoxy berupa batu pecah satu lapis dan harus memenuhi spesifikasi bahan sesuai dengan SNI 03-6750-2002.

B.2.2.3 Persyaratan gradasi agregat

Persyaratan gradasi agregat harus memenuhi hasil analisis saringan sebagaimana yang terdapat pada Tabel B.2.

Tabel B.2 Karakteristik hasil analisis saringan untuk untuk pekerjaan laburan epoksi dan agregat satu lapis

No. Saringan	% Lolos
3/8 (9,52 mm)	100
No.4 (5 mm)	75-100
No.8 (2,36 mm)	0

B.2.3 Persyaratan peralatan

Peralatan yang harus disediakan dan digunakan adalah *Pneumatic Tyre Roller*.

B.3 Pelaksanaan

Pelaksanaan pekerjaan adalah:

- Pelaburan dengan Epoxy dilaksanakan pada permukaan yang kering dan bersih, serta tidak boleh hujan atau akan turun hujan.
- Pelaburan Epoxy dilakukan pada permukaan pelat lantai baja setebal 1 mm.
- Setelah Laburan merata, penghamparan agregat dilakukan pada saat itu juga.
- Pemadatan dilakukan dengan *Pneumatic Tyre Roller*, sehingga agregat tertanam dengan baik (2 lintasan).
- Pekerjaan pengaspalan (AC-WC), dapat dilakukan 24 jam setelah pekerjaan laburan.
- Setelah pelaburan dengan agregat selesai, agregat yang berlebih disapu terlebih dahulu sampai tidak ada agregat yang lepas, selanjutnya diberi lapisan ikat sebelum dilakukan pekerjaan pengaspalan (AC-WC).

B.4 Pengendalian mutu

Kegiatan pengendalian mutu yang dimaksudkan adalah:

- Agregat yang digunakan harus diperiksa, gradasi, kepipihan, kelekatan, abrasi dan kebersihan.
- Lapisan epoksi pengikat harus diperiksa jumlah dan kerataannya.
- Jumlah pemakaian epoksi per m² harus selalu diperiksa di atas permukaan yang akan dilabur.
- Kerataan hamparan agregat harus diperhatikan.
- [Click dan tuliskan materi di sini]

B.5 Pengukuran dan pembayaran

B.5.1 Pengukuran untuk pembayaran

Pengukuran yang berhubungan dengan pembayaran adalah:

- a) Pengukuran epoksi, epoksi harus diukur untuk pembayaran dalam satuan liter sebagai volume nominal yang telah dipakai dan volume nominal harus didefinisikan sebagai luas permukaan yang telah dilabur dengan epoksi.
- b) Pengukuran agregat satu lapis, agregat satu lapis diukur untuk pembayaran harus dalam satuan meter persegi permukaan jalan yang telah diberi agregat satu lapis.

B.5.2 Dasar pembayaran

Pembayaran dilaksanakan berdasarkan kuantitas terukur sesuai persyaratan sebagaimana yang terlihat pada Tabel B.3.

Tabel B.3 Dasar pembayaran laburan epoksi dan agregat satu lapis

Uraian Kegiatan	Satuan Pengukuran
Penghamparan agregat satu lapis	m ²
Penghamparan epoksi	liter

Bibliografi

____, 1963. Design Manual for "Orthotropic Steel Plate Deck Bridges, AISC

Troitsky, M.S., 1967. Orthotropic Bridges, Theory and Design, Lincoln Arc Welding Foundation

AASHTO LRFD *Standard Specifications for Highway Bridges* 17th Edition. 2005.

Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum.

2. Penyusun

Nama	Instansi
Redrik Irawan, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan