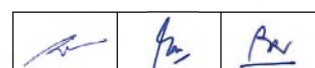


**DIVISI 7****STRUKTUR****SEKSI 7.1****BETON DAN BETON KINERJA TINGGI****7.1.1 UMUM**1) **Uraian**

- a) Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.
- b) Beton kinerja tinggi adalah beton yang memiliki kinerja khusus, dan persyaratan keseragaman (*uniformity*) yang tidak selalu dapat dicapai hanya oleh material, pencampuran (*mixing*) normal, penempatan (*placing*), dan perawatan (*curing*) konvensional. Persyaratan kinerja tersebut meliputi penempatan dan pampatan tanpa segregasi, kekuatan awal (*early age strength*), keteguhan (*toughness*), stabilitas volume (*volume stability*), masa layan (*service life*) seperti beton memadat sendiri (*self compacting concrete, SCC*).
- c) Pekerjaan yang diatur dalam seksi ini harus mencakup pelaksanaan seluruh struktur beton bertulang, beton tanpa tulangan, beton memadat sendiri (*self compacting concrete, SCC*), beton bervolume besar (*mass concrete*), beton pratekan, beton pracetak dan beton untuk struktur baja komposit, sesuai dengan spesifikasi dan Gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
- d) Beton Memadat Sendiri (*self compacting concrete, SCC*) adalah beton yang tidak memerlukan penggetaran untuk pematatannya. Beton ini dapat mengalir karena beratnya sendiri, sehingga dapat mengisi penuh acuan dan memperoleh hasil beton yang padat dan kedap tanpa pematatan, bahkan pada penulangan yang rapat.
- e) Beton Bervolume Besar (*mass concrete*) adalah beton dengan ukuran relatif besar dengan dimensi terkecil sama atau lebih besar dari 1 m atau komponen struktur dengan ukuran yang lebih kecil dari 1 m tetapi mempunyai potensi menghasilkan temperatur maksimum/puncak melebihi batas temperatur yang diizinkan.
- f) Pekerjaan ini harus pula mencakup penyiapan tempat kerja untuk pengecoran beton, pengadaan perawatan beton, lantai kerja dan pemeliharaan fondasi seperti pemompaan atau tindakan lain untuk mempertahankan agar fondasi tetap kering.
- g) Mutu beton yang digunakan pada masing-masing bagian dari pekerjaan dalam Kontrak harus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Mutu beton yang digunakan dalam Spesifikasi ini dapat dibagi sebagai berikut:



Tabel 7.1.1.1) Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	$f_c'$ (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	$f_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, diafragma pratekan, dan sejenisnya.
Mutu sedang	$20 \leq f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma non pratekan, kereb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
Mutu rendah	$15 \leq f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar
	$f_c' < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja detail pelaksanaan beton untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Kajian Teknis Lapangan                | : | Seksi 1.9  |
| c) | Pengamanan Lingkungan Hidup           | : | Seksi 1.17 |
| d) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| e) | Manajemen Mutu                        | : | Seksi 1.21 |
| f) | Pasangan Batu dengan Mortar           | : | Seksi 2.2  |
| g) | Gorong-gorong dan Drainase Beton      | : | Seksi 2.3  |
| h) | Drainase Porous                       | : | Seksi 2.4  |
| i) | Galian                                | : | Seksi 3.1  |
| j) | Timbunan                              | : | Seksi 3.2  |
| k) | Baja Tulangan                         | : | Seksi 7.3  |
| l) | Adukan Semen                          | : | Seksi 7.8  |
| m) | Pembongkaran Struktur                 | : | Seksi 7.15 |

4) Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok dari campuran yang dihasilkan dan cara kerja serta hasil akhir harus dipantau dan dikendalikan seperti yang disyaratkan dalam Standar Rujukan dalam Pasal 7.1.1.6) di bawah ini.

5) Toleransia) Toleransi Dimensi :

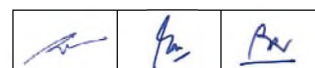
- |   |  |         |
|---|--|---------|
| ▪ | Panjang keseluruhan sampai dengan 6 m. | + 5 mm  |
| ▪ | Panjang keseluruhan lebih dari 6 m     | + 15 mm |

- Panjang balok, pelat lantai jembatan, kolom dinding, atau antara kepala jembatan 0 dan + 10 mm
- b) Toleransi Bentuk :
- Persegi (selisih dalam panjang diagonal) 10 mm
  - Kelurusan atau lengkungan (penyimpangan dari garis yang dimaksud) untuk panjang s/d 3 m 12 mm
  - Kelurusan atau lengkungan untuk panjang 3 m - 6 m 15 mm
  - Kelurusan atau lengkungan untuk panjang > 6 m 20 mm
- c) Toleransi Kedudukan (dari titik patokan) :
- Kedudukan kolom pra-cetak dari rencana ± 10 mm
  - Kedudukan permukaan horizontal dari rencana ± 10 mm
  - Kedudukan permukaan vertikal dari rencana ± 20 mm
- d) Toleransi Alinemen Vertikal :
- Penyimpangan ketegakan kolom dan dinding ± 10 mm
- e) Toleransi Ketinggian (elevasi) :
- Puncak lantai kerja di bawah fondasi ± 10 mm
  - Puncak lantai kerja di bawah pelat injak ± 10 mm
  - Puncak kolom, tembok kepala, balok melintang ± 10 mm
- f) Toleransi Alinyemen Horizontal : 10 mm dalam 4 m panjang mendatar.
- g) Toleransi untuk Penutup / Selimut Beton Tulangan :
- Selimut beton sampai 30mm 0 dan + 5 mm
  - Selimut beton 30mm - 50mm 0 dan + 10 mm
  - Selimut beton 50mm - 100mm ± 10 mm

6) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI):

- SNI 0302:2014 : Semen portland pozolan
- SNI ASTM C117:2012 : Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 µm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian (ASTM C117-2004, IDT).
- SNI ASTM C136:2012 : Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (ASTM C136-06, IDT).
- SNI ASTM C309:2012 : Spesifikasi Kompon Cair Pembentuk Membran untuk Perawatan Beton.
- SNI ASTM C403/ C403M:2012 : Metode uji waktu pengikatan campuran beton dengan ketahanan penetrasi
- SNI 1969:2016 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus
- SNI 1970:2016 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
- SNI 1972:2008 : Metode pengujian slump beton.
- SNI 1973:2016 : Metode uji densitas, volume campuran dan kadar udara (gravimetrik) beton (ASTM C136/C136M, MID).



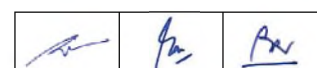
SNI 1974:2011	: Metode pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder yang dicetak.
SNI 2049:2015	: Semen Portland.
SNI 2417:2008	: Metode pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles.
SNI 2458:2008	: Metode pengambilan contoh untuk campuran beton segar.
SNI 2460:2014	: Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton (ASTM C618-08a, IDT).
SNI 03-2492-2002	: Metode pengambilan dan pengujian beton inti.
SNI 2493:2011	: Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.
SNI 03-2495-1991	: Spesifikasi bahan tambahan untuk beton.
SNI 2816:2014	: Metode uji bahan organik dalam agregat halus untuk beton (ASTM C40/C40M-11, IDT).
SNI 03-2834-2000	: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
SNI 03-3403-1994	: Metode pengujian kuat tekan beton inti pemboran.
SNI 3407:2008	: Metode pengujian sifat kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat.
SNI 03-3418-1994	: Metode pengujian kandungan udara pada beton segar.
SNI 03-3976-1995	: Tata cara pengadukan dan pengecoran beton.
SNI 4141:2015	: Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat (ASTM C142-04, IDT).
SNI 03-4433-1997	: Spesifikasi beton siap pakai.
SNI 03-4804-1998	: Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat.
SNI 4807:2015	: Metode uji pengukuran temperatur beton segar campuran semen hidraulis (ASTM C1064/C1064M-08, IDT).
SNI 4810:2013	: Tata cara pembuatan dan perawatan spesimen uji beton di lapangan (ASTM C31-10, IDT).
SNI 4817:2008	: Spesifikasi lembaran bahan penutup untuk perawatan beton.
SNI 6385:2016	: Spesifikasi semen slag untuk digunakan dalam beton dan mortar
SNI 03-6429-2000	: Metode pengujian kuat tekan beton silinder dengan cetakan silinder di dalam tempat cetakan.
SNI 6880:2016	: Spesifikasi beton structural.
SNI 6889-2014	: Tata cara pengambilan contoh uji agregat (ASTM D75/D75M-09, IDT).
SNI 7656:2015	: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.
SNI 7974:2016	: Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis (ASTM C1602-06, IDT)
SNI 8321:2016	: Spesifikasi agregat beton (ASTM C33/C33M-13, IDT)
SE No.22/SE/M/2015	: Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia ( <i>Chemical Admixture</i> ) dalam Beton

American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)

AASHTO	: <i>LRFD Bridge Construction Specification 2017.</i>
AASHTO T259-02(2012)	: <i>Resistance of Concrete to Chloride Ion Penetration.</i>

American Society for Testing and Materials (ASTM) :

ASTM C42/2M-18	: <i>Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.</i>
----------------	--



ASTM C174/C174M-17	: <i>Standard Test Method for Measuring Thickness of Concrete Elements Using Drilled Concrete Cores.</i>
ASTM C597-16	: <i>Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete.</i>
ASTM C642-13	: <i>Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.</i>
ASTM C827-16	: <i>Standard Test Method for Change in Height at Early Ages of Cylindrical Specimens of Cementitious Mixtures.</i>
ASTM C989/C989M-17	: <i>Specification for Ground Granulated Blast Furnace Slag for use in Concrete and Mortars.</i>
ASTM C1064/C1064M-17	: <i>Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete.</i>
ASTM C1107/C1107M-17	: <i>Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink).</i>
ASTM C1202-12	: <i>Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration</i>
ASTM C1611/C1611M-14	: <i>Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete</i>
ASTM D448-12(2017)	: <i>Standard Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction</i>
ASTM G59-97(2014)	: <i>Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements</i>

#### American Concrete Institute (ACI)




ACI 201.2R-16	: <i>Guide to Durable Concrete</i>
ACI 207.1R-05	: <i>Guide to Mass Concrete</i>
ACI 207.2R-07	: <i>Report on Thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete</i>
ACI 214R – 11	: <i>Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete</i>
ACI 214.4R-10 (Reapproved 2016)	: <i>Guide for Obtained Cores and Interpreting Compressive Strength Result</i>
ACI 305.1-14	: <i>Specification for Hot Weather Concreting (Metric)</i>
ACI 309.1R-08	: <i>Report on Behavior of Fresh Concrete During Vibration</i>
ACI 309.2R-15	: <i>Guide to Identification and Control of Visible Surface Effects of Consolidation on Formed Concrete Surface</i>
ACI 363R-10	: <i>Report on High-Strength Concrete</i>
ACI 363.2R-11	: <i>Guide to Quality Control and Assurance of High-Strength Concrete.</i>

#### British Standar (BS) :

BS EN 206:2013+A1:2016	: <i>Concrete. Specification, performance, production and conformity.</i>
------------------------	---

#### 7) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus mengirimkan contoh dari seluruh bahan yang hendak digunakan dengan data pengujian yang memenuhi seluruh sifat bahan yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.2 dari Spesifikasi ini.
- b) Penyedia Jasa harus mengirimkan rancangan campuran (*mix design*) untuk masing-masing mutu beton yang akan digunakan sebelum pekerjaan pengecoran beton dimulai, lengkap dengan hasil pengujian bahan dan hasil pengujian percobaan campuran beton di laboratorium berdasarkan kuat tekan beton secara umum untuk umur 7 dan 28 hari serta tambahan pengujian umur

		
---	---	---

56 hari untuk beton bervolume besar, kecuali ditentukan untuk umur-umur yang lain oleh Pengawas Pekerjaan.

c) Beton Bervolume Besar

Sebelum pelaksanaan pekerjaan beton bervolume besar, Penyedia Jasa harus menyerahkan Rancangan Pengendalian Temperatur disertai dengan perhitungan rancangan untuk disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Rancangan tersebut berupa perancangan campuran beton serta metode dan lama perawatan beton disertai dengan perlengkapan berikut :

i) Pengendalian dengan Dinding Insulasi

Bila digunakan dinding pelapisan acuan untuk menjaga perbedaan temperatur, bahan yang digunakan harus memiliki tingkat penahan panas antara 2 - 4 *hour-foot<sup>2</sup>/BTU*.

1 BTU (BTU : British Termal Unit) didefinisikan sebagai jumlah panas yang dibutuhkan untuk meningkatkan temperatur untuk 1 pound (sekitar 454 gram) air sebesar 1 derajat Fahrenheit. 143 BTU dibutuhkan untuk mencairkan 1 *pound* es.

ii) Peralatan Sensor Temperatur




Sensor temperatur yang digunakan adalah tipe thermistor atau yang sejenisnya. Sensor harus dapat menunjukkan temperatur dalam rentang 10 - 95°C atau dalam rentang yang disyaratkan dengan ketelitian baca 0,5°C. Alat temperatur harus dikalibrasi.

- d) Penyedia Jasa harus mengirim Gambar detail untuk seluruh perancah yang akan digunakan, dan harus memperoleh persetujuan dari Pengawas Pekerjaan sebelum setiap pekerjaan perancah dimulai.
- e) Penyedia Jasa harus memberitahu Pengawas Pekerjaan secara tertulis paling sedikit 24 jam sebelum tanggal rencana mulai melakukan pencampuran atau pengecoran setiap jenis beton, seperti yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.4.1) di bawah.

8) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

Cara penyimpanan semen harus mengikuti ketentuan sebagai berikut :

- a) Semen disimpan di ruangan yang kering dan tertutup rapat.
- b) Semen ditumpuk dengan jarak setinggi minimum 30 cm dari lantai ruangan, tidak menempel/melekat pada dinding ruangan dan tinggi timbunan maksimum 8 zak semen.
- c) Tumpukan zak semen disusun sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perputaran udara di antaranya, dan mudah untuk diperiksa.
- d) Semen dari berbagai jenis/merek disimpan secara terpisah.
- e) Semen yang baru datang tidak boleh ditumpuk di atas tumpukan semen yang sudah ada dan penggunaannya harus dilakukan menurut urutan pengiriman.
- f) Untuk semen dalam bentuk curah harus disimpan di dalam silo yang terbuat dari baja atau beton dan harus terhindar dari kemungkinan tercampur dengan bahan lain.

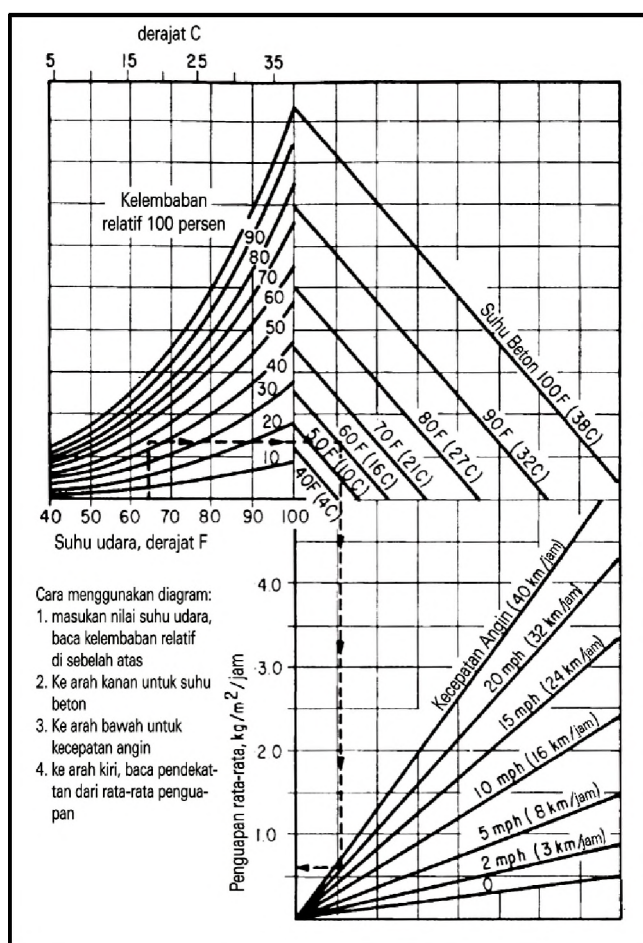
		
---	---	---

- g) Apabila semen telah disimpan lebih dari 2 (dua) bulan, maka sebelum digunakan harus diperiksa terlebih dahulu bahwa semen tersebut masih memenuhi syarat.

9) Kondisi Tempat Kerja

Penyedia Jasa harus menjaga temperatur semua bahan, terutama agregat kasar, dengan temperatur pada tingkat yang serendah mungkin dan harus dijaga agar selalu di bawah 30°C sepanjang waktu pengecoran. Pada kondisi ekstrim, di mana pengecoran terpaksa dilakukan pada temperatur udara di atas 30°C, maka metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran harus mengacu kepada ACI 305.1-14 *Specification for Hot Weather Concreting*. Sebagai tambahan, Penyedia Jasa tidak boleh melakukan pengecoran bilamana :

- a) Tingkat penguapan melampaui 1,0 kg/m<sup>2</sup>/jam sesuai dengan petunjuk Gambar 7.1.1.1)



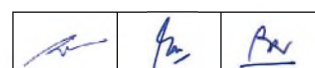
Gambar 7.1.1.1) Diagram Penentuan Tingkat Penguapan Air Rata-rata

- b) Lengas nisbi dari udara kurang dari 40 %.
- c) Tidak diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan, selama turun hujan atau bila udara penuh debu atau tercemar.

Catatan :

Perkiraan temperatur beton ditentukan dengan rumus empiris berikut ini:

Temperatur beton = 0,1 temperatur semen PC + 0,3 temperatur air + 0,6 temperatur agregat (kasar dan halus)

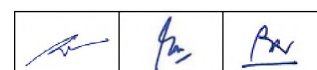


- 10) Perbaikan Atas Pekerjaan Beton Yang Tidak Memenuhi Ketentuan
- a) Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi kriteria toleransi yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.1.5), atau yang tidak memiliki permukaan akhir yang memenuhi ketentuan, atau yang tidak memenuhi sifat-sifat campuran yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.3.1), harus mengikuti petunjuk yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan dan dapat meliputi :
    - i) Perubahan proporsi campuran beton untuk sisa pekerjaan yang belum dikerjakan;
    - ii) Tambahan perawatan pada bagian struktur yang hasil pengujiannya gagal;
    - iii) Perkuatan atau pembongkaran menyeluruh dan penggantian bagian pekerjaan yang dipandang tidak memenuhi ketentuan;
  - b) Bilamana terjadi perbedaan pendapat dalam mutu pekerjaan beton atau adanya keraguan dari data pengujian yang ada, Pengawas Pekerjaan dapat meminta Penyedia Jasa melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan adil. Biaya pengujian tambahan tersebut haruslah menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.
  - c) Perbaikan atas pekerjaan beton yang retak atau bergeser yang diakibatkan oleh kelalaian Penyedia Jasa merupakan tanggung jawab Penyedia Jasa dan harus dilakukan dengan biaya sendiri. Penyedia Jasa tidak bertanggung jawab atas kerusakan yang timbul berasal dari bencana alam yang tidak dapat dihindarkan, asalkan pekerjaan yang rusak tersebut telah diterima dan dinyatakan oleh Pengawas Pekerjaan secara tertulis telah selesai.
  - d) Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 7.1.6.3).i) dan Pasal 7.1.6.3).j) dapat mencakup pembongkaran dan penggantian seluruh beton.

## 7.1.2 BAHAN

- 1) Semen
  - a) Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus jenis semen Portland tipe I, II, III, IV, dan V yang memenuhi SNI 2049:2015 tentang Semen Portland atau PPC (*Portland Pozzolan Cement*) yang memenuhi ketentuan SNI 0302:2014 dapat digunakan apabila diizinkan tertulis oleh Pengawas Pekerjaan.
  - b) Di dalam satu kegiatan harus menggunakan satu tipe dan satu merek semen, kecuali jika diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan. Apabila hal tersebut diizinkan, maka Penyedia Jasa harus mengajukan kembali rancangan campuran beton sesuai dengan tipe dan merek semen yang digunakan.
- 2) Air

Air yang digunakan untuk campuran beton, harus bersih, dan bebas dari bahan yang merugikan seperti minyak, garam, asam, basa, gula atau organik. Air harus diuji sesuai dengan; dan harus memenuhi ketentuan dalam SNI 7974:2016. Apabila timbul keraguan atas mutu air yang diusulkan dan karena sesuatu sebab pengujian air seperti di atas tidak dapat dilakukan, maka harus diadakan perbandingan pengujian kuat tekan





mortar semen dan pasir standar dengan memakai air yang diusulkan dan dengan memakai air murni hasil sulingan. Air yang diusulkan dapat digunakan apabila kuat tekan mortar dengan air tersebut pada umur 7 (tujuh) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari mempunyai kuat tekan minimum 90% dari kuat tekan mortar dengan air suling untuk periode umur yang sama. Air yang diketahui dapat diminum dapat digunakan.

3) Agregat

a) Ketentuan Gradasi Agregat

- i) Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 7.1.2.1), tetapi atas persetujuan Pengawas Pekerjaan, bahan yang tidak memenuhi ketentuan gradasi tersebut masih dapat digunakan apabila memenuhi sifat-sifat campuran yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.1.7) dan 7.1.3.1) yang dibuktikan oleh hasil campuran percobaan.

Tabel 7.1.2.1) Ketentuan Gradasi Agregat

Ukuran Saringan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat					
ASTM	(mm)	Halus*)	Kasar				
			Ukuran nominal maksimum 37,5 mm	Ukuran nominal maksimum 25 mm	Ukuran nominal maksimum 19 mm	Ukuran nominal maksimum 12,5 mm	Ukuran nominal maksimum 9,5 mm
2"	50,8	-	100	-	-	-	-
1½"	38,1	-	90 -100	100	-	-	-
1"	25,4	-	-	95 -100	100	-	-
¾"	19	-	35 - 70	-	90 - 100	100	-
½"	12,7	-	-	25 - 60	-	90 - 100	100
⅜"	9,5	100	10 - 30	-	30 - 65	40 - 75	90 - 100
No.4	4,75	95 - 100	0 - 5	0 - 10	5 - 25	5 - 25	20 - 55
No.8	2,36	80 - 100	-	0 - 5	0 - 10	0 - 10	5 - 30
No.16	1,18	50 - 85	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 10
No.50	0,300	10 - 30	-	-	-	-	0 - 5
No.100	0,150	2 - 10	-	-	-	-	-

Catatan :

(\*) : tidak merujuk gradasi agregat halus dalam SNI 03-2834-2000

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

b) Sifat-sifat Agregat

- i) Agregat yang digunakan harus bersih, keras, kuat yang diperoleh dari pemecahan batu atau koral, atau dari penyaringan dan pencucian (jika perlu) kerikil dan pasir sungai.

Tabel 7.1.2.2) Ketentuan Mutu Agregat

Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles		SNI 2417:2008	-	40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	SNI 3407:2008	10%	12%
	Magnesium		15%	18%
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah		SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos saringan No.200.		SNI ASTM C117: 2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%
Kotoran Organik		SNI 2816:2014	Pelat Organik No.3	-

- ii) Agregat harus memenuhi sifat-sifat yang diberikan dalam Tabel 7.1.2.2) bila contoh-contoh diambil dan diuji sesuai dengan prosedur yang berhubungan.

4) Batu Untuk Beton Siklop

Batu untuk beton siklop harus keras, awet, bebas dari retak, tidak berongga dan tidak rusak oleh pengaruh cuaca. Batu harus bersudut runcing, bebas dari kotoran, minyak dan bahan-bahan lain yang mempengaruhi ikatan dengan beton. Ukuran batu yang digunakan untuk beton siklop tidak boleh lebih besar dari 250 mm.

5) Bahan Tambah

Yang digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kinerja beton dapat berupa bahan tambah kimia dan/atau bahan tambah mineral sebagai bahan pengisi pori dalam campuran beton.

a) Bahan Tambah Kimia

Bahan tambah yang berupa bahan kimia ditambahkan dalam campuran beton dalam jumlah tidak lebih dari 5% berat semen selama proses pengadukan atau selama pelaksanaan pengadukan tambahan dalam pengecoran beton. Ketentuan mengenai bahan tambah kimia ini harus mengacu pada SNI 03-2495-1991. Bahan tambah kimia (*admixture*) yang mengandung Klorid tidak diizinkan untuk beton bertulang.

Untuk tujuan peningkatan kinerja beton segar, bahan tambah campuran beton dapat digunakan untuk keperluan-keperluan : meningkatkan kinerja kelecakan adukan beton tanpa menambah air; mengurangi penggunaan air dalam campuran beton tanpa mengurangi kelecakan; mempercepat pengikatan hidrasi semen atau pengerasan beton; memperlambat pengikatan hidrasi semen atau pengerasan beton; meningkatkan kinerja kemudahan pemompaan beton; mengurangi kecepatan terjadinya kehilangan slump (*slump loss*); mengurangi susut beton atau memberikan sedikit pengembangan volume beton (ekspansi); mengurangi terjadinya *bleeding*; mengurangi terjadinya segregasi.

Untuk tujuan peningkatan kinerja beton sesudah mengeras, bahan tambah campuran beton bisa digunakan untuk keperluan-keperluan : meningkatkan kekuatan beton (secara tidak langsung); meningkatkan kekuatan pada beton

muda; mengurangi atau memperlambat panas hidrasi pada proses pengerasan beton, terutama untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi; meningkatkan kinerja pengecoran beton di dalam air atau di laut; meningkatkan keawetan jangka panjang beton; meningkatkan kekedapan beton (mengurangi permeabilitas beton); mengendalikan ekspansi beton akibat reaksi alkali agregat; meningkatkan daya lekat antara beton baru dan beton lama; meningkatkan daya lekat antara beton dan baja tulangan; meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan tumbukan.

Penggunaan jenis bahan tambah kimia untuk maksud apapun harus berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang menyatakan bahwa hasilnya sesuai dengan persyaratan dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

*Viscosity Modifying Admixture* (VMA) digunakan untuk mengurangi segregasi dan sensitivitas campuran terhadap variasi komponen lainnya terutama kadar air, biasanya digunakan untuk beton memadat sendiri (SCC) bilamana kadar bubuk (*powder*) sebagaimana yang diuraikan pada Pasal 7.1.2.6) dalam campuran tidak mencukupi.

b) Bahan Tambah Mineral

Mineral yang berupa bahan tambah dapat berbentuk: abu terbang (*fly ash*) kelas F sesuai dengan SNI 2460:2014; semen slag atau terak tanur tinggi berbutir (*ground granulated blast furnace slag*) sesuai dengan SNI 6385:2016; mikro silica atau *silica fume*.

Penggunaan abu terbang (*fly ash*) tidak dibenarkan untuk beton yang menggunakan semen tipe *Portland Pozzolan Cement* (PPC).




4) Bubuk (*Powder*)

Bubuk (*powder*) adalah partikel lolos ayakan No.120 (0,125 mm) yang diperlukan untuk mencegah segregasi campuran beton memadat sendiri (SCC), dapat berasal dari semen, agregat dan bahan tambah mineral, dengan partikel yang lolos ayakan No.230 (0,063 mm) yang disarankan lebih dari 70%.

### 7.1.3 **PENCAMPURAN DAN PENAKARAN**

1) Ketentuan Sifat-sifat Campuran

- a) Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kelecakan (*workability* dinyatakan dengan *slump*), kekuatan (dinyatakan dengan kuat tekan, *strength*), dan keawetan (*durability*, dinyatakan dengan ketahanan terhadap cuaca, abrasi, kekedapan dan kimia) yang dibutuhkan sebagaimana disyaratkan. Untuk beton Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*, SCC), penilaian mengenai kelecakan (*workability*) harus dilakukan melalui uji *slump flow*, kecuali ditentukan untuk umur-umur yang lain oleh Pengawas Pekerjaan. Kecuali ditentukan lain, rancangan campuran harus memiliki deviasi standar rencana (Sr) sesuai dengan Tabel 4.3 dan 4.4 dari ACI 214R-11 yang ditunjukkan dalam Tabel 7.1.3.1) dan Tabel 7.1.3.2), baik pengendalian mutu beton pada waktu pelaksanaan secara umum dan percobaan campuran yang dilaksanakan di laboratorium.

		
---	---	---

Tabel 7.1.3.1) Deviasi Standar Secara Keseluruhan (*Overall*)\*

Mutu Beton	Pelaksanaan secara umum	Percobaan campuran di laboratorium
$\leq 35$ MPa	2,8 – 4,8 (MPa)	1,4 – 2,4 (MPa)
$> 35$ MPa	7% – 14 % $f_c'$	3,5% - 7% $f_c'$

Catatan:

\* : keseluruhan (*overall*) mencakup dalam pencampuran (*within batch*) dan antar pencampuran (*batch to batch*)

Tabel 7.1.3.2) Deviasi Standar Dalam Pencampuran (*within Batch*)

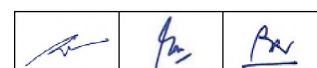
Mutu Beton	Pelaksanaan secara umum	Percobaan campuran di laboratorium
$\leq 35$ MPa	3 - 6 (MPa)	2 - 5 (MPa)
$> 35$ MPa	3% - 6% $f_c'$	2% - 5% $f_c'$

- b) Untuk jenis pekerjaan beton yang lain, sifat-sifat mekanik beton selain kuat tekan juga penting untuk diketahui. Penyedia Jasa wajib menyerahkan data tersebut kepada Pengawas Pekerjaan.
- c) Sebelum dilakukan pengecoran, Penyedia Jasa harus membuat campuran percobaan menggunakan proporsi campuran hasil rancangan campuran dengan atau tanpa bahan tambah serta bahan yang diusulkan, dengan disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan, yang menggunakan jenis instalasi dan peralatan yang sama seperti yang akan digunakan untuk pekerjaan (serta sudah memperhitungkan waktu pengangkutan dll). Dalam kondisi beton segar, adukan beton harus memenuhi syarat kelecakan (nilai *slump*) yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dari hasil campuran percobaan harus mencapai kekuatan minimum 90% dari nilai kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan dalam rancangan campuran beton (*mix design*) umur 7 hari dan memenuhi persyaratan deviasi standar sesuai dengan Tabel 7.1.3.1) dan 7.1.3.2). Bilamana hasil pengujian beton berumur 7 hari dari campuran percobaan tidak menghasilkan kuat tekan beton yang disyaratkan, maka Penyedia Jasa harus melakukan penyesuaian campuran dan mencari penyebab ketidaksesuaian tersebut, dengan meminta saran tenaga ahli yang kompeten di bidang beton untuk kemudian melakukan percobaan campuran kembali sampai dihasilkan kuat tekan beton di lapangan yang sesuai dengan persyaratan. Bilamana deviasi standar yang dihasilkan pada percobaan campuran beton telah sesuai dengan Tabel 7.1.3.1) dan 7.1.3.2) dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa boleh melakukan pekerjaan pencampuran beton sesuai dengan Formula Campuran Kerja (*Job Mix Formula*, JMF) hasil percobaan campuran.
- d) Apabila pengujian kuat tekan beton secara umum berumur 28 hari dan tambahan pengujian umur 56 hari untuk beton bervolume besar tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan, maka harus diambil tindakan mengikuti ketentuan menurut Pasal 7.1.6.3).i) dan Pasal 7.1.6.3).j).

## 2) Penyesuaian Campuran

### a) Penyesuaian Sifat Kelecakan (*Workability*)

Apabila sifat kelecakan pada beton dengan proporsi yang semula dirancang sulit diperoleh, maka Penyedia Jasa boleh melakukan perubahan rancangan agregat,



dengan syarat dalam hal apapun kadar semen yang semula dirancang tidak berubah, juga rasio air/semen yang telah ditentukan berdasarkan pengujian yang menghasilkan kuat tekan yang memenuhi tidak dinaikkan. Pengadukan kembali beton yang telah dicampur dengan cara menambah air atau oleh cara lain tidak diizinkan.

Bahan tambah (*aditif*) untuk meningkatkan sifat kelecakan hanya diizinkan bila secara khusus telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

*Slump flow* (diameter rata-rata beton segar yang mengalir membentuk lingkaran dengan konus *slump* terbalik) sesuai ASTM C1611/C1611M-14 dengan rentang dalam Tabel 7.1.3.3) di bawah:

Tabel 7.1.3.3) Ketentuan *Slump Flow*

Komponen	<i>Slump Flow</i> (mm) $T_{500} = 2 - 7$ detik
Beton Tanpa Tulangan atau dengan Penulangan Ringan (seperti tiang bor)	550 – 650
Beton dengan Penulangan Rapat (beton pada umumnya seperti, kolom)	650 – 750
Beton dengan bentuk yang rumit atau pengecoran yang sulit (ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm)	750 - 850

Catatan :

$T_{500}$  adalah waktu (dalam detik) yang diperlukan oleh tepi massa beton untuk mencapai diameter 500 mm sejak cetakan pertama kali diangkat dalam pengujian *slump flow*.

Ketentuan penerimaan hasil uji SCC dengan berbagai alat atau metoda pengujian ditunjukkan dalam Tabel 7.1.3.4) di bawah:

Tabel 7.1.3.4) Ketentuan Penerimaan Hasil Uji untuk SCC

Metoda	Satuan	Nilai Rentang Penerimaan	
		Minimum	Maksimum
<i>Slump flow</i>	mm	550	850
$T_{500}$ <i>slump flow</i>	detik	2	7
<i>J-ring</i>	mm	0	10
<i>V-funnel</i>	detik	8	12
<i>V-funnel</i> pada T 5 menit	detik	0	+3
<i>L-box</i>	(h/h1)	0,8	1,0
<i>U-box</i>	(h2/hj)	0	30
<i>Fill box</i>	%	90	100

b) Penyesuaian Campuran untuk Mencapai Kekuatan yang Disyaratkan

Bilamana pengujian beton pada umur yang lebih awal sebelum 28 hari menghasilkan kuat beton di bawah kekuatan yang disyaratkan, maka Penyedia Jasa tidak diperkenankan mengecor beton lebih lanjut sampai penyebab dari hasil yang rendah tersebut dapat diketahui dengan pasti dan sampai telah diambil tindakan-tindakan yang menjamin bahwa produksi beton memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi.

Bilamana beton tidak mencapai kekuatan yang disyaratkan, atas persetujuan Pengawas Pekerjaan kadar semen dapat ditingkatkan asalkan tidak melebihi batas kadar semen maksimum karena pertimbangan panas hidrasi (*AASHTO LRFD Bridge Construction Specification 8.4.3 Maximum Cementitious 593 kilogram/m<sup>3</sup> for High Performance Concrete*). Cara lain dapat juga dengan menurunkan rasio air/semen dengan pemakaian bahan tambah jenis *plasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja kelecakan adukan beton tanpa menambah air atau mengurangi penggunaan air dalam campuran beton tanpa mengurangi kelecakan adukan beton.

c) Penggunaan Bahan-bahan Baru




Perubahan sumber atau karakteristik bahan tidak boleh dilakukan tanpa pemberitahuan tertulis kepada Pengawas Pekerjaan. Bahan baru tidak boleh digunakan sampai Pengawas Pekerjaan menerima bahan tersebut secara tertulis dan menetapkan proporsi baru berdasarkan atas hasil pengujian campuran percobaan baru yang dilakukan oleh Penyedia Jasa.

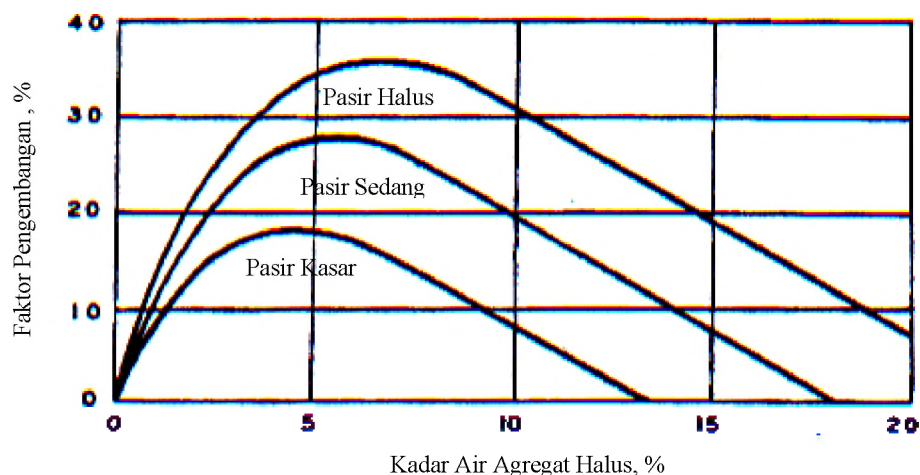
d) Penambahan Bahan Tambah Kimia (*Admixture*)

Bila campuran perlu menggunakan bahan tambah kimia yang sebelumnya tidak digunakan dalam rancangan campuran, maka dalam pelaksanaannya harus sesuai dengan Pasal 7.1.2.5).b) dan mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

3) Penakaran Bahan

- a) Untuk mutu beton  $f_c' > 20$  Mpa seluruh komponen bahan beton harus ditakar menurut berat. Untuk mutu beton  $f_c' \leq 20$  MPa diizinkan ditakar menurut volume sesuai SNI 03-3976-1995. Bila digunakan semen kemasan dalam zak, kuantitas penakaran harus sedemikian sehingga kuantitas semen yang digunakan adalah setara dengan satu satuan atau kebulatan dari jumlah zak semen. Agregat harus ditimbang beratnya secara terpisah. Jumlah berat penakaran tidak boleh melebihi kapasitas alat pencampur.
- b) Penakaran agregat dan air harus dilakukan dengan basis kondisi agregat jenuh kering permukaan atau JKP (*SSD, saturated surface dry*). Untuk mendapatkan kondisi agregat yang jenuh kering permukaan dapat dilakukan dengan cara menyemprot tumpukan agregat yang akan digunakan dengan air paling sedikit 12 (dua belas) jam sebelum penakaran. Apabila agregat tidak dalam kondisi jenuh kering permukaan, maka harus diadakan perhitungan koreksi penakaran air dan berat agregat dengan menggunakan data penyerapan agregat terhadap air dan kadar air agregat lapangan. Sedangkan apabila ditakar menurut volume, maka harus memperhitungkan faktor pengembangan (*bulking factor*) agregat halus seperti ditunjukkan dalam Gambar 7.1.3.1).

		
---	---	---



Gambar 7.1.3.1) Faktor Pengembangan Agregat Halus

Catatan :

Perkiraan *Fineness Modulus* (FM), sesuai SNI 03-1749-1990:

1. Pasir Kasar = 2,9 – 3,2;
2. Pasir Sedang = 2,6 – 2,9
3. Pasir Halus = 2,2 – 2,6

- c) Jika pengendalian temperatur menggunakan butiran es batu atau cara penyiraman agregat sebagai bagian dari sistem pendinginan maka kontribusi air tersebut harus diperhitungkan dalam koreksi penakaran air.

4) Pencampuran

- a) Beton harus dicampur dalam mesin yang dijalankan secara mekanis dari jenis dan ukuran yang disetujui sehingga dapat menjamin distribusi yang merata dari seluruh bahan.
- b) Pencampur harus dilengkapi dengan tangki air yang memadai dan alat ukur yang akurat untuk mengukur dan mengendalikan jumlah air yang digunakan dalam setiap penakaran.
- c) Pertama-tama alat pencampur harus diisi dengan agregat dan air yang telah ditakar, dan selanjutnya alat pencampur dijalankan sebelum semen ditambahkan.
- d) Waktu pencampuran harus diukur pada saat semen mulai dimasukkan ke dalam campuran. Waktu pencampuran untuk mesin berkapasitas  $\frac{3}{4}$  m<sup>3</sup> atau kurang haruslah 1,5 menit; untuk mesin yang lebih besar waktu harus ditingkatkan 15 detik untuk tiap penambahan 0,5 m<sup>3</sup>.
- e) Penggunaan pencampuran beton dengan cara manual hanya diizinkan untuk beton non-struktural.

--	--	--

## 7.1.4 PELAKSANAAN PENGECORAN

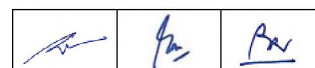
### 1) Penyiapan Tempat Kerja

- a) Penyedia Jasa harus membongkar struktur lama yang akan diganti dengan beton yang baru atau yang harus dibongkar untuk dapat memungkinkan pelaksanaan pekerjaan beton yang baru. Pembongkaran tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan syarat yang disyaratkan dalam Seksi 7.15 dari Spesifikasi ini.
- b) Penyedia Jasa harus menggali atau menimbun kembali fondasi atau formasi untuk pekerjaan beton sesuai dengan garis yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan ketentuan dalam Seksi 3.1 dan 3.2 dari Spesifikasi ini, dan harus membersihkan dan menggaru tempat di sekeliling pekerjaan beton yang cukup luas sehingga dapat menjamin dicapainya seluruh sudut pekerjaan. Jalan kerja yang stabil juga harus disediakan jika diperlukan untuk menjamin bahwa seluruh sudut pekerjaan dapat diperiksa dengan mudah dan aman.
- c) Seluruh telapak fondasi, fondasi dan galian untuk pekerjaan beton harus dijaga agar senantiasa kering dan beton tidak boleh dicor di atas tanah yang berlumpur atau bersampah atau di dalam air. Atas persetujuan Pengawas Pekerjaan beton dapat dicor di dalam air dengan cara dan peralatan khusus untuk menutup kebocoran seperti pada dasar sumuran atau *cofferdam*.
- d) Sebelum pelaksanaan pengecoran beton bervolume besar, Penyedia Jasa harus menginspeksi dan menguji sistem sensor pengamatan dan pencatatan temperatur. Selama pelaksanaan, semua proses pengecoran harus diawasi dan dilaporkan secara harian kepada Pengawas Pekerjaan. Salinan laporan harus tersedia di tempat pekerjaan.
- e) Sebelum pengecoran beton dimulai, seluruh acuan, tulangan dan benda lain yang akan dimasukkan ke dalam beton (seperti pipa atau selongsong) harus sudah dipasang dan diikat kuat sehingga tidak bergeser pada saat pengecoran.
- f) Bila disyaratkan atau diperlukan oleh Pengawas Pekerjaan, bahan landasan untuk pekerjaan beton harus dihampar sesuai dengan ketentuan dari Seksi 2.4 dari Spesifikasi ini.
- g) Pengawas Pekerjaan akan memeriksa seluruh galian yang disiapkan untuk fondasi sebelum menyetujui pemasangan acuan atau baja tulangan atau pengecoran beton dan dapat meminta Penyedia Jasa untuk melaksanakan pengujian penetrasi kedalaman tanah keras, pengujian kepadatan atau penyelidikan lainnya untuk memastikan cukup tidaknya daya dukung dari tanah di bawah fondasi.

Bilamana dijumpai kondisi tanah dasar fondasi yang tidak memenuhi ketentuan, Penyedia Jasa dapat diperintahkan untuk mengubah dimensi atau kedalaman dari fondasi dan/atau menggali dan mengganti bahan di tempat yang lunak, memadatkan tanah fondasi atau melakukan tindakan stabilisasi lainnya sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

### 2) Acuan

- a) Acuan dari tanah, bilamana disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, harus dibentuk dari galian, dan sisi-sisi samping serta dasarnya harus dipangkas secara manual sesuai dimensi yang diperlukan. Seluruh kotoran tanah yang lepas harus dibuang sebelum pengecoran beton.








- b) Acuan yang dibuat dapat dari kayu atau baja dengan sambungan dari adukan yang kedap dan kaku untuk mempertahankan posisi yang diperlukan selama pengecoran, pemadatan dan perawatan.
- c) Kayu yang tidak diserut permukaannya dapat digunakan untuk permukaan akhir struktur yang tidak terekspos, tetapi kayu yang diserut dengan tebal yang merata harus digunakan untuk permukaan beton yang terekspos. Seluruh sudut-sudut tajam acuan harus dibulatkan.
- d) Acuan harus dibuat sedemikian sehingga dapat dibongkar tanpa merusak beton dengan memberikan lapisan *oil form* pada permukaan acuan sehingga beton tidak menempel.

### 3) Pengecoran

- a) Penyedia Jasa harus memberitahukan Pengawas Pekerjaan secara tertulis paling sedikit 24 jam sebelum memulai pengecoran beton, atau meneruskan pengecoran beton bilamana pengecoran beton telah ditunda lebih dari 24 jam. Pemberitahuan harus meliputi lokasi, kondisi pekerjaan, mutu beton dan tanggal serta waktu pencampuran beton.

Pengawas Pekerjaan akan memberi tanda terima atas pemberitahuan tersebut dan akan memeriksa acuan, dan tulangan dan dapat mengeluarkan persetujuan tertulis maupun tidak untuk memulai pelaksanaan pekerjaan seperti yang direncanakan. Penyedia Jasa tidak boleh melaksanakan pengecoran beton tanpa persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan.

- b) Tidak bertentangan dengan diterbitkannya suatu persetujuan untuk memulai pengecoran, pengecoran beton tidak boleh dilaksanakan bilamana Pengawas Pekerjaan atau wakilnya tidak hadir untuk menyaksikan operasi pencampuran dan pengecoran secara keseluruhan.
- c) Segera sebelum pengecoran beton dimulai, acuan harus dibasahi dengan air atau diolesi minyak yang khusus (*oil form*) di sisi dalamnya dengan minyak yang tidak meninggalkan bekas.
- d) Pekerjaan beton harus sudah selesai sebelum waktu ikat awalnya (*initial setting time*).
- e) Pengecoran beton harus dilanjutkan tanpa berhenti sampai dengan sambungan konstruksi (*construction joint*) yang telah disetujui sebelumnya atau sampai pekerjaan selesai.
- f) Beton harus dicor sedemikian rupa hingga terhindar dari segregasi partikel kasar dan halus dari campuran. Beton harus dicor dalam cetakan sedekat mungkin dengan yang dapat dicapai pada posisi akhir beton untuk mencegah pengaliran yang tidak boleh melampaui satu meter dari tempat awal pengecoran.
- g) Bilamana beton dicor ke dalam acuan struktur yang memiliki bentuk yang rumit dan penulangan yang rapat, maka beton harus dicor dalam lapisan-lapisan horisontal dengan tebal tidak melampaui 15 cm. Untuk dinding beton, tinggi pengecoran dapat 30 cm menerus sepanjang seluruh keliling struktur. Apabila digunakan beton SCC, maka beton dapat dicorkan tanpa berlapis.

		
---	---	---

- h) Beton tidak boleh jatuh bebas ke dalam acuan dengan ketinggian lebih dari 150 cm. Beton tidak boleh dicor langsung dalam air.

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

Tremi harus kedap air dan mempunyai ukuran yang cukup sehingga memungkinkan pengaliran beton. Tremi harus selalu diisi penuh selama pengecoran. Bilamana aliran beton terhambat maka Tremi harus ditarik sedikit dan diisi penuh terlebih dahulu sebelum pengecoran dilanjutkan.

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

- i) Pengecoran harus dilakukan pada kecepatan sedemikian rupa hingga campuran beton yang telah dicor masih plastis sehingga dapat menyatu dengan campuran beton yang baru.
- j) Bidang-bidang beton lama yang akan disambung dengan beton yang akan dicor, harus terlebih dahulu dikasarkan, dibersihkan dari bahan-bahan yang lepas dan rapuh dan telah disiram dengan air hingga jenuh. Sesaat sebelum pengecoran beton baru ini, bidang-bidang kontak beton lama harus disapu dengan adukan semen dengan campuran yang sesuai dengan betonnya.
- k) Air tidak boleh dialirkan di atas atau dinaikkan ke permukaan pekerjaan beton dalam waktu 24 jam setelah pengecoran.
- l) Untuk meminimalisir terjadinya kenaikan temperatur pada saat pengecoran beton bervolume besar atau tingkat penguapan yang melebihi  $1 \text{ kg/m}^2/\text{jam}$ , sistem pendinginan menggunakan es batu yang dihancurkan (tidak berupa bongkahan besar) pada beton segar dapat dilakukan dengan sebagai bagian dari campuran beton atau menginjeksi cairan nitrogen ke dalam mixer atau pendinginan agregat dengan cara penyiraman agregat, dan pengendalian temperatur semen.

#### 4) Pengendalian Temperatur Beton Bervolume Besar




##### a) Pengendalian dengan Komposisi Bahan

Pengendalian komposisi bahan beton untuk menghasilkan temperatur beton maksimum yang disyaratkan harus dibuktikan dengan pengukuran temperatur pada benda uji (*mock up*) dengan ukuran minimum yang sesuai dengan elemen struktur yang akan dilaksanakan.

##### b) Sistem Pendinginan Mekanis

Jika Penyedia Jasa memilih untuk menggunakan sistem pendinginan mekanis, maka harus direncanakan sesuai dengan rencana pengendalian temperatur dengan persyaratan:

- Sistem pendinginan mekanis harus terletak di dalam elemen beton dan bila telah mencapai umur beton pengecoran sambungan permukaan ke

		
---	---	---

pipa pendingin harus dapat dibuang sampai kedalaman 10 cm dari permukaan.

- Acuan harus direncanakan sehingga pembukaan acuan tidak mengganggu pengamatan sistem pendingin dan temperatur.
- Pipa pendingin tidak boleh pecah atau melendut selama pengecoran beton dan harus dijamin terlindung dari gerakan. Pipa pendingin yang rusak harus segera diganti.
- Sistem pendingin mekanis harus diuji tekan pada 30 psi selama 30 menit untuk mengetahui tidak ada kebocoran sebelum pengecoran beton.
- Sirkulasi pendinginan sudah harus dilakukan saat pengecoran dimulai setelah proses pendinginan selesai, pipa pendingin harus segera digROUTING dengan campuran grouting tanpa penyusutan yang sesuai dengan ASTM C1107-17 untuk 0,0 persen penyusutan dan ASTM C-827-16 untuk pengembangan 0,0 – 4,0 persen. Pelaksanaan grouting harus sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuatnya.
- Setelah sambungan permukaan ke pipa pendingin dibuka, lubang harus diisi dengan mortar.

c) Sistem Pengamatan dan Pencatatan Temperatur

Sistem pengamatan dan pencatatan temperatur harus terdiri dari alat sensor temperatur yang dihubungkan ke sistem pengumpul data yang dapat mencetak, menyimpan, dan mengunduh (*downloading*) data ke sebuah komputer. Sensor temperatur harus diletakkan sedemikian sehingga perbedaan temperatur maksimum dalam beton dapat teramati. Sedikitnya, temperatur beton harus diamati pada lokasi terpanas dari hasil perhitungan atau pada pusat massa, dan pada sedikitnya 2 dinding luar atau pada kedalaman 50 mm dari permukaan terluar dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan / Pengawas Pekerjaan.

d) Pembacaan Temperatur




Pembacaan temperatur harus secara otomatis tercatat pada setiap jam atau lebih cepat. Satu set sensor cadangan harus dipasang dekat sensor utama. Sensor cadangan harus dapat dicatat, tapi pencatatan tidak perlu dilakukan bila sensor utama bekerja dengan baik. Pembacaan temperatur dapat dihentikan bila; perbedaan temperatur di dalam beton dengan temperatur udara harian rata-rata kurang dari perbedaan temperatur yang diizinkan selama tiga hari berturut-turut dan tidak terdapat pengecoran beton bervolume besar yang berdekatan. Data harus dicetak dan diserahkan pada Pengawas Pekerjaan setiap hari.

e) Perlindungan Sensor

Metode pemadatan beton bervolume besar harus dapat melindungi sistem pengamatan dan pembacaan temperatur. Kanel dari sensor temperatur yang terpasang di dalam beton harus dilindungi dari pergerakan. Panjang kabel harus dibuat sependek mungkin. Ujung – ujung sensor temperatur tidak boleh bersentuhan dengan acuan atau tulangan

f) Kegagalan Alat

Bila terdapat kerusakan alat pada sistem pengamatan dan pencatatan temperatur, selama pelaksanaan beton bervolume besar, Penyedia Jasa harus segera melakukan perbaikan sesuai dengan Rencana Pengendalian Temperatur.

		
---	---	---

Kegagalan memenuhi persyaratan temperatur menyebabkan penolakan hasil pekerjaan beton

g) Temperatur Yang Diizinkan (masuk persyaratan penerimaan)

Pekerjaan beton bervolume besar harus memenuhi kriteria persyaratan penerimaan dan persyaratan temperatur berikut ini :

- i) Temperatur maksimum yang diizinkan 71°C;
- ii) Perbedaan temperatur maksimum yang diizinkan 21°C, kecuali bisa dibuktikan dengan analisis bahwa struktur beton mampu mengakomodasi perbedaan temperatur yang lebih besar dari 21°C.

h) Kegagalan Pemenuhan Persyaratan Temperatur




Jika Penyedia Jasa gagal memenuhi persyaratan temperatur maksimum sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 7.1.6.8).a) dari Spesifikasi ini, elemen beton yang bersangkutan harus ditolak. Beton yang ditolak harus disingkirkan atas biaya Penyedia Jasa. Penyedia Jasa harus memodifikasi Rencana Pengendalian Temperatur dan perhitungan perencanaan untuk mengatasi masalah dan menyerahkan kembali Rencana Pengendalian Temperatur yang sudah dikoreksi.

i) Tenggang Waktu

Penyedia Jasa harus diberi waktu 15 hari untuk meninjau kembali Rencana Pengendalian Temperatur yang dikoreksi. Pengecoran tidak boleh dilakukan sebelum Pengawas Pekerjaan mengesahkan Rencana Pengendalian Temperatur yang dikoreksi. Tidak ada perpanjangan waktu atau penggantian untuk setiap penolakan elemen struktur atau perbaikan Rencana Pengendalian Temperatur.

5) Sambungan Konstruksi (*Construction Joint*)

- a) Jadwal pengecoran beton yang berkaitan harus disiapkan untuk setiap jenis struktur yang diusulkan dan Pengawas Pekerjaan harus menyetujui lokasi sambungan konstruksi pada jadwal tersebut, atau sambungan konstruksi tersebut harus diletakkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Sambungan konstruksi tidak boleh ditempatkan pada pertemuan elemen-elemen struktur terkecuali disyaratkan demikian.
- b) Sambungan konstruksi pada tembok sayap harus dihindari. Semua sambungan konstruksi harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang dan pada umumnya harus diletakkan pada titik dengan gaya geser minimum.
- c) Bilamana sambungan vertikal diperlukan, baja tulangan harus menerus melewati sambungan sedemikian rupa sehingga membuat struktur tetap monolit.
- d) Lidah alur harus disediakan pada sambungan konstruksi dengan kedalaman paling sedikit 4 cm untuk dinding, pelat dan antara telapak fondasi dan dinding. Untuk pelat yang terletak di atas permukaan, sambungan konstruksi harus diletakkan sedemikian sehingga pelat-pelat mempunyai luas tidak melampaui 40 m<sup>2</sup>, dengan dimensi yang lebih besar tidak melampaui 1,2 kali dimensi yang lebih kecil.
- e) Penyedia Jasa harus menyediakan tenaga kerja dan bahan tambah sebagaimana yang diperlukan untuk membuat sambungan konstruksi tambahan bilamana

		
---	---	---

pekerjaan terpaksa mendadak harus dihentikan akibat hujan atau terhentinya pemasokan beton atau penghentian pekerjaan oleh Pengawas Pekerjaan.

- f) Atas persetujuan Pengawas Pekerjaan, bahan tambah kimia (*admixture*) dapat digunakan untuk pelekatan pada sambungan konstruksi, cara pengerjaannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.
- g) Pada air asin atau mengandung garam, sambungan konstruksi tidak diperkenankan pada tempat-tempat 75 cm di bawah muka air terendah atau 75 cm di atas muka air tertinggi kecuali ditentukan lain dalam Gambar.

6) Pemadatan

- a) Beton harus dipadatkan dengan penggetar mekanis dari dalam atau dari luar yang telah disetujui. Bilamana diperlukan, dan bilamana disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, penggetaran harus disertai penusukan secara manual dengan alat yang cocok untuk menjamin pemadatan yang tepat dan memadai. Penggetar tidak boleh digunakan untuk memindahkan campuran beton dari satu titik ke titik lain di dalam acuan.
- b) Harus dilakukan tindakan hati-hati pada waktu pemadatan untuk menentukan bahwa semua sudut dan di antara dan sekitar besi tulangan benar-benar diisi tanpa pemindahan kerangka penulangan, dan setiap rongga udara dan gelembung udara terisi.
- c) Penggetar harus dibatasi waktu penggunaannya, sehingga menghasilkan pemadatan yang diperlukan tanpa menyebabkan terjadinya segregasi pada agregat.
- d) Alat penggetar mekanis dari luar harus mampu menghasilkan sekurang-kurangnya 5.000 putaran per menit dengan berat efektif 0,25 kg, dan boleh diletakkan di atas acuan supaya dapat menghasilkan getaran yang merata.
- e) Alat penggetar mekanis yang digerakkan dari dalam harus dari jenis *pulsating* (berdenyut) dan harus mampu menghasilkan sekurang-kurangnya 5.000 vibrasi per menit (*vpm*) apabila digunakan pada beton yang mempunyai slump 2,5 cm atau kurang, dengan radius daerah penggetaran tidak kurang dari 45 cm.
- f) Setiap alat penggetar mekanis dari dalam harus dimasukkan ke dalam beton basah secara vertikal sedemikian hingga dapat melakukan penetrasi sampai ke dasar beton yang baru dicor, dan menghasilkan kepadatan pada seluruh kedalaman pada bagian tersebut. Alat penggetar kemudian harus ditarik pelan-pelan dan dimasukkan kembali pada posisi lain tidak lebih dari 45 cm jaraknya. Alat penggetar tidak boleh berada pada suatu titik lebih dari 30 detik, juga tidak boleh digunakan untuk memindah campuran beton ke lokasi lain, serta tidak boleh menyentuh tulangan beton.
- g) Jumlah minimum alat penggetar mekanis dari dalam diberikan dalam Tabel 7.1.4.1).

Tabel 7.1.4.1) Jumlah Minimum Alat Penggetar Mekanis dari Dalam

Kecepatan Pengecoran Beton ( $m^3 / \text{jam}$ )	Jumlah Alat
4	2
8	3

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

- h) Ketentuan yang lebih rinci dari diameter kepala vibrator (mm), frekuensi yang disarankan (Hz), amplitudo rata-rata (mm), radius penggetaran (mm), kecepatan pengecoran (m<sup>3</sup>/jam/vibrator) dan penerapannya dapat diambil dari *Table 5.1 ACI Committee Report : Guide for Consolidation of Concrete 309R-05 ACI Manual of Concrete Practice - 2006 Part.2*.

## 7) Beton Siklop

Pengecoran beton siklop yang terdiri dari campuran beton kelas  $f_c' 15$  MPa dengan batu-batu pecah ukuran besar. Batu-batu ini diletakkan dengan hati-hati, tidak boleh dijatuhkan dari tempat yang tinggi atau ditempatkan secara berlebihan yang dikhawatirkan akan merusak bentuk acuan atau pasangan-pasangan lain yang berdekatan. Semua batu-batu pecah harus cukup dibasahi sebelum ditempatkan. Volume total batu pecah tidak boleh melebihi sepertiga dari total volume pekerjaan beton siklop.

Untuk dinding-dinding penahan tanah atau pilar yang lebih tebal dari 60 cm dapat digunakan batu-batu pecah berukuran maksimum 25 cm, tiap batu harus cukup dilindungi dengan adukan beton setebal 15 cm; batu pecah tidak boleh lebih dekat dari 30 cm dalam jarak terhadap permukaan atau 15 cm dalam jarak terhadap permukaan yang akan dilindungi dengan beton penutup (*caping*).

## 7.1.5 **PENGERJAAN AKHIR**

### 1) Pembongkaran Acuan

- a) Acuan tidak boleh dibongkar dari bidang vertikal, dinding, kolom yang tipis dan struktur yang sejenis lebih awal 30 jam setelah pengecoran beton. Acuan yang ditopang oleh perancah di bawah pelat, balok, gelegar, atau struktur busur, tidak boleh dibongkar hingga pengujian menunjukkan bahwa minimum 85% dari kuat tekan rancangan beton telah dicapai.
- b) Untuk memudahkan pekerjaan akhir, acuan yang digunakan untuk pekerjaan ornamen, sandaran (*railing*), dinding pemisah (*parapet*), dan dinding permukaan vertikal terekspos yang disetujui Pengawas Pekerjaan harus dibongkar dalam rentang waktu 9 jam sampai 30 jam.

### 2) Permukaan (Pengerjaan Akhir Tidak Terekspos)

- a) Terkecuali diperintahkan lain, permukaan beton harus dikerjakan segera setelah pembongkaran acuan. Seluruh perangkat kawat atau logam yang telah digunakan untuk memegang acuan, dan acuan yang menembus badan beton, harus dibuang atau dipotong sehingga tersisa maksimum 2,5 cm dari permukaan beton. Tonjolan mortar dan ketidakrataannya yang disebabkan oleh sambungan acuan harus dibersihkan.
- b) Pengawas Pekerjaan harus memeriksa permukaan beton segera setelah pembongkaran acuan dan dapat memerintahkan penambalan atas kekurangsempurnaan minor yang tidak akan mempengaruhi struktur atau fungsi lain dari pekerjaan

beton. Penambalan harus meliputi pengisian lubang-lubang kecil dan lekukan dengan mortar semen.

- c) Bilamana Pengawas Pekerjaan menyetujui pengisian lubang besar akibat keropos, pekerjaan harus dipahat sampai ke bagian yang utuh (*sound*), membentuk permukaan yang tegak lurus terhadap permukaan beton. Lubang harus dibasahi dengan air dan pasta semen (semen dan air, tanpa pasir) pada permukaan dinding dan dasar lubang. Lubang selanjutnya harus diisi dan ditumbuk dengan mortar yang kental yang terdiri dari satu bagian semen dan dua bagian pasir, yang akan dibuat menyusut sebelumnya dengan mencampurnya kira-kira 30 menit sebelum dipakai.




### 3) Permukaan (Pekerjaan Akhir Terekspos)

Permukaan yang terekspos harus diselesaikan dengan pekerjaan akhir berikut ini, atau seperti yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan :

- a) Bagian atas pelat, kerb, permukaan trotoar, dan permukaan horisontal lainnya sebagaimana yang diperintahkan Pengawas Pekerjaan, harus dibentuk dengan alat yang sesuai (mal) untuk memberikan bentuk serta ketinggian yang diperlukan segera setelah pengecoran beton dan harus diselesaikan secara manual sampai halus dan rata dengan menggerakkan perata kayu secara memanjang dan melintang, atau oleh cara lain yang cocok, sebelum beton mulai mengeras.
- b) Perataan permukaan horisontal yang memerlukan kekasaran permukaan, seperti untuk trotoar, harus dilakukan dengan sapu lidi, atau alat lain sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, sebelum beton mulai mengeras.
- c) Permukaan bukan horisontal yang nampak, yang telah ditambal atau yang masih belum rata harus digosok dengan batu gurinda yang agak kasar (medium), dengan menempatkan sedikit adukan semen pada permukaannya. Adukan harus terdiri dari semen dan pasir halus yang dicampur sesuai dengan proporsi yang digunakan untuk pengerjaan akhir beton. Penggosokan harus dilaksanakan sampai seluruh tanda bekas acuan, ketidakrataan, tonjolan hilang, dan seluruh rongga terisi, serta diperoleh permukaan yang rata. Pasta yang dihasilkan dari penggosokan ini harus dibiarkan tertinggal di tempat.

### 4) Perawatan dengan Pembasahan

- a) Segera setelah pengecoran, beton harus dilindungi dari pengeringan dini, temperatur yang terlalu panas, dan gangguan mekanis. Beton harus dijaga agar kehilangan kadar air yang terjadi seminimal mungkin dan diperoleh temperatur yang relatif tetap dalam waktu yang ditentukan untuk menjamin hidrasi yang sebagaimana mestinya pada semen dan pengerasan beton.
- b) Beton harus dirawat, sesegera mungkin setelah beton mulai mengikat (pengikatan awal) dengan memberikan lapisan *curing compound* pada permukaannya atau pembungkusan dengan bahan penyerap air dalam waktu paling sedikit 3 hari.
- c) Bilamana digunakan acuan kayu, acuan tersebut harus dipertahankan basah pada setiap saat sampai dibongkar, untuk mencegah terbukanya sambungan-sambungan dan pengeringan beton.
- d) Beton yang dibuat dengan semen yang mempunyai sifat kekuatan awal yang tinggi atau beton yang dibuat dengan semen biasa yang ditambah bahan tambah kimia

		
---	---	---

(*admixture*), harus dibasahi sampai kekuatannya mencapai minimum 70% dari kuat tekan beton yang dirancang .

#### 5) Perawatan dengan Uap

Beton dirawat dengan uap untuk maksud mendapatkan kekuatan yang tinggi pada permulaannya. Bahan tambah kimia (*admixture*) tidak diperkenankan untuk dipakai dalam hal ini kecuali atas persetujuan Pengawas Pekerjaan.

Perawatan dengan uap harus dikerjakan secara menerus sampai waktu di mana beton telah mencapai minimum 70% dari kekuatan yang dirancang. Perawatan dengan uap untuk beton harus mengikuti ketentuan di bawah ini:

- a) Tekanan uap pada ruang penguapan selama perawatan beton tidak boleh melebihi 1 atm .
- b) Temperatur pada ruang penguapan selama perawatan beton tidak boleh melebihi 38<sup>o</sup>C selama sampai 2 jam sesudah pengecoran selesai, dan kemudian temperatur dinaikkan berangsur-angsur sehingga mencapai 65<sup>o</sup>C dengan kenaikan temperatur maksimum 14 <sup>o</sup>C / jam secara bersama-sama.
- c) Beda temperatur yang diukur di antara dua tempat di dalam ruang penguapan tidak boleh melampaui 5,5 <sup>o</sup>C.
- d) Penurunan temperatur selama pendinginan tidak boleh lebih dari 11 <sup>o</sup>C per jam.
- e) Temperatur beton pada saat dikeluarkan dari penguapan tidak boleh 11 <sup>o</sup>C lebih tinggi dari temperatur udara di luar.
- f) Setiap saat selama perawatan dengan uap, alat pembuat uap harus selalu berisi air.
- g) Semua bagian struktural yang mendapat perawatan dengan uap harus dalam kondisi lembab minimum selama 4 hari sesudah perawatan uap selesai

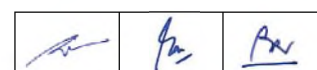
Penyedia Jasa harus membuktikan bahwa peralatannya bekerja dengan baik dan temperatur di dalam ruangan perawatan dapat diatur sesuai dengan ketentuan dan tidak tergantung dari cuaca luar.

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

#### 6) Perawatan dengan *Curing Membrane* untuk Beton Bervolume Besar

Perawatan beton dilaksanakan dengan memperhatikan waktu pengikatan awal. Segera setelah terjadinya waktu pengikatan awal, maka harus segera dilaksanakan pekerjaan perawatan (*curing*) pada beton bervolume besar (*mass concrete*) yang telah selesai dicor dengan menyemprotkan bahan *curing compound* untuk menahan panas yang memenuhi ketentuan SNI ASTM C309:2012. *Curing membrane* yang berfungsi sebagai lapisan penutup untuk menahan panas sedikitnya harus memiliki tingkat penahan panas 0,5 *hour-foot<sup>2</sup>/BTU*.

Perawatan lebih awal dengan menggunakan *curing compound* dilakukan setelah terjadinya pengikatan awal (*initial setting*). Beberapa cara *curing* lain dapat dilaksanakan setelah





*curing compound* selesai. Perbedaan temperatur udara dengan temperatur permukaan beton tidak lebih dari 11°C.

## 7.1.6 PENGENDALIAN MUTU DI LAPANGAN

### 1) Penerimaan Bahan

Bahan yang diterima (air, semen, agregat dan bahan tambah bila diperlukan) harus diperiksa oleh pengawas penerimaan bahan dengan mengecek/memeriksa bukti tertulis yang menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut telah sesuai dengan ketentuan persyaratan bahan pada Pasal 7.1.2.




Apabila bahan-bahan yang dibutuhkan jumlahnya cukup banyak dengan pengiriman yang terus menerus, maka dengan perintah Pengawas Pekerjaan, untuk agregat kasar dan agregat halus Penyedia Jasa harus melakukan pengujian bahan secara berkala selama pelaksanaan dengan interval maksimum 1.000 m<sup>3</sup> untuk gradasi dan maksimum 5000 m<sup>3</sup> untuk abrasi, sedangkan untuk bahan semen dengan interval setiap maksimum pengiriman 300 ton. Tetapi apabila menurut Pengawas Pekerjaan terdapat indikasi perubahan mutu atau sifat bahan yang akan digunakan, maka Penyedia Jasa harus segera melakukan pengujian bahan kembali sebelum bahan tersebut digunakan.

### 2) Pengujian Untuk Kelecekan (*Workability*)

Satu pengujian "*slump*" atau *slump flow*, atau lebih sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, harus dilaksanakan pada setiap adukan beton yang dihasilkan dan dilakukan sesaat sebelum pengecoran, dan pengujian harus dianggap belum dikerjakan terkecuali disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan atau wakilnya. Campuran beton yang tidak memenuhi ketentuan kelecekan seperti yang diusulkan tidak boleh digunakan pada pekerjaan, terkecuali bila Pengawas Pekerjaan dalam beberapa hal menyetujui penggunaannya secara terbatas dan secara teknis mutu beton tetap bisa dijaga. Kelecekan (*workability*) dan tekstur campuran harus sedemikian rupa sehingga beton dapat dicor pada pekerjaan tanpa membentuk rongga, celah, gelembung udara atau gelembung air, dan sedemikian rupa sehingga pada saat pembongkaran acuan diperoleh permukaan yang rata, halus dan padat.

### 3) Pengujian Kuat Tekan

- a) Penyedia Jasa harus mendapatkan sejumlah hasil pengujian kuat tekan benda uji beton dari pekerjaan beton yang dilaksanakan. Setiap hasil adalah nilai rata-rata dari dua nilai kuat tekan benda uji dalam satu set benda uji (1 set = 3 buah benda uji), yang selisih nilai antara keduanya  $\leq 5\%$  dari rata-rata 2 nilai kuat tekan benda uji tersebut untuk satu umur, untuk setiap kuat tekan beton dan untuk setiap jenis komponen struktur yang dicor terpisah pada tiap hari pengecoran.
- b) Untuk keperluan pengujian kuat tekan beton, Penyedia Jasa harus menyediakan benda uji beton berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan harus dirawat sesuai dengan SNI 4810:2013. Pengambilan bahan untuk pembuatan benda uji harus diambil dari beton yang akan dicor dicetak bersamaan, kemudian dirawat sesuai dengan perawatan yang dilakukan di laboratorium.
- c) Untuk keperluan evaluasi mutu beton sebagai dasar pembayaran harus menggunakan data hasil uji kuat tekan beton sesuai dengan umur yang

		
---	---	---

ditetapkan dalam Spesifikasi. Hasil-hasil pengujian pada umur yang selain dari yang ditetapkan dalam Spesifikasi hanya boleh digunakan untuk keperluan selain dari tujuan evaluasi mutu beton sebagai dasar pembayaran. Nilai-nilai perbandingan kekuatan yang digunakan untuk keperluan ini harus disesuaikan dengan grafik perkembangan kuat tekan campuran sebagai fungsi waktu.

- d) Pencampuran dengan alat pencampur beton manual, untuk masing-masing mutu beton dengan volume  $\leq 60 \text{ m}^3$ , setiap maksimum  $5 \text{ m}^3$  beton minimum diambil 1 set benda uji dan jumlah hasil pengujian tidak boleh kurang dari empat hasil untuk masing-masing umur dan rancangan campuran. Apabila volume pekerjaan beton  $> 60 \text{ m}^3$ , setelah volume  $60 \text{ m}^3$  tercapai, maka setiap maksimum  $10 \text{ m}^3$  beton minimum diambil set benda uji.
- e) Untuk pengecoran hasil produksi *ready mix*, maka pada pekerjaan beton dengan jumlah masing-masing mutu  $\leq 60 \text{ m}^3$  harus diperoleh set benda uji untuk setiap maksimum  $15 \text{ m}^3$  beton secara acak, dengan minimum satu hasil uji tiap hari. Dalam segala hal jumlah hasil pengujian tidak boleh kurang dari empat. Apabila pekerjaan beton mencapai jumlah  $> 60 \text{ m}^3$ , maka untuk setiap maksimum  $20 \text{ m}^3$  beton berikutnya setelah jumlah  $60 \text{ m}^3$  tercapai harus diperoleh set benda uji.
- f) Seluruh mutu beton yang digunakan dalam pekerjaan harus sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar.
- g) Kuat Tekan Karakteristik Beton diperoleh dengan rumus berikut ini :

$$f_{ck} = f_{c'm} - k.S$$

$$f_{c'm} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{c'i}}{n} \text{ adalah kuat tekan rata-rata}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c'i} - f_{c'm})^2}{n - 1}} \text{ adalah deviasi standar}$$

$f_{c'}$  = kuat tekan karakteristik beton yang ditentukan

$f_{c'm}$  = kuat tekan rata-rata beton

$f_{c'i}$  = nilai hasil pengujian

$n$  = jumlah hasil uji, minimum 30 hasil uji.

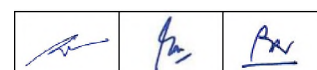
$S$  = deviasi standar

$k$  = 1,645 untuk tingkat kepercayaan 95%

Catatan :

Simbol-simbol  $f_{c'}$ ,  $f_{c'm}$ ,  $f_{c'i}$  digunakan untuk benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

- h) Mutu beton dan mutu pelaksanaan dianggap memenuhi syarat, apabila dipenuhi syarat-syarat berikut :
- i) Tidak boleh lebih dari 5% ada di antara jumlah minimum 30 nilai hasil pemeriksaan benda uji yang terjadi kurang dari  $f_{c'}$ .



- ii) Apabila setelah selesai pengecoran seluruhnya untuk masing-masing mutu beton dapat terkumpul jumlah minimum benda uji, maka hasil pengujian kuat tekan benda uji harus lebih besar dari kuat tekan yang ditentukan atau memenuhi  $f_c' \leq f_c'm$ .
- iii) Jika benda uji yang terkumpul kurang dari jumlah minimum yang telah ditentukan (30 benda uji), maka nilai deviasi standar (S) harus dikalikan dengan faktor koreksi yang diberikan dalam Tabel 7.1.6.1)

Tabel 7.1.6.1) Faktor Koreksi Deviasi Standar

Jumlah Benda Uji	Faktor Modifikasi
< 15	Lihat Tabel 7.1.6.2) atau 7.1.6.3)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
>30	1,00
Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada di antara nilai-nilai di atas, deviasi standar benda uji yang dimodifikasi S, yang digunakan untuk menentukan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan $f_{cr}'$ dari Tabel 7.1.6.2)	

Apabila jumlah benda uji < 15 buah dan adanya data hasil uji kuat tekan di lapangan, maka kuat tekan rata-rata perlu (*design average strength*)  $f_{cr}'$  yang digunakan sebagai dasar pemilihan proporsi campuran beton ditentukan sesuai dengan Tabel 7.1.6.2), dengan menggunakan deviasi standar benda uji S yang dihitung sesuai dengan rumus perhitungan deviasi standar S dalam Pasal 7.1.6.3).g).

Rincian perhitungan deviasi standar ditunjukkan dalam Pasal 4.2.3 dari SNI 6880:2016.

Tabel 7.1.6.2) Kuat Tekan Rata-rata Perlu (*Design Average Strength*) untuk Jumlah Benda uji < 15 jika Catatan Hasil Uji Lapangan Tersedia

Kuat tekan yg disyaratkan (MPa)	Kuat tekan perlu (MPa)
$f_c' \leq 35$	Gunakan nilai terbesar yang dihitung dari persamaan (7-1) dan (7-2) $f_{cr}' = f_c' + 1,34 S$ (7-1) $f_{cr}' = f_c' + 2,33 S - 3,5$ (7-2)
$f_c' > 35$	Gunakan nilai terbesar yang dihitung dari persamaan (7-1) dan (7-3) $f_{cr}' = f_c' + 1,34 S$ (7-1) $f_{cr}' = 0,90 f_c' + 2,33 S$ (7-3)

Bilamana fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan di lapangan untuk perhitungan deviasi standar S yang memenuhi ketentuan di atas, maka kuat tekan rata-rata perlu (*design average strength*)  $f_{cr}'$  ditetapkan sesuai dengan Tabel 7.1.6.3) dan pencatatan data kekuatan rata-rata harus sesuai dengan persyaratan pasal 7.1.6.3.h).iv).

Tabel 7.1.6.3) Kuat Tekan Rata-rata Perlu (*Design Average Strength*) untuk Jumlah Benda Uji < 15 jika Catatan Hasil Uji Lapangan Tidak Tersedia

Mutu beton yang disyaratkan	Kuat tekan rata-rata perlu (MPa)
$f_c' < 21$ MPa	$f_{cr}' = f_c' + 7$
$21 \text{ MPa} \leq f_c' \leq 35$ MPa	$f_{cr}' = f_c' + 8,3$
$f_c' > 35$ MPa	$f_{cr}' = 1,1 f_c' + 5$

- iv) Untuk jumlah benda uji kurang dari minimum sebagaimana yang diuraikan dalam Tabel 7.1.6.2) dan tidak memenuhi persyaratan  $f_{cr}'$  seperti Tabel 7.1.6.3), maka apabila tidak dinilai dengan cara evaluasi menurut dalil-dalil matematika statistik yang lain, tidak boleh satupun nilai rata-rata dari 4 hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut (dengan berbagai variasi 4 hasil uji),  $f_{cm,4}$  terjadi tidak kurang dari  $1,15 f_c'$ . Masing-masing hasil uji tidak boleh kurang dari  $0,85 f_c'$ .
- i) Bila dari hasil perhitungan sebagaimana yang diuraikan dalam Pasal 7.1.6.3).g) dan h) dengan kuat tekan yang diperoleh sesuai umur benda uji kurang dari yang disyaratkan, maka apabila pengecoran belum selesai, pengecoran harus segera dihentikan dan dalam waktu minimum 14 hari atau kekuatan beton mencapai 85% dari umur 28 hari, harus diadakan pengujian benda uji inti (core) pada daerah yang diragukan berdasarkan aturan pengujian yang berlaku. Dalam hal dilakukan pengambilan benda uji inti, harus diambil minimum 3 (tiga) buah benda uji pada tempat-tempat yang berbeda (dengan menggunakan angka acak) dan tidak membahayakan struktur dan atas persetujuan Pengawas Pekerjaan. Tidak boleh ada satupun dari benda uji beton inti mempunyai kekuatan kurang dari  $0,75 f_c'$  dan kurang dari  $f_c' \geq 20$  MPa. Apabila kuat tekan rata-rata dari pengujian benda uji inti yang tidak kurang dari  $0,85 f_c'$ , maka bagian struktur tersebut dapat dianggap memenuhi syarat dan pekerjaan yang dihentikan dapat dilanjutkan kembali. Dalam hal ini, perbedaan umur beton saat pengujian terhadap umur beton yang disyaratkan untuk penetapan kuat tekan beton perlu diperhitungkan dan dilakukan koreksi dalam menetapkan kuat tekan beton yang dihasilkan.
- Jika pengujian dengan menggunakan benda uji inti (*core*) tidak memungkinkan maka dilakukan pengujian UPV (*ultra pulse velocity*) sesuai dengan ASTM C597-16 dapat digunakan dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Faktor koreksi hasil UPV mengikuti Manual dari pabrik pembuatnya.
- j) Apabila dari hasil pengujian yang ditentukan dalam Pasal 7.1.6.3).i) diperoleh hasil yang tidak memenuhi syarat, maka Penyedia Jasa harus mengadakan percobaan beban langsung dengan penuh. Apabila dari percobaan ini diperoleh suatu hasil nilai lendutan dan/atau regangan beton lebih kecil dari lendutan dan/atau regangan beton yang diizinkan pada beban layan menurut peraturan (code) yang berlaku maka bagian struktur tersebut dapat dianggap memenuhi syarat. Tetapi apabila hasilnya tidak mencapai nilai tersebut, maka bagian struktur yang bersangkutan hanya dapat dipertahankan setelah dipenuhi salah satu dari kedua tindakan berikut tanpa mengurangi fungsinya:
- mengadakan perubahan-perubahan pada rancangan semula sehingga pengaruh beban pada konstruksi tersebut dapat dikurangi;
  - mengadakan perkuatan-perkuatan pada bagian struktur tersebut dengan cara yang dapat dipertanggungjawabkan;

Apabila tindakan di atas tidak dilaksanakan oleh Penyedia Jasa maka Penyedia Jasa harus segera membongkar beton dari struktur tersebut.

## 7.1.7 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN




### 1) Pengukuran

#### a) Cara Pengukuran

- i) Beton akan diukur dengan jumlah meter kubik terpasang dan diterima sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar oleh Pengawas Pekerjaan. Tidak ada pengurangan yang akan dilakukan untuk volume yang ditempati oleh pipa dengan luasan total secara melintang struktur yang ditinjau dan setara dengan diameter kurang dari 200 mm atau oleh benda lainnya yang tertanam seperti "water stop", baja tulangan, selongsong pipa (*conduit*) atau lubang sulingan (*weephole*).
- ii) Tidak ada pengukuran tambahan atau yang lainnya yang akan dilakukan untuk acuan, perancah untuk balok dan lantai pemompaan, penyelesaian akhir permukaan, penyediaan pipa sulingan, pekerjaan pelengkap lainnya untuk penyelesaian pekerjaan beton, dan biaya dari pekerjaan tersebut telah dianggap termasuk dalam harga penawaran untuk pekerjaan beton.
- iii) Kuantitas bahan untuk lantai kerja, bahan drainase porous, baja tulangan dan mata pembayaran lainnya yang berhubungan dengan struktur yang telah selesai dan diterima akan diukur untuk dibayarkan seperti disyaratkan pada Seksi lain dalam spesifikasi ini.
- iv) Beton yang telah dicor dan diterima harus diukur dan dibayar sebagai beton struktur atau beton tidak bertulang. Beton struktur harus beton yang disyaratkan atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebagai  $f_c' = 20$  MPa atau lebih tinggi dan beton tak bertulang harus beton yang disyaratkan atau disetujui untuk  $f_c' = 15$  MPa atau  $f_c' = 10$  MPa. Apabila beton dengan mutu (kekuatan) yang lebih tinggi diperkenankan untuk digunakan di lokasi untuk mutu (kekuatan) beton yang lebih rendah, maka volumenya harus diukur sebagai beton dengan mutu (kekuatan) yang lebih rendah.
- v) Apabila kekuatan beton sudah mencapai seperti yang disyaratkan sebelum beton umur 28 hari dengan menggunakan bahan tambah sesuai dengan Pasal 7.1.2.5), maka struktur beton tersebut dapat dianggap memenuhi sudah kriteria penerimaan mutu, dan volumenya diukur sebagai beton dengan mutu sesuai dengan mutu yang disyaratkan

#### b) Pengukuran Untuk Pekerjaan Beton Yang Diperbaiki dan Dapat Diterima

- i) Apabila pekerjaan telah diperbaiki menurut Pasal 7.1.6.3.j) di atas, kuantitas yang akan diukur untuk pembayaran harus sejumlah yang harus dibayar jika pekerjaan semula telah memenuhi ketentuan.
- ii) Pekerjaan beton yang diperbaiki dapat diterima dengan pengurangan pembayaran sebesar 1,5% dari harga satuan untuk setiap pengurangan kekuatan sebesar 1% dari nilai kekuatan karakteristik rencana.

		
---	---	---

Penyesuaian Harga Satuan ini akan diterapkan pada penerimaan pada Pasal 7.1.6.3.i) dan j), dan tidak ada pengukuran penerimaan untuk mutu beton struktur yang lebih rendah dari  $f_c$  '20 MPa.

- iii) Tidak ada pembayaran tambahan akan dilakukan untuk tiap peningkatan kadar semen atau setiap bahan tambah, juga tidak untuk tiap pengujian atau pekerjaan tambahan atau bahan pelengkap lainnya yang diperlukan untuk mencapai mutu yang disyaratkan untuk pekerjaan beton.

## 2) Dasar Pembayaran

Kuantitas yang diterima dari berbagai mutu beton yang ditentukan sebagaimana yang disyaratkan di atas, akan dibayar pada harga kontrak untuk mata pembayaran dan menggunakan satuan pengukuran yang ditunjukkan di bawah dan dalam daftar kuantitas.

Harga dan pembayaran harus merupakan kompensasi penuh untuk seluruh penyediaan dan pemasangan seluruh bahan yang tidak dibayar dalam mata pembayaran lain, termasuk "water stop", lubang sulingan, acuan, perancah untuk pencampuran, pengecoran, pekerjaan akhir dan perawatan beton, dan untuk semua biaya lainnya yang perlu dan lazim untuk penyelesaian pekerjaan yang sebagaimana mestinya, yang diuraikan dalam seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.1.(1)	Beton struktur, $f_c$ '50 MPa	Meter Kubik
7.1.(2)	Beton struktur, $f_c$ '45 MPa	Meter Kubik
7.1.(3)	Beton struktur, $f_c$ '40 MPa	Meter Kubik
7.1.(4)	Beton struktur, $f_c$ '35 MPa	Meter Kubik
7.1.(5a)	Beton struktur, $f_c$ '30 MPa	Meter Kubik
7.1.(5b)	Beton struktur bervolume besar, $f_c$ '30 MPa	Meter Kubik
7.1.(5c)	Beton struktur memadat sendiri, $f_c$ '30 MPa	Meter Kubik
7.1.(6a)	Beton struktur, $f_c$ '25 MPa	Meter Kubik
7.1.(6b)	Beton struktur bervolume besar, $f_c$ '25 MPa	Meter Kubik
7.1.(6c)	Beton struktur memadat sendiri, $f_c$ '25 MPa	Meter Kubik
7.1.(7a)	Beton struktur, $f_c$ '20 MPa	Meter Kubik
7.1.(7b)	Beton struktur bervolume besar, $f_c$ '20 MPa	Meter Kubik
7.1.(7c)	Beton struktur memadat sendiri, $f_c$ '20 MPa	Meter Kubik
7.1.(7d)	Beton struktur, $f_c$ '20 MPa yang dilaksanakan di air	Meter Kubik

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.1.(8)	Beton, $f_c$ '15 MPa	Meter Kubik
7.1.(9)	Beton Siklop, $f_c$ '15 MPa	Meter Kubik
7.1.(10)	Beton, $f_c$ '10 MPa	Meter Kubik





## SEKSI 7.2

## BETON PRATEKAN

## 7.2.1 UMUM

1) Umum

Pekerjaan ini harus terdiri dari fabrikasi struktur beton pratekan pracetak, bagian beton pratekan pracetak dari struktur komposit dan tiang pancang pracetak yang dibuat sesuai dengan Spesifikasi ini mendekati garis, elevasi, dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar. Pekerjaan ini harus mencakup pembuatan, pengangkutan dan penyimpanan balok, tiang pancang, pelat dan elemen struktur dari beton pracetak, yang dibuat dengan cara pratarik (*pre-tension*) maupun pasca-tarik (*post-tension*). Pekerjaan ini juga termasuk pemasangan semua elemen pratekan pracetak. Ketentuan dari Seksi 7.1 dan 7.3 harus digunakan pada Seksi ini dengan tambahan Artikel berikut ini.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

a)	Transportasi dan Penanganan	: Seksi 1.5
b)	Manajemen Lalu Lintas	: Seksi 1.8
c)	Kajian Teknis Lapangan	: Seksi 1.9
d)	Pengamanan Lingkungan Hidup	: Seksi 1.17
e)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	: Seksi 1.19
f)	Manajemen Mutu	: Seksi 1.21
g)	Beton dan Beton Kinerja Tinggi	: Seksi 7.1
h)	Baja Tulangan	: Seksi 7.3

3) Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok, campuran beton yang dihasilkan, kecakapan kerja dan hasil akhir harus dipantau dan dikendalikan sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.1.1.4) dan 7.3.1.5), bersama dengan standar rujukan berikut ini :

Standar Nasional Indonesia (SNI):

SNI 1154:2016	: Tujuh kawat baja tanpa lapisan dipilin untuk konstruksi beton pratekan (PC strand/KBjP-P7).
SNI 1155:2016	: Kawat Baja Tanpa Lapisan untuk Konstruksi Beton Pratekan (PC wire/KBjP)
SNI 2052:2017	: Baja Tulangan Beton.

ASTM:

ASTM A416/A416M-12	: <i>Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete.</i>
--------------------	---

4) Toleransia) Balok dan Papani) Toleransi Dimensi

Panjang total setiap unit yang diukur dari pusat ke pusat landasan tidak boleh berbeda lebih dari 0,06% panjang rencana, dengan perbedaan



maksimum sebesar 15 mm. Jarak lubang dari pusat ke pusat untuk tulangan, batang atau kabel melintang tidak boleh berbeda lebih dari 6 mm dari posisi yang ditentukan sebagaimana yang diukur dari sumbu melintang unit tersebut.

ii) Toleransi Bentuk

- Lebar total kurang dari 600 mm :  $\pm 3$  mm
- Lebar total lebih besar dari 600 mm :  $\pm 5$  mm
- Tinggi total :  $\pm 5$  mm

iii) Lokasi Rongga

- Diukur vertikal dari puncak :  $\pm 10$  mm
- Diukur melintang dari sumbu memanjang unit tersebut :  $\pm 5$  mm

iv) Ketidaksikuan

Penampang melintang : bidang-bidang yang berdampingan tidak boleh tidak siku lebih dari 5 mm per meter atau 4 mm untuk keseluruhan.

Penampang memanjang : kemiringan ujung bidang tidak boleh menyimpang dari yang disyaratkan berikut ini :

- Panjang total bidang :  $\pm 5$  mm  
sampai 400 mm
- Untuk dimensi lebih :  $\pm 15$  mm per meter sampai maksimum  
besar dari 400 mm 12 mm untuk keseluruhan.

v) Lengkung Vertikal (*Hog or Sag*)

Nilai kelengkungan vertikal unit sejenis yang digunakan pada bentang yang sama harus terletak dalam rentang maksimum 20 mm untuk kondisi dan perawatan yang sama, dan sebagainya.

vi) Lengkung Horizontal (*Bow*)

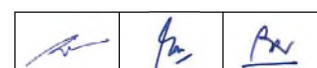
Sumbu memanjang tidak boleh menyimpang dalam arah melintang dari suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat ujung-ujung elemen lebih dari 6 mm atau 0,06 % panjang rencana, dipilih yang lebih besar.

vii) Puntir

Rotasi sudut setiap penampang relatif terhadap suatu penampang ujung harus tidak boleh lebih dari 5 mm per meter untuk tepi yang sedang diperiksa.

viii) Tendon

- Lubang keluar tendon pada acuan :  $\pm 2$  mm
- Selimut tendon :  $\pm 5$  mm



b) Tiang Pancangi) Toleransi Dimensi

- Dimensi penampang :  $\pm 6$  mm
- Panjang total :  $\pm 25$  mm
- Penyimpangan dari garis lurus : 1 mm per meter panjang
- Ketidaksikuan pangkal : 2 mm dalam lebar pangkal
- Selimut tulangan (termasuk tendon) : + 5 mm, - 3 mm
- Lubang keluar tendon pada acuan dan kepala tiang pancang :  $\pm 2$  mm
- Tendon :  $\pm 1,5$  mm

ii) Sepatu Tiang dan Penyambung (*Splice*) Tiang Pancang Pra-fabrikasi

Sepatu dan sambungan (*joint*) tiang, bilamana penyambung (*splice*) tiang diperkenankan, harus dipasang dengan kuat pada tiang pancang, di tengah-tengah dan segaris dengan sumbu tiang pancang.

iii) Panjang Pengecoran Tiang

Kecuali ditunjukkan lain dalam Gambar, maka tiang pancang harus dicor dengan panjang utuh tanpa sambungan.

5) Sistem Pra-tegang

Sistem pra-tegang yang akan digunakan harus dipilih oleh Penyedia Jasa dengan memenuhi semua ketentuan di dalamnya dan atas persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Pada umumnya tidak terdapat perubahan pada posisi sentroid gaya pra-tegang total sepanjang elemen tersebut dan pada besar gaya pra-tegang efektif akhir sebagaimana yang diuraikan dalam Gambar.

6) Pengaluan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian sistem, peralatan dan bahan yang hendak digunakan dalam operasi pra-tegang. Rincian tersebut harus meliputi metode dan urutan tegangan, rincian lengkap untuk baja pra-tegang, perkakas pengankuran, jenis selongsong dan setiap data relatif lainnya untuk operasi pra-tegang. Malahan rincian tersebut harus menunjukkan setiap susunan dari baja tulangan yang bukan pra-tegang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar.
- b) Bilamana sistem pra-tegang yang diusulkan oleh Penyedia Jasa memerlukan modifikasi dalam jumlah, bentuk atau ukuran baja tulangan, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar dan perhitungan yang cukup terinci untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Baja tulangan yang disediakan tidak boleh kurang dari yang ditunjukkan dalam Gambar.
- c) Suatu sertifikat persetujuan (perjanjian) resmi untuk sistem pra-tegang harus diserahkan dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penempatan setiap tendon. Sertifikat persetujuan ini harus dikeluarkan oleh suatu lembaga pengujian yang resmi. Sebaliknya Pengawas Pekerjaan dapat memerintahkan sedemikian hingga diperoleh suatu sertifikat persetujuan dari laboratorium pilihan Pengawas Pekerjaan atas biaya Penyedia Jasa. Semua peraturan yang berhubungan dengan

sertifikat persetujuan ini selanjutnya harus tunduk pada persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

- d) Untuk setiap jenis elemen pra-tegang Penyedia Jasa harus menyerahkan 2 set semua detail gambar kerja, disiapkan secara khusus untuk Kontrak, kepada Pengawas Pekerjaan untuk peninjauan ulang. Setelah peninjauan ulang, 3 set harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan, untuk digunakan selama pelaksanaan. Detail gambar kerja harus meliputi judul pekerjaan, nama struktur seperti ditunjukkan dalam Gambar, dan nomor Kontrak. Penyedia Jasa tidak boleh menge-cor setiap elemen yang akan dipra-tegangkan sebelum peninjauan ulang detail gambar kerja terinci selesai.

7) Ahli Pra-tegang

Penyedia Jasa harus menempatkan tim khusus ahli pra-tegang untuk kepentingan pengawasan pekerjaan, sekurang-kurangnya seorang ahli kepala, untuk memberikan petunjuk yang diperlukan selama operasi pra-tegang.

## 7.2.2

### BAHAN

1) Beton

Beton harus dibuat memenuhi ketentuan dalam Seksi 7.1 sesuai dengan mutu yang digunakan. Mutu beton untuk tiap jenis unit harus sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar.

2) Acuan

Acuan untuk unit pracetak harus memenuhi ketentuan dalam Seksi 7.1 dan dengan ketentuan tambahan dalam seksi ini.

Acuan harus terbuat dari logam atau kayu yang dilapisi logam, atau kayu lapis yang kedap air, dan harus cukup kuat sehingga tidak akan melendut melebihi batas-batas toleransi selama pengecoran.

Penutup (*seal*) harus dipasang pada sambungan acuan untuk mencegah kehilangan pasta semen.




Penumpukan acuan harus dilakukan pada semua sudut dan harus lurus dan sesuai dengan bentuk dan garis yang tepat.

Pembentuk rongga harus dipasang dengan kencang dan harus dibungkus dengan pita penutup berpekat sebagaimana yang diperlukan untuk mencegah masuknya adukan.

3) Graut (*Grout*)

Kecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan, berdasarkan percobaan penyuntikan (*grouting*), maka graut harus berupa pasta terdiri dari semen portland biasa dan air. Rasio air - semen haruslah serendah mungkin sesuai dengan sifat kelecakan (*workability*) yang diperlukan tetapi tidak melebihi 0,45.

Bahan tambah kimia (*admixture*) dapat digunakan bilamana disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan *plasticizer* yang umum diperdagangkan untuk penyuntikan (*grouting*)

		
---	---	---

harus digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Bahan ini tidak boleh mengandung chlorida, nitrat, sulfat atau sulfida.

4) Baja Tulangan

Batang baja dan tulangan anyaman harus sesuai dengan Seksi 7.3. dari Spesifikasi ini.

5) Baja Pra-tegang

Untaian kawat (*strand*) pra-tegang harus terdiri dari 7 kawat (*wire*) dengan kuat tarik tinggi, bebas tegangan, relaksasi rendah dengan panjang menerus tanpa sambungan atau kopel sesuai dengan SNI 1154-2016 dengan kelas untai kawat dan kekuatan tarik batas minimum sebagaimana yang ditunjukkan dalam Tabel 7.2.2.1, dan toleransi diameter sebagaimana yang ditunjukkan Tabel 7.2.2.2) serta sifat mekanis yang ditunjukkan dalam Tabel 7.2.2.3).

Kawat (*wire*) pra-tegang harus terdiri dari kawat dengan kuat tarik tinggi dengan panjang menerus tanpa sambungan atau kopel dan harus sesuai dengan SNI 1155:2016.

Tabel 7.2.2.1) Kelas Untaian Kawat dan Kuat Tarik Batas Minimum

KELAS	SIMBOL	RELAKSASI
A	KBjP-P7 NA	Relaksasi Normal
B	KBjP-P7 NB	
A	KBjP-P7 RA	Relaksasi Rendah
B	KBjP-P7 RB	

Catatan :

- KBjP-P7 N: tujuh kawat baja tanpa lapisan dipilin untuk konstruksi beton pratekan relaksasi normal
- KBjP-P7 R: tujuh kawat baja tanpa lapisan dipilin untuk konstruksi beton pratekan relaksasi rendah
- Kelas A: kekuatan tarik batas minimum 1725 MPa
- Kelas B: kekuatan tarik batas minimum 1860 MPa

Tabel 7.2.2.2) Dimensi dan Toleransi Diameter

Simbol	Diameter nominal pilinan	Toleransi diameter nominal pilinan	Luas penampang nominal <sup>1</sup>	Berat nominal <sup>1</sup>	Selisih diameter kawat inti dan diameter kawat luar min.
	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(g/m)	(mm)
KBjP-P7 N A KBjP-P7 R A	6,4	± 0,40	23	182	0,025
	7,9		37	294	0,038
	9,5		52	405	0,051
	11,1		69,7	548	0,064
	12,7		92,9	730	0,076
	15,2		139	1090	0,102
	9,53		55	430	0,051
KBjP-P7 N B KBjP-P7 R B	11,1	+ 0,65 - 0,15	74,2	580	0,064
	12,7		98,7	780	0,076
	13,2		108	840	0,076
	14,3		124	970	0,089
	15,2		140	1100	0,102
	15,7		150	1200	0,102
	17,8		190	1500	0,114
6,4	23	182	0,025		

Catatan :  
<sup>1</sup>: sebagai referensi

Tabel 7.2.2.3) Sifat Mekanis Untaian Kawat

Simbol	Diameter nominal (mm)	Beban ulur min. (kN)	Beban tarik min. (kN)	Regangan minimum (%)	Relaksasi		
					Beban awal (kN)	Maksimum (%)	Durasi (Jam)
		1	2	3	4		
KBjP-P7 NA	6,4	34	40	3,5	70% beban kuat tarik	8,0	1000 dengan suhu 18 ~ 22 °C
	7,9	54,7	64,5				
	9,5	75,6	89				
	11, 1	102,3	120				
	12,7	136,2	160				
15,2	204,2	240					
KBjP-P7 NB	9,53	87	102				
	11, 1	117,2	138				
	12,7	156,1	184				
	13,2	170,1	200				
	14,3	195,5	230				
	15,24	221,5	261				
KBjP-P7 RA	15,7	237,4	279				
	17,8	300,2	353				
	6,4	36	40				
	7,9	58,1	64,5				
	9,5	80,1	89				
	11, 1	108,1	120				
KBjP-P7 RB	12,7	144,1	160				
	15,2	216,2	240				
	9,53	92,1	102				
	11, 1	124,1	138				
	12,7	165,3	184				
	13,2	180,1	200				
	14,3	207	230				
	15,24	234,6	261				
15,7	251,4	279					
17,8	318	353					

Catatan :

## 1. Beban ulur

Diukur pada 1 % regangan. Nilainya tidak boleh kurang dari 85% beban putus untuk relaksasi normal dan 90% untuk relaksasi rendah. Pembebanan awal dari pengujian tersebut harus dimulai pada 10% nilai beban tarik.

## 2. Beban tarik

Nilai beban tarik ditentukan pada Tabel 7.2.2.3) diatas.

## 3. Regangan

Regangan diukur dengan menggunakan *extensiometer* yang terkalibrasi. Nilai total regangan minimum 3,5% dengan panjang ukur (*gauge length*) alat uji pada sampel tidak kurang dari 600 mm.

## 4. Relaksasi

Relaksasi normal dengan beban awal 70% dari beban tarik nilainya tidak lebih dari 8,0%. Relaksasi rendah dengan beban awal 70% dari beban tarik nilainya tidak lebih dari 2,5% dan untuk beban awal 80% dari beban tarik nilainya tidak lebih dari 3,5%.

Untuk menentukan nilai relaksasi 1000 jam yang dihitung dengan cara ekstrapolasi secara komputerisasi minimum selama 200 jam dapat dilaksanakan jika hasil ekstrapolasi setara dengan hasil Pengujian relaksasi 1000 m.

i) Pemasokan

Kawat baja dengan kuat tarik tinggi atau batang baja kuat tarik tinggi yang akan digunakan dalam bentuk *strand* atau tendon pada pekerjaan pra-tegang harus dipasok dalam gulungan berdiameter cukup besar agar dapat mempertahankan sifat-sifat yang disyaratkan dan akan tetap lurus bila dibuka dari gulungan tersebut. Bahan harus dalam kondisi baik, tidak tertekuk atau bengkok.

Bahan tersebut harus bebas dari karat, kotoran, bahan lain yang lepas, minyak, gemuk, cat, lumpur atau bahan-bahan lainnya yang tidak dikehendaki tetapi juga tidak licin karena digosok.

ii) Pemberian Tanda

*Strand* atau tendon harus disimpan dalam kelompok-kelompok menurut ukuran dan panjangnya, diikat dan diberi label yang menunjukkan ukuran *strand* atau tendon dalam gulungan.

iii) Penvimpanan

Bahan *strand* atau tendon, kawat, batang baja, ankur, selongsong harus disimpan di bawah atap yang kedap air, diletakkan terpisah dari permukaan tanah dan harus dilindungi dari setiap kemungkinan kerusakan.

6) Pengankuran

Pengankuran harus mampu menahan paling sedikit 95% kuat tarik minimum baja pra-tegang, dan harus memberikan penyebaran tegangan yang merata dalam beton pada ujung tendon. Perlengkapan harus disediakan untuk perlindungan ankur dari korosi.

Perkakas pengankuran untuk semua sistem pasca-tarik (*post-tension*) akan dipasang tepat tegak lurus terhadap semua arah sumbu tendon untuk pasca-tarik.

Ankur harus dilengkapi dengan selongsong atau penghubung yang cocok lainnya untuk memungkinkan penyuntikan (*grouting*).

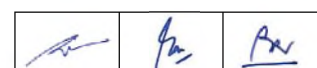
7) Selongsong

Selongsong yang disediakan untuk tendon pasca-tarik harus dibentuk dengan bantuan selongsong berusuk yang lentur atau selongsong logam bergelombang yang digalvanisasi, dan harus cukup kaku untuk mempertahankan profil yang diinginkan antara titik-titik penunjang selama tekanan bekerja. Ujung selongsong harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memberikan gerak bebas pada ujung ankur. Sambungan antara ruas-ruas selongsong harus benar-benar merupakan sambungan logam dan segera harus ditutup sampai rapat dengan menggunakan pita perekat tahan air untuk mencegah kebocoran adukan.

Selongsong harus bebas dari belahan, retakan, dan sebagainya. Sambungan harus dibuat dengan hati-hati dengan cara sedemikian hingga saling mengikat rapat dengan adukan. Selongsong yang rusak harus dikeluarkan dari tempat kerja. Lubang udara harus disediakan pada puncak dan pada tempat lainnya di mana diperlukan sedemikian hingga penyuntikan pasta semen dapat mengisi semua rongga sepanjang seluruh panjang selongsong sampai penuh.

8) Pekerjaan Lain-lain

Air yang digunakan untuk pembilasan selongsong harus mengandung baik kapur sirih (kalsium oksida) maupun kapur tohor (kalsium hidro-oksida) dengan takaran 12 gram per liter. Udara bertekanan, yang digunakan untuk meniup selongsong, harus bebas dari minyak.



### 7.2.3 PENGUJIAN

#### 1) Umum

*Strand*, tendon, rakitan ankur dan batang untuk pekerjaan pra-tegang harus ditandai dengan sejumlah nomor dan diberi label untuk keperluan identifikasi sebelum diangkut ke tempat kerja.

Contoh yang diserahkan harus mewakili jumlah bahan yang akan disediakan dan untuk kawat dan untaian kawat (*strand*) harus mempunyai induk gulungan (*master roll*) yang sama. Contoh untuk pengujian harus diserahkan pada waktunya sehingga hasilnya dapat diterima dengan baik sebelum waktu pekerjaan penarikan yang dijadwalkan.

#### 2) Untaian Untaian Kawat (*Strand*) Untuk Pratarik (*Pre-Tension*)

Contoh dengan panjang sekurang-kurangnya 5 meter harus diserahkan untuk pengujian, yaitu contoh yang diambil dari setiap 20 ton.

#### 3) Untaian Kawat (*Strand*), Kawat atau Batang Untuk Pasca-Tarik (*Post Tension*).

Panjang kawat yang cukup untuk membuat sebuah tendon paralel biasa dengan panjang 1,5 meter, terdiri dari jumlah kawat yang sama sebagaimana tendon yang akan disediakan, harus diserahkan untuk pengujian.

- Untaian kawat (*strand*) dilengkapi dengan penyetelan : sebuah untaian kawat (*strand*) dengan panjang 1,5 meter antara ujung-ujung penyetelan, harus diserahkan.
- Batang dilengkapi dengan ujung berulir : sebuah batang dengan panjang 1,5 meter antara ujung-ujung uliran, harus diserahkan.

#### 4) Rakitan Ankur

Bilamana rakitan ankur tidak disertakan dalam contoh penulangan, maka dua rakitan harus diserahkan, lengkap dengan pelat distribusi, untuk setiap jenis dan ukuran yang akan digunakan.

#### 5) Penerimaan Sebelumnya

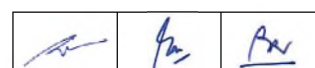
Bilamana sistem pra-tegang yang akan digunakan telah diuji sebelumnya dan disetujui oleh Pengguna Jasa atau instansi lain yang dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan, maka contoh dapat tidak diserahkan asalkan tidak terdapat perubahan dalam bahan, rancangan atau rincian yang sebelumnya telah disetujui.

### 7.2.4 PELAKSANAAN UNIT-UNIT

#### 1) Umum

##### a) Tempat Pencetakan

Lokasi setiap tempat pencetakan harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.





b) Rongga dan Lubang

Pipa acuan untuk membentuk lubang melintang dalam pekerjaan akhir atau perkakas cetak lainnya yang akan membatasi regangan memanjang dalam elemen acuan harus dilepas sesegera mungkin setelah pengecoran beton sedemikian rupa sehingga pergerakan akibat penyusutan atau perubahan temperatur beton dapat dikendalikan.

Bilamana diperlukan rongga dalam beton, maka pembentuk rongga beton harus terpasang kaku dengan cara yang sedemikian hingga tidak terjadi pergeseran yang cukup besar dalam segala arah selama pelaksanaan pengecoran.

Pembentuk rongga beton tidak boleh diikat pada tendon prategang, untuk menjamin bahwa pola untaian kawat (*strand*) tidak mengalami distorsi akibat gaya apung dari rongga tersebut.

Semua pencegahan harus dilakukan untuk menghindari kerusakan pada acuan selama pengecoran.

c) Perlengkapan Pra-tegang




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

d) Perakitan Tendon

Tendon harus dirakit sesuai dengan petunjuk yang diikutsertakan dalam sertifikat persetujuan pabrik.

Sebelum perakitan, maka permukaan baja pra-tegang harus diperiksa terhadap korosi. Karat lepas harus dibuang dengan tangan, yaitu dengan lap kain guni atau wol baja halus dan setiap jenis minyak harus dibersihkan dengan menggunakan deterjen. Suatu lapisan karat yang tipis tidak dianggap merusak asalkan baja tersebut tidak nampak keropos setelah dibersihkan dari karat.

Baja yang sangat berkarat atau baja yang keropos harus ditolak dan dikeluarkan dari tempat kerja. Benda asing yang melekat pada baja harus dihilangkan setelah pra-tegang atau sebelum penempatan dalam selongsong. Bilamana baja pra-tegang untuk pekerjaan pratarik (*pre-tension*) dipasang sebelum pengecoran pada unit tersebut, atau bilamana tidak disuntik dalam waktu 10 hari sejak pemasangan, maka baja tersebut harus mengikuti ketentuan di atas untuk perlindungan terhadap korosi dan ditolak jika berkarat. Dalam hal ini, bahan penghambat korosi harus digunakan dalam selongsong setelah pemasangan baja.

		
---	---	---

Ankur harus dirakit dengan tendon dengan cara sedemikian sehingga dapat mencegah setiap pergeseran posisi, baik selama pemasangan maupun pengecoran.

e) Selimit Beton

Jika tidak ditentukan lain, maka selimit beton tidak boleh kurang dari 2 kali diameter tendon atau 3 cm, diambil yang lebih besar. Selimit beton tersebut harus ditambah 1,5 cm untuk beton yang kontak langsung dengan permukaan tanah atau 3,0 cm untuk elemen beton yang dipasang dalam air asin.

f) Pengecoran Beton

Penyedia Jasa harus memberitahu Pengawas Pekerjaan paling tidak 24 jam sebelum permulaan operasi pengecoran beton yang dijadwalkan agar Pengawas Pekerjaan dapat memeriksa persiapan pekerjaan tersebut.

Beton tidak boleh dicor sampai Pengawas Pekerjaan telah memeriksa dan menyetujui pemasangan baja tulangan, selongsong, ankur, dan baja pra-tegang. Selongsong yang retak atau robek harus diganti.

Pengecoran harus sesuai dengan ketentuan dalam Seksi 7.1 dari Spesifikasi ini. Beton harus digetar dengan hati-hati untuk menghindari pergeseran kabel, kawat, selongsong, atau baja tulangan. Untuk bagian yang lebih dalam dan tipis, penggetar luar yang ditempelkan pada acuan dapat dilaksanakan untuk menambah getaran di bagian dalam. Baik sebelum pengecoran maupun segera sesudah pengecoran beton, maka Penyedia Jasa harus dapat menunjukkan bahwa semua selongsong masih berfungsi dengan baik hingga dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

g) Perawatan

Perawatan beton sesuai dengan yang disyaratkan dalam Seksi 7.1.

2) Pra-tegang (Pre-stressing)

a) Umum




Tidak ada penegangan (*stressing*) yang boleh dilaksanakan tanpa persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Operasi penegangan (*stressing*) harus dilaksanakan di bawah pengawasan dari suatu tim atau setidaknya-tidaknya seorang ahli yang sangat berpengalaman dalam menggunakan peralatan tersebut dan disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan .

b) Penegangan (Stressing)

i) Keselamatan Kerja

Selama proses penegangan (*stressing*) tidak diperbolehkan seorangpun berdiri di muka dongkrak.

Pengukuran atau kegiatan lainnya harus dilaksanakan dari samping dongkrak atau tempat lainnya yang cukup aman. Sesaat sebelum penegangan (*stressing*), tanda-tanda yang cukup jelas harus terpasang pada kedua ujung unit tersebut untuk memperingatkan orang agar tidak mendekati tempat tersebut.

		
---	---	---

ii) Peralatan

Sebelum pekerjaan penegangan (*stressing*), peralatan harus diperiksa, dikalibrasi dan diuji, sebagaimana dipandang perlu oleh Pengawas Pekerjaan. Dyna-mometer dan alat ukur lainnya harus mempunyai toleransi sampai 2%. Alat pengukur tekanan harus disesuaikan dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Alat pengukur tekanan ini juga harus dibuat sedemikian rupa sehingga tidak akan rusak bila terjadi penurunan tegangan secara mendadak.

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

c) Data Yang Harus Dicatati) Umum

Baik untuk Pratarik (*Pre-Tension*) maupun Pasca-Tarik (*Post-Tension*), harus dilakukan penca-tatan data-data berikut ini :

- Nama dan nomor pekerjaan
- Nomor balok/gelagar
- Tanggal selesainya pengecoran
- Tanggal diberikannya gaya pra-tegang

ii) Tendon Pratarik (*Pre-Tension*)

Data-data berikut ini harus dicatat :




- Pabrik pembuatnya, toleransi dan nomor dynamometer, alat pengukur, pompa dan dongkrak.
- Besarnya gaya yang dicatat oleh dynamometer.
- Tekanan pompa atau dongkrak dan luas piston.
- Pemuluran terakhir segera setelah pengankuran.

iii) Tendon Pasca-Tarik (*Post-Tension*)

Data berikut ini yang harus dicatat :

- Pabrik pembuatnya, toleransi, jenis dan nomor dynamometer, alat pengukur, pompa dan dongkrak.
- Identifikasi kabel.
- Gaya awal pada saat penegangan (*stressing*) awal.
- Gaya akhir dan pemuluran pada saat penegangan (*stressing*) akhir.
- Gaya dan pemuluran pada selang waktu tertentu jika dan bilamana diminta oleh Pengawas Pekerjaan.
- Pemuluran setelah dongkrak dilepas.
- Siklus penarikan

Salinan catatan tersebut harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan dalam waktu 24 jam setelah setiap operasi penegangan (*stressing*).

		
---	---	---

## 7.2.5 METODE PRATARIK (*PRE-TENSION*)

### 1) Landasan Gava Pra-tegang

Landasan untuk mendukung gaya pra-tegang selama operasi pra-tegang harus dirancang dan dibuat untuk menahan gaya-gaya yang timbul selama operasi pra-tegang. Landasan harus dibuat sedemikian rupa sehingga bila terjadi slip pada ankur tidak menyebabkan kerusakan pada landasan.

Landasan harus cukup kuat sehingga tidak terjadi lendutan atau kerusakan akibat beban terpusat atau beban mati dari unit-unit yang ditunjang.

### 2) Penempatan Tendon

Tendon harus ditempatkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar, dan harus dipasang sedemikian hingga tidak bergeser selama pengecoran beton. Pada penempatan tendon, perhatian khusus harus diberikan agar tendon tidak menyentuh acuan yang telah diberi lapisan *oil form*. Bilamana terlihat tanda-tanda minyak pada tendon, maka tendon harus segera dibersihkan dengan menggunakan kain yang dibasahi minyak tanah atau bahan yang cocok lainnya.

Bilamana memungkinkan, penegangan (*stressing*) tendon hendaknya dilaksanakan sebelum acuan diberi lapisan *oil form*. Ankur harus diletakkan pada posisi yang dikehendaki dan tidak bergeser selama pengecoran beton.

### 3) Besarnya Gava Prategang Yang Dikehendaki

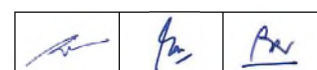
Kecuali ditentukan lain dalam Gambar, gaya yang diperlukan adalah sisa gaya tendon pada tengah-tengah setiap unit segera setelah semua tendon diankur pada kedudukan dari landasan dan berada dalam posisi lendutan akhir. Perbedaan gaya adalah 5 persen dari gaya yang diperlukan. Besar gaya dongkrak yang diberikan harus dapat sudah termasuk pengurangan gaya akibat slip pada perkakas ankur, masuknya baji (*wedge draw-in*) dan kehilangan akibat gesekan (*friction losses*).

Cara penarikan tendon termasuk pemasangan dan penempatan setiap garis lengkung tendon, perhitungan yang menunjukkan gaya-gaya pada ankur dan setiap titik lendutan, dan perkiraan kehilangan gaya akibat gesekan, harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan sebelum dimulainya pembuatan elemen-elemen.

Penyedia Jasa harus melaksanakan percobaan operasi penegangan (*stressing*) untuk memperoleh besarnya tahanan geser yang diberikan alat pelengkung (*hold down*) dan juga memastikan bahwa masuknya baji yang disebutkan masih konsisten dengan jenis dongkrak dan teknik yang diusulkan.

Tendon harus dilengkungkan bilamana ditunjukkan dalam Gambar, dengan perkakas yang cukup kuat untuk memegang tendon dalam posisi yang sesuai, terutama selama pengecoran dan operasi penggetaran. Kecuali disebutkan lain oleh Pengawas Pekerjaan, maka alat pelengkung (*hold down*) harus diletakkan memanjang dalam 200 mm dan vertikal dalam 5 mm dari lokasi yang ditunjukkan dalam Gambar.

Alat pelengkung (*hold down*) harus dirancang sedemikian hingga pelengkung (*deflectors*) yang dalam keadaan kontak langsung dengan untaian kawat (*strand*) berdiameter tidak kurang dari diameter tendon atau 15 mm, mana yang lebih besar. Pelengkung (*deflectors*) harus dibuat dari bahan yang tidak lebih keras dari baja mutu 36 sesuai dengan ketentuan dari SNI 6764:2016



Penyedia Jasa harus menyerahkan perhitungan yang menunjukkan bahwa alat pelengkung telah dirancang dan dibuat untuk menahan beban terpusat yang diakibatkan dari gaya pratarik yang diberikan.

Cara penarikan harus dapat menjamin bahwa gaya yang diperlukan dihasilkan dari semua tendon di tengah-tengah bentang setiap unit, terutama bilamana lebih dari satu tendon atau satu unit ditarik dalam suatu operasi penarikan.

Beton tidak boleh dicor lebih dari 12 jam setelah penarikan. Bilamana waktu ini dilampaui, maka Penyedia Jasa harus memeriksa apakah kebutuhan gaya tarik tendon masih dipertahankan. Bilamana penegangan ulang (*re-stressing*) diperlukan, maka perpanjangan tendon yang terjadi harus ditahan dengan menggunakan pelat pengunci (*shims*) tanpa mengganggu baji yang telah tertanam.

Pengukuran pemuluran, hanya boleh dilaksanakan setelah Pengawas Pekerjaan memeriksa perhitungan dan menentukan bahwa sistem tersebut telah memenuhi ketentuan. Bacaan alat pengukur tekanan dari dongkrak harus digunakan sebagai pembanding pengukuran pemuluran. Bilamana bacaan tekanan dongkrak dan pengukuran pemuluran berbeda lebih dari 3%, Pengawas Pekerjaan harus diberitahu sebelum pengecoran dimulai, dan jika dipandang perlu, tendon harus diuji ulang dan peralatan dikalibrasi ulang sebagaimana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

#### 4) Prosedur Pra-tegang

Operasi penarikan harus dikerjakan oleh tenaga yang terlatih dan berpengalaman di bidangnya.

Gaya pratarik harus diberikan dan dilepas secara bertahap dan merata.

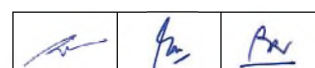
Untuk menghilangkan kekenduran dan menaikkan tendon dari lantai landasan, maka gaya 100 kg atau sebesar yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan harus diberikan pada tendon. Gaya awal harus diberikan untuk menghitung pemuluran yang diperlukan.

Tendon harus ditandai untuk pengukuran pemuluran setelah tegangan awal diberikan. Bilamana diperlukan oleh Pengawas Pekerjaan, maka tendon harus ditandai pada kedua ujungnya, ujung yang ditarik dan ujung yang mati serta pada kopel (bila digunakan), sedemikian hingga slip dan masuknya tendon (*draw-in*) dapat diukur.

Bilamana terjadi slip pada salah satu kelompok tendon yang ditarik secara bersama-sama, maka penarikan pada seluruh tendon harus dikendorkan, tendon-tendon diatur lagi dan kelompok tendon tersebut ditarik kembali. Sebagai alternatif, jika tendon yang slip tidak lebih dari dua, penarikan kelompok tendon dapat diteruskan sampai selesai dan tendon yang kendor ditarik kemudian.

Gaya pra-tegang harus dipindahkan dari dongkrak penarik ke *abutment* landasan pra-tegang segera setelah gaya yang diperlukan (atau pemuluran) dalam tendon telah tercapai, dan tekanan dongkrak harus dilepas sebelum setiap operasi berikutnya dimulai.

Bilamana untaian kawat (*strand*) yang dilengkungkan disyaratkan, maka Pengawas Pekerjaan dapat memerintahkan pengukuran pemuluran atau regangan pada berbagai posisi sepanjang tendon untuk menentukan gaya pada tendon pada masing-masing posisi.



5) Pemindahan Gaya Pra-teganga) Persetujuan

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan usulan terinci cara pemindahan gaya pra-tegang untuk mendapat persetujuan sebelum pemindahan gaya dimulai.

b) Ketentuan Kekuatan Beton

Tidak ada tendon yang dilepas sebelum beton mencapai kuat tekan yang lebih besar dari 85% kuat tekan beton berumur 28 hari yang disyaratkan dalam Gambar dan didukung dengan pengujian benda uji standar yang dibuat dan dirawat sesuai dengan unit-unit yang dicor.

Bilamana, setelah 28 hari, kuat tekan beton gagal mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan, maka tendon segera dilepaskan dan unit beton tersebut harus ditolak.

Ketentuan jumlah benda uji kuat tekan beton yang diuraikan Seksi 7.1 berlaku.

c) Prosedur

Semua tendon harus diperiksa sebelum dilepas untuk memastikan bahwa tidak terdapat tendon yang kendur. Bilamana terdapat tendon yang kendur, maka Penyedia Jasa harus segera memberitahu Pengawas Pekerjaan sehingga Pengawas Pekerjaan dapat memeriksa unit tersebut dan menentukan apakah unit tersebut dapat dipakai terus atau harus diganti.

Semua tendon harus diberi tanda pada kedua ujung gelagar pratekan, agar dapat dilakukan pencatatan bilamana terjadi slip atau masuknya tendon (*draw-in*).




Pelepasan tendon harus secara berangsur-angsur dan tidak boleh terhenti pada waktu pelepasannya.

Dengan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, pelepasan tendon dapat dilakukan dengan pemanasan, asalkan ketentuan berikut ini dilaksanakan:

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan rincian cara pemindahan gaya pra-tegang termasuk panjang tendon bebas di antara unit-unit, panjang tendon bebas pada kedua ujung landasan, tempat-tempat di mana tendon akan diberikan pemanasan, akhir urutan tendon (*the order of severance of tendons*) dan pelepasan alat untuk tendon yang dilengkungkan, cara pemanasan tendon dan peralatan yang diusulkan untuk digunakan.

Pemanasan harus dilaksanakan merata pada seluruh panjang tendon dalam waktu yang cukup untuk menjamin bahwa seluruh tendon telah regang (*relax*) sepenuhnya sebelum dilakukan pemotongan. Beton tidak boleh dipanaskan secara berlebihan, dan pemanasan tidak boleh dilakukan langsung pada setiap bagian tendon yang berjarak kurang dari 10 cm dari permukaan beton unit tersebut.

Pengawas Pekerjaan harus hadir dalam setiap pelepasan tendon dengan pemanasan. Setelah gaya pra-tegang telah dipindahkan pada unit-unit, tendon-tendon antara unit-unit harus bekerja baik sepanjang garis dari titik pelepasan.

		
---	---	---

Setelah gaya pra-tegang dipindahkan seluruhnya pada beton, kelebihan panjang tendon harus dipotong sampai ujung permukaan unit dengan pemotong mekanis. Setiap upaya harus dilakukan untuk mencegah kerusakan pada beton.

6) Masuknya (*Draw-in*) Tendon Yang Diizinkan.

Masuknya tendon pada setiap tendon tidak boleh melampaui 3 mm pada setiap ujung, kecuali disebutkan lain dalam Gambar.

Bilamana masuknya tendon melampaui toleransi maksimum maka pekerjaan tersebut harus ditolak.

## 7.2.6

### **METODE PASCA-TARIK (*POST-TENSION*)**

1) Persetujuan

Kecuali disebutkan lain dalam Gambar, Penyedia Jasa dapat menentukan prosedur pra-tegang yang dikehendakinya, di mana prosedur dan rencana pelaksanaan tersebut harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan sebelum setiap pekerjaan untuk unit pasca-tarik dimulai.

2) Penempatan Ankur

Setiap ankur harus ditempatkan tegak lurus terhadap garis kerja gaya pra-tegang, dan dipasang sedemikian hingga tidak akan bergeser selama pengecoran beton.

Bilamana ditentukan dalam Gambar bahwa plat baja digunakan sebagai ankur, maka bidang permukaan beton yang kontak langsung dengan plat baja tersebut harus rata, daktil (*ductile*) dan diletakkan tegak lurus terhadap arah gaya pra-tegang. Ankur pelat baja dapat ditanam pada adukan semen sebagaimana yang disetujui atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

Sesudah pekerjaan pra-tegang dan penyuntikan selesai, ankur harus ditutup dengan beton dengan tebal paling sedikit 3 cm.

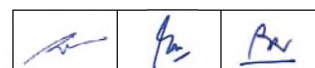
3) Penempatan Tendon

Lubang ankur harus ditutup untuk menjamin bahwa tidak terdapat pasta semen atau bahan lainnya masuk ke dalam lubang selama pengecoran.

Sebelum penarikan, Penyedia Jasa harus menunjukkan bahwa semua tendon bebas bergerak antara titik-titik pengankuran dan elemen-elemen tersebut bebas untuk menampung pergerakan horisontal dan vertikal sehubungan dengan gaya pra-tegang yang diberikan.

4) Kekuatan Beton Yang Diperlukan

Gaya pra-tegang boleh diberikan pada baja setelah kekuatan setelah mencapai kekuatan beton minimum 85% terhadap kekuatan desain atau seperti yang disyaratkan dalam Gambar, setelah pengecoran jika perawatan dengan pembasahan digunakan, ataupun jika perawatandengan uap digunakan.



Bilamana unit-unit terdiri dari elemen-elemen yang disambung, kekuatan yang dipindahkan ke bahan sambungan paling sedikit harus sama dengan kekuatan yang dipindahkan pada unit beton.

5) Besarnya Gaya Pra-tegang Yang Diperlukan

Pengukuran gaya pra-tegang yang dilakukan dengan cara langsung mengukur tekanan dongkrak atau tidak langsung dengan mengukur pemuluran. Kecuali disebutkan lain dalam Gambar, Pengawas Pekerjaan akan menentukan prosedur yang diambil setelah pengamatan kondisi dan ketelitian yang dapat dicapai oleh kedua prosedur tersebut.

Pengawas Pekerjaan akan menentukan perkiraan pemuluran dan tekanan dongkrak.

Penyedia Jasa harus menetapkan titik duga untuk mengukur perpanjangan dan tekanan dongkrak samapai dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

Penyedia Jasa harus menambahkan gaya pra-tegang yang diperlukan untuk mengatasi kehilangan gaya akibat gesekan dan pengankuran. Besar gaya total dan perpanjangan yang dihitung harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penegangan (*stressing*) dimulai.

Segera setelah pengankuran, maka tegangan dalam tendon pra-tegang tidak boleh melampaui 70% dari beban yang ditetapkan. Selama penegangan (*stressing*), maka nilai tersebut tidak boleh melampaui 80%.




Tendon harus ditegangkan secara bertahap dengan kecepatan yang tetap. Gaya dalam tendon harus diperoleh dari pembacaan pada dua buah *dial* (arloji) atau alat pengukur tekanan yang menyatu dengan peralatan tersebut. Perpanjangan tendon dalam gaya total yang disetujui tidak boleh melampaui 5 % dari perhitungan perpanjangan yang disetujui. Bilamana perpanjangan yang diperlukan tidak dapat dicapai maka gaya dongkrak dapat ditingkatkan sampai 75% dan beban yang ditetapkan untuk tendon. Bilamana perbedaan pemuluran antara yang diukur dengan yang dihitung, lebih dari 5%, maka tidak perlu dilakukan penarikan lebih lanjut sampai perhitungan dan peralatan tersebut diperiksa.

Penegangan (*stressing*) harus dari salah satu ujung, kecuali disebutkan lain dalam Gambar atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Bilamana penegangan (*stressing*) pada tendon dilakukan dengan pendongkrakan pada kedua ujung-nya, maka tarikan ke dalam (*pull-in*) pada ujung yang jauh dari dongkrak harus diukur dengan akurat dengan memperhitungkan kehilangan gaya untuk perpanjangan yang diukur pada ujung dongkrak.

Bilamana pekerjaan pra-tegang telah dilakukan sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan, maka tendon harus dijangkarkan. Tekanan dongkrak kemudian harus dilepas dengan sedemikian rupa sehingga dapat menghindari goncangan terhadap ankur atau tendon tersebut.

Bilamana tarikan ke dalam (*pull-in*) tendon pada pengankuran akhir lebih besar dari yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka beban harus dilepas secara bertahap dengan kecepatan tetap dan penarikan dapat diulangi. Pengulangan ini hanya dapat dilakukan satu kali saja.

		
---	---	---



6) Prosedur Penegangan (*Stressing*)a) Umum

Semua pekerjaan penegangan (*stressing*) tendon harus dihadiri oleh Pengawas Pekerjaan atau wakilnya.

Pelepasan dongkrak harus bertahap dan menerus. Penegangan (*stressing*) tendon harus sesuai dengan urutan yang telah ditentukan dalam Gambar. Pemberian gaya pra-tegang sebagian (*partially prestressed*) hanya boleh diberikan bilamana ditunjukkan dalam Gambar atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Pemberian gaya pra-tegang yang melampaui gaya maksimum yang telah dirancang untuk mengurangi gesekan dapat diizinkan asal sepengetahuan dan sesuai dengan petunjuk Pengawas Pekerjaan, untuk mengatasi penurunan gaya yang diperlukan. Dalam kondisi tertentu, perhatian khusus harus diberikan agar tendon tidak ditarik melebihi 85% dari kekuatan maksimumnya, dan dongkrak tidak dipaksa sampai melebihi batas kapasitas maksimumnya.

Sebelum penegangan (*stressing*), tendon harus dibersihkan dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam selongsong. Ankur juga harus dalam keadaan bersih. Bagian tendon yang menonjol harus dibersihkan dari bahan-bahan yang tidak dikehendaki, karat/korosi, sisa-sisa adukan semen, gemuk, minyak atau kotoran debu lainnya yang dapat mempengaruhi perlekatannya dengan pekerjaan pengankuran. Tendon dicoba untuk ditarik keluar dan masuk ke dalam selongsong agar dapat kelengketan akibat kebocoran selongsong dapat segera diketahui dan diambil langkah-langkah seperlunya.

Gaya tarik pendahuluan, untuk menegangkan tendon dari posisi lepasnya, harus diatur agar besarnya cukup akan tetapi tidak mengganggu besarnya gaya yang diperlukan yang akan digunakan untuk setiap prosedur.

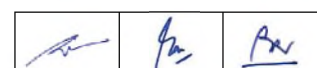
Setelah tendon ditegangkan, kedua ujungnya diberi tanda untuk memulai pengukuran pemuluran. Bilamana Pengawas Pekerjaan menghendaki untuk menentukan kesalahan pembacaan pemuluran (*zero error in measuring elongation*) selama proses penegangan (*stressing*), data bacaan dynamometer dan pengukuran pemuluran harus dicatat dan dibuat grafiknya untuk setiap tahap penegangan (*stressing*).

Bilamana slip terjadi pada satu tendon atau lebih dari sekelompok tendon, Pengawas Pekerjaan dapat mengizinkan untuk menaikkan pemuluran tendon yang belum ditegangkan asalkan gaya yang diberikan tidak akan melebihi 85% kekuatan maksimumnya.

Bilamana tendon slip atau putus, yang mengakibatkan batas toleransi yang diizinkan dilampaui, tendon tersebut harus dilepas, atau diganti jika perlu, sebelum ditarik ulang.

b) Penegangan (*Stressing*) Dengan 2 Dongkrak

Umumnya operasi pra-tegang harus dilaksanakan dengan dongkrak pada setiap ujung secara bersama-sama. Setiap usaha yang dilakukan untuk mencatat semua gaya pada setiap dongkrak selama operasi penarikan harus diteruskan sampai gaya yang diperlukan pada dongkrak tercapai atau sampai jumlah pemuluran sama dengan jumlah pemuluran yang diperlukan.



Penegangan (*stressing*) pada salah satu ujung harus dilakukan untuk menentukan kehilangan gesekan (*friction loss*), jika diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Kedua dongkrak dihubungkan pada kedua ujung dari setiap tendon. Salah satu dongkrak diberikan perpanjangan paling tidak 2,5 cm sebelum dongkrak lainnya dihu-bungkan. Tendon yang masih kendor harus dikencangkan, dan tendon yang per-tama-tama ditegangkan adalah pada dongkrak yang tidak diberi perpanjangan (disebut *leading jack*).

Dongkrak yang tidak diberi gaya (disebut *trailing jack*) harus dipasang sedemikian hingga gaya yang dipindahkan pada ujung ini dapat dicatat. Penegangan (*stressing*) ujung ini harus dilanjutkan sampai pemuluran mendekati 75% dari total pemuluran yang diperkirakan pada ujung *trailing jack*. Penegangan (*stressing*) kemudian dilanjutkan dengan memberi gaya hanya pada *trailing jack*, sampai pada kedua dongkrak tersebut tercatat gaya yang sama. Kedua dongkrak selanjutnya dikerjakan dengan mempertahankan gaya yang sama pada kedua dongkrak, sampai penarikan selesai.

c) Penegangan (*Stressing*) Dengan 1 Dongkrak

Bilamana ditunjukkan dalam Gambar bahwa tendon harus ditarik pada satu ujung (biasanya bentang pendek), maka hanya satu dongkrak yang digunakan. Setelah tendon ditegangkan, kedua ujung ditandai untuk mengukur pemuluran masuknya tendon (*draw-in*).

7) Lubang Penyuntikan (*Grouting Hole*)

Lubang penyuntikan harus disediakan pada ankur, pada titik atas dan bawah profil tendon dan pada titik-titik lainnya yang cocok. Jumlah dan lokasi titik-titik ini harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan tetapi tidak boleh lebih dari 30 meter pada bagian dari panjang selongsong. Lubang penyuntikan dan lubang pembuangan udara paling tidak harus berdiameter 10 mm dan setiap lubang harus ditutup dengan katup atau perlong-kapan sejenis yang mampu menahan tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> tanpa kehilangan air, suntikan atau udara.




8) Penyuntikan dan Penyelesaian Akhir Setelah Pemberian Gaya Pra-tegang

Tendon harus disuntik dalam waktu 24 jam sesudah penegangan (*stressing*) selesai dilakukan kecuali jika ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

Lubang penyuntikan harus diuji dengan diisi air bertekanan 8 kg/cm<sup>2</sup> selama satu jam sebelum penyuntikan. Selanjutnya selongsong harus dibersihkan dengan air dan udara bertekanan.

Peralatan pencampur harus dapat menghasilkan adukan semen dengan kekentalan yang homogen dan harus mampu memasok secara menerus pada peralatan penyuntikan. Peralatan penyuntikan tersebut harus mampu beroperasi secara menerus dengan sedikit variasi tekanan dan harus mempunyai sistem untuk mengalirkan kembali adukan bilamana penyuntikan sedang tidak dijalankan. Udara bertekanan tidak boleh digunakan. Peralatan tersebut harus mempunyai tekanan tetap yang tidak melebihi 8 kg/cm<sup>2</sup>. Semua pipa yang disambungkan ke pompa penyuntikan harus mempunyai suatu lengkung minimum, katup dan sambungan penyesuai antar diameter. Semua pengatur arus ke pompa harus disetel dengan saringan 1,0 mm. Semua peralatan, terutama pipa, harus dicuci sampai bersih dengan air bersih setelah setiap rangkaian operasi dan pada akhir operasi setiap hari.

Interval waktu antar pencucian tidak boleh melebihi dari 3 jam. Peralatan tersebut harus mampu mempertahankan tekanan pada selongsong yang telah disuntik sampai penuh dan

		
---	---	---

harus dilengkapi dengan katup yang dapat terkunci tanpa kehilangan tekanan dalam selongsong. Pertama-tama air dimasukkan ke dalam alat pencampur, kemudian semen. Bilamana telah dicampur sampai merata, jika digunakan, maka bahan tambah kimia (*admixture*) akan ditambahkan. Pengadukan harus dilanjutkan sampai diperoleh suatu kekentalan yang merata. Rasio air - semen pada campuran tidak akan melebihi 0,45 menurut takaran berat kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Pencampuran tidak boleh dilakukan secara manual. Penyuntikan harus dikerjakan dengan cukup lambat untuk menghindari timbulnya segregasi adukan pasta semen. Cara penyuntikan pasta semen harus sedemikian hingga dapat menjamin bahwa seluruh selongsong terisi penuh dan penuh di sekeliling tendon. Grauting harus dapat mengalir dari ujung bebas selongsong sampai kekentalannya ekuivalen dengan grauting yang disuntikkan. Lubang masuk harus ditutup dengan rapat. Setiap lubang grouting harus ditutup dengan cara yang serupa secara berturut-turut dalam arah aliran. Setelah suatu jangka waktu yang semestinya, maka penyuntikan selanjutnya harus dilaksanakan untuk mengisi setiap rongga yang mungkin ada.

Setelah semua lubang ditutup, tekanan penyuntikan harus dipertahankan pada 8 kg/cm<sup>2</sup> paling tidak selama satu menit.

Selongsong penyuntikan tidak boleh terpengaruh oleh guncangan atau getaran dalam waktu 1 hari setelah penyuntikan.

Tidak kurang dari 2 hari setelah penyuntikan, permukaan adukan dalam penyuntikan dan lubang pembuangan udara harus diperiksa dan diperbaiki sebagaimana diperlukan.

Ujung tendon harus dipotong sedemikian rupa sehingga minimum terdapat selimut beton setebal 3 cm pada ujung gelagar (*end block*).

## 7.2.7 PENANGANAN, PENGANGKUTAN DAN PENYIMPANAN UNIT-UNIT BETON PRACETAK

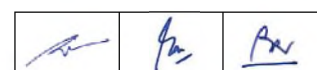
### 1) Pemberian Tanda Unit-unit Beton Pracetak

Segera setelah pembongkaran acuan samping dan melaksanakan perbaikan kecil, maka unit-unit harus diberi tanda untuk memudahkan indentifikasi di kemudian hari. Untuk memberi tanda unit-unit tersebut harus digunakan jenis cat tahan cuaca. Data yang ditandakan pada semua unit harus mencakup nomor rujukan dan tanggal pengecoran. Selain itu pelat pracetak harus mempunyai data yang digoreskan pada permukaan atas segera setelah pengecoran. Juga tiang pancang harus diberi tanda ukuran panjang yang jelas dan permanen di sepanjang panjang tiang, dengan interval satu meter yang diukur dari ujung tiang panjang.

### 2) Penanganan dan Pengangkutan

Perhatian khusus harus diberikan dalam penanganan dan pemindahan unit-unit beton pracetak. Gelagar dan pelat pracetak harus diangkat dengan alat pengangkat atau melalui lubang-lubang dibuat pada unit-unit tersebut, dan harus diangkut dalam posisi tegak. Titik angkat, bentuk dan posisinya harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Penyangga dan penggantung yang cocok harus digunakan setiap saat dan tidak boleh ada unit beton pracetak yang akan digerakkan sampai sepenuhnya lepas dari permukaan tanah.

Unit-unit beton pracetak yang rusak akibat penyimpanan dan penanganan yang tidak sebagaimana mestinya harus diganti oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.



Bilamana cara pengangkatan dan pengangkutan gelagar tidak disebutkan dalam Gambar, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan cara yang diusulkan kepada Pengawas Pekerjaan. Setelah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus mengikuti cara yang telah disetujui.

3) Penyimpanan

Unit-unit harus ditempatkan bebas dari kontak langsung dengan permukaan tanah dan ditempatkan pada penyangga kayu di atas tanah keras yang tidak akan turun baik musim hujan maupun kemarau, akibat beban dari unit-unit tersebut. Bilamana unit-unit tersebut disusun dalam lapisan-lapisan, makabanyaknya lapisan tersebut tidak boleh melebihi dari yang disyaratkan atau diizinkan. Penyangga untuk setiap lapisan harus dipasang di atas lapisan yang terdahulu. Untuk gelagar dan tiang pancang, penyangga harus dipasang pada jarak tidak lebih dari 20% dari ukuran panjang unit, yang diukur dari setiap ujung.

4) Baja Pra-tegang (*Pre-stressing Steel*)

Semua baja pra-tegang harus dilindungi dari kerusakan fisik dan karat atau akibat lain dari korosi setiap saat dari pembuatan sampai penyuntikan. Baja pra-tegang yang telah mengalami kerusakan fisik pada setiap saat harus ditolak. Baja pra-tegang harus dibungkus dalam peti kemas atau bentuk pengiriman lainnya untuk melindungi baja tersebut dari kerusakan fisik. Bahan pencegah korosi harus dimasukkan ke dalam kemasan atau bentuk lainnya, atau bila diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan, dapat digunakan langsung pada baja pra-tegang. Bahan pencegah korosi tidak boleh mempunyai pengaruh yang merusak pada baja pra-tegang atau beton atau kekuatan ikat (*bond strength*) baja pada beton. Kemasan atau bentuk lainnya yang rusak oleh berbagai sebab harus segera diganti atau diperbaiki hingga mencapai kondisi semula. Kemasan atau bentuk lainnya harus ditandai dengan jelas dengan suatu keterangan bahwa kemasan berisi baja pra-tegang berkekuatan tinggi, dan perhatian khusus harus diberikan dalam penanganan, jenis macam dan jumlah bahan pencegah korosi yang digunakan (termasuk tanggal sewaktu dimasukkan), petunjuk pengamanan dan petunjuk penggunaan.

## 7.2.8 PELAKSANAAN PASCA-TARIK GELAGAR BETON SEGMENTAL

1) Uraian




Pekerjaan ini terdiri dari perakitan, penyambungan dan penegangan (*stressing*) segmen-segmen pracetak di lapangan. Unit-unit ini harus difabrikasi sesuai dengan ketentuan dalam Seksi ini.

2) Perakitan Segmen Pracetak

Penanganan unit-unit pracetak dalam pelaksanaan gelagar pracetak segmental selama operasi pemasangan harus sesuai dengan ketentuan Pasal 7.2.7 dari Spesifikasi ini.

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan detail rancangan acuan, metode pemasangan dan perakitan untuk mendapat persetujuan paling sedikit 4 minggu sebelum tanggal memulai perakitan segmen-segmen ini.

Segmen-segmen harus dirakit pada acuan atau pada penyangga di atas tanah lapang. Penyedia Jasa harus merancang sistem penyangga untuk menyalurkan semua beban yang mungkin terjadi, dan harus menyertakan perlengkapan untuk menyesuaikan posisi setiap segmen selama perakitan.

		
---	---	---

Unit harus dirakit dengan ketidaktepatan alinyemen selongsong dan permukaan luar seminimum mungkin serta harus berada dalam toleransi yang diberikan dalam Pasal 7.2.1.4) dari Spesifikasi ini.

### 3) Sambungan Beton

Beton yang digunakan untuk sambungan dan diafragma yang terkait atau beton yang dimasukkan lainnya untuk pelaksanaan pasca-tarik (*post-tension*) harus sesuai dengan ketentuan Seksi 7.1 dari Spesifikasi kecuali bilamana dimodifikasi di bawah ini.

Kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan, maka tebal efektif sambungan maksimum harus 10 mm.

Sambungan beton harus mempunyai kekuatan yang sama dengan beton tersebut sebelum diberi gaya pra-tegang seperti yang diuraikan dalam Pasal 7.2.6.4) dari Spesifikasi ini.

Bahan untuk beton harus dipilih dengan teliti dan sesuai dengan proporsi rancangan campuran untuk memperoleh beton sambungan dengan kekuatan yang disyaratkan dan warna yang serupa dengan segmen-segmen tersebut. Bilamana diminta oleh Pengawas Pekerjaan maka Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh usulan sambungan beton yang telah dirawat untuk membandingkan warna beton sambungan dan beton semula.

Sambungan beton antara segmen-segmen harus ditempatkan dalam cetakan yang memenuhi bentuk, garis dan dimensi yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan ini. Acuan harus kaku, kedap air, diperkaku dan diikat bersama agar posisi dan bentuknya selama pengecoran beton tidak berubah. Ketepatan acuan terhadap segmen-segmen harus sedemikian hingga diperoleh sambungan yang kedap air, tepat (pas) dengan permukaan yang bersebelahan. Acuan harus sedemikian hingga permukaan yang halus dan rata dapat diperoleh.




Bilamana diperlukan, tanpa mengabaikan keamanan pelaksanaan pekerjaan, pembukaan sementara pada acuan harus dilakukan untuk memudahkan pengecoran dan pemadatan beton yang memadai, terutama di sekeliling dan di bawah selongsong dan ankur.

Sambungan antara segmen-segmen harus diisi penuh dengan beton yang dipadatkan dengan kuat tekan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Permukaan yang akan diisi beton harus dikasarkan sampai mencapai permukaan yang padat dan keras. Sebelum pengecoran, permukaan tersebut harus dibersihkan dari semua kotoran dan benda-benda asing lainnya.

Sambungan beton harus dilaksanakan dengan pengawasan Pengawas Pekerjaan dan setiap sambungan beton yang dilaksanakan tanpa pengawasan Pengawas Pekerjaan atau dilaksanakan tidak memenuhi ketentuan harus dibongkar oleh Penyedia Jasa dan harus dibuat lagi tanpa tambahan biaya.

Perhatian khusus harus diberikan selama pengecoran dan pemadatan beton agar setiap kerusakan pada selongsong dapat dihindarkan. Alat penggetar tidak boleh bersentuhan langsung dengan selongsong. Bilamana selongsong rusak selama pengecoran, seluruh atau sebagian pengecoran beton ini dapat ditolak oleh Pengawas Pekerjaan.

Setelah pengecoran beton, permukaan atas dari sambungan harus diratakan sampai sama dengan permukaan atas segmen-segmen yang bersebelahan dan harus ditutup agar terhindar dari pengeringan dini. Beton sambungan harus dirawat dengan satu cara atau lebih seperti yang diuraikan dalam Pasal 7.1.5 dari Spesifikasi ini selama minimum 7 hari.

		
---	---	---

4) Pengecoran Ceruk Ankur

Pengecoran ceruk ankur pada gelagar segmental pasca-tarik harus dilaksanakan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar dan sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi ini.

5) Kerusakan Unit-unit

Bilamana setiap unit yang difabrikasi atau diterima oleh Pengawas Pekerjaan, ternyata rusak seperti retak, mengelupas atau deformasi pada baja tulangan, unit yang demikian harus disisihkan sampai diperiksa oleh Pengawas Pekerjaan, yang akan menentukan apakah unit tersebut ditolak dan dikeluarkan dari lapangan pekerjaan atau diperbaiki oleh Penyedia Jasa.

Biaya untuk perbaikan ini, atau penyingkiran atas unit-unit yang ditolak, dan semua biaya untuk mengganti unit-unit ini di lapangan harus menjadi beban Penyedia Jasa.

7.2.9 **PEMASANGAN UNIT-UNIT BETON PRATEKAN**1) Penerimaan Unit-unit

Bilamana unit-unit difabrikasi di luar tempat kerja, maka Penyedia Jasa harus memeriksa mutu dan kondisi pada saat barang tiba di tempat dan harus segera melapor secara tertulis kepada Pengawas Pekerjaan untuk setiap cacat atau kerusakan. Penyedia Jasa bertanggungjawab atas semua kerusakan yang terjadi pada unit-unit setelah barang tiba di tempat.

2) Tumpuan untuk Unit-unita) Unit-unit Yang Diletakkan di atas Landasan Karet Elastomer

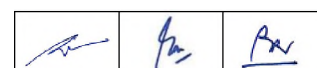
Bilamana unit-unit akan diletakkan di atas landasan karet elastomer, maka landasan tersebut harus diletakkan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar dan harus ditahan pada posisinya dengan merekatkan permukaan beton yang berkontak langsung dengan landasan, menggunakan bahan perekat yang disetujui untuk mencegah pergeseran landasan selama pemasangan unit-unit.

b) Unit-unit Yang Ditanamkan Pada Mortar Semen

Bilamana Gambar menunjukkan bahwa unit-unit harus ditanamkan pada mortar semen, maka suatu lajur mortar semen harus disiapkan di atas struktur bagian bawah jembatan segera sebelum pemasangan unit-unit beton pratekan. Adukan mortar semen harus dibuat dengan campuran 1 semen portland dan 3 pasir ditambah dengan bahan *admixture* yang disetujui, ditempatkan dengan lebar yang ditunjukkan dalam Gambar dan tebal sekitar 10 mm, sehingga membentuk lajur tumpuan yang rata. Unit-unit beton pratekan harus diletakkan pada bangunan bawah jembatan yang telah disiapkan dalam posisi yang ditunjukkan dalam Gambar. Setiap kelebihan adukan mortar semen harus dibuang.

3) Pengaturan Posisi Unit-unit

Semua baut yang tertanam dan lubang untuk batang melintang, dan sebagainya harus diluruskan dengan hati-hati selama pemasangan unit-unit tersebut. Batang baja harus dipasang pada lubang untuk tulangan melintang sewaktu perakitan berlangsung, agar dapat menjamin penempatan lubang dengan tepat.



## 7.2.10 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

### 1) Cara Pengukuran

#### a) Unit Beton Pratekan Pracetak

Kuantitas yang diukur untuk pembayaran, harus merupakan jumlah aktual unit-unit beton struktur pracetak pratekan, kecuali tiang pancang, dari berbagai jenis dan ukuran yang dipasang di tempat, selesai dikerjakan dan diterima. Setiap unit harus mencakup beton, baja tulangan, acuan dan baja pra-tegang bersama dengan selongsong, ankur, pelat, mur, alat pengangkat, dan bahan-bahan lain yang terdapat di dalamnya atau disertakan pada unit-unit tersebut. Fabrikasi dan pemancangan tiang pancang harus diukur terpisah sesuai dengan Seksi 7.6 dari Spesifikasi ini.

#### b) Pekerjaan Cor Langsung Di Tempat Pasca-Tarik (*Post-Tension*)

Beton harus diukur sesuai dengan Seksi 7.1 dan baja tulangan harus diukur sesuai dengan Seksi 7.3 serta baja pra-tegang harus diukur sebagai berat baja pra-tegang teoritis dalam kilogram yang ditunjukkan dalam Gambar. Pengukuran ini harus diambil sebagai berat dari untaian kawat (*strand*) atau batang (*bar*) yang diukur antara tepi luar pengankuran, dan tidak boleh mencakup berat selongsong, ankur, dan sebagainya.

#### c) Unit-unit yang Ditolak

Unit-unit yang telah ditolak karena beton tidak memenuhi ketentuan, rusak selama penanganan, penyimpanan, pengangkutan atau pemasangan, atau untuk setiap alasan lainnya tidak boleh diukur untuk pembayaran.




### 2) Pembayaran

#### a) Penyediaan Unit Beton Pratekan Pracetak

Kuantitas unit beton pratekan yang diterima di tempat, diukur sebagaimana ditentukan di atas, harus dibayar dengan Harga Penawaran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran tersebut harus dianggap kompensasi penuh untuk penyediaan semua bahan termasuk beton, acuan, baja tulangan, baja prategang, selongsong, ankur, kopel, spiral, pembagi (*spacers*), penyangga tendon, penarikan, penyuntikan dan pekerjaan penyelesaian akhir, dan semua penanganan, penyimpanan, penandaan, dan pengangkutan termasuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, pengujian dan semua biaya lainnya yang diperlukan atau biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya atas pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

#### b) Pemasangan Unit Beton Pratekan Pracetak

Kuantitas unit beton pratekan yang terpasang, diukur sebagaimana ditentukan di atas, harus dibayar dengan Harga Penawaran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran tersebut harus dianggap kompensasi penuh untuk pemasangan dari unit-unit, termasuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, pengujian dan semua

		
---	---	---

biaya lainnya yang diperlukan atau biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya atas pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

c) Beton Cor Di Tempat. Pasca-Tarik

Beton harus dibayar menurut Seksi 7.1 dan Baja Tulangan harus dibayar menurut Seksi 7.3 dari Spesifikasi ini.

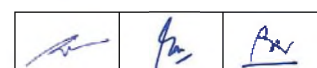
Untaian kawat (*strand*) atau batang pra-tegang, yang diukur seperti disyaratkan di atas, harus dibayar dengan Harga Penawaran untuk Mata Pembayaran, per kilogram di tempat, ditarik dan diterima, sebagaimana yang terdapat di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga.

Harga dan pembayaran tersebut harus dianggap kompensasi penuh untuk baja prategang, selongsong, ankur, kopel, spiral, penyangga untuk tendon, penarikan, penyuntikan dan pekerjaan penyelesaian akhir, termasuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, pengujian dan semua biaya lainnya yang diperlukan atau biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya atas pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.2.(1a)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 16 meter	Buah
7.2.(1b)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 25 meter	Buah
7.2.(1c)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang .... Meter	Buah
7.2.(2a)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 16 meter	Buah
7.2.(2b)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 25 meter	Buah
7.2.(2c)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang .... Meter	Buah
7.2.(3a)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang 16 meter	Buah
7.2.(3b)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang ..... meter	Buah
7.2.(4a)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang 16 meter	Buah
7.2.(4b)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang ..... meter	Buah



Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.2.(5)	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar <i>Box</i> bentang ...meter lebar... meter	Buah
7.2.(6)	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar <i>Box</i> bentang ...meter lebar... meter	Buah
7.2.(7)	Baja Prategang	Kilogram
7.2.(8)	Penyediaan Pelat Berongga ( <i>Voided Slab</i> ) Pracetak bentang .....meter	Buah
7.2.(9)	Pemasangan Pelat Berongga ( <i>Voided Slab</i> ) Pracetak bentang .....meter	Buah
7.2.(10)	Beton Pratekan untuk Diafragma $f_c' = 45$ MPa termasuk pekerjaan pasca-tarik ( <i>post-tension</i> )	Meter Kubik
7.2.(11a)	Penyediaan Balok T Beton Pratekan bentang 60 m	Buah
7.2.(11b)	Pemasangan Balok T Beton Pratekan bentang 60 m	Buah
7.2.(12a)	Penyediaan Panel <i>Full Depth Slab</i>	Buah
7.2.(12b)	Pemasangan Panel <i>Full Depth Slab</i>	Buah





## SEKSI 7.3

## BAJA TULANGAN

## 7.3.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini harus mencakup pengadaan dan pemasangan baja tulangan sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar, atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja daftar penulangan (*bar schedule*) untuk beton untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : | Seksi 1.9  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup     | : | Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                  | : | Seksi 1.21 |
| e) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi  | : | Seksi 7.1  |

4) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia:

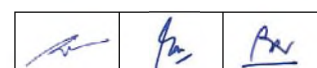
- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 2052:2017    | : | Baja tulangan beton   |
| SNI 07-6401-2000 | : | Spesifikasi kawat baja dengan proses canai dingin untuk tulangan beton. |
| SNI 03-6812-2002 | : | Spesifikasi anyaman kawat baja polos yang dilas untuk tulangan beton.   |
| SNI 03-6816-2002 | : | Tata cara pendetailan penulangan beton.                                 |

American Welding Society (AWS):

AWS D1.4/D1.4M:2011 : *Structural Welding Code – Reinforcing Steel.*

5) Toleransi

- a) Toleransi untuk fabrikasi harus seperti yang disyaratkan dalam SNI 03-6816-2002.
- b) Baja tulangan harus dipasang sedemikian sehingga selimut beton yang menutup bagian luar baja tulangan adalah sebagai berikut :



Tabel 7.3.1.1) Selimut Beton untuk Acuan dan Pematatan Standar

Klasifikasi Lingkungan	Tebal selimut beton nominal (mm) untuk beton dengan kuat tekan $f_c$ yang tidak kurang dari				
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa
A	35	30	25	25	25
B1	(65)	45	40	35	25
B2	-	(75)	55	45	35
C	-	-	(90)	70	60

Catatan:

Tanda kurung menunjukkan tebal selimut untuk lingkungan di luar batas koridor jika terpaksa digunakan

Tabel 7.3.1.2) Selimut Beton untuk Acuan dan Pematatan Intensif

Klasifikasi Lingkungan	Tebal selimut beton nominal (mm) untuk beton dengan kuat tekan $f_c$ yang tidak kurang dari				
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa
A	25	25	25	25	25
B1	(50)	35	30	25	25
B2	-	(60)	45	35	25
C	-	-	(65)	50	40

Catatan:

Tanda kurung menunjukkan tebal selimut untuk lingkungan di luar batas koridor jika terpaksa digunakan

Tabel 7.3.1.3) Selimut beton untuk komponen yang dibuat dengan cara diputar

Klasifikasi Lingkungan	Kuat Tekan Beton $f_c$ (MPa)	Selimut beton (mm)
A, B1	35	20
B2	40	25
	50	20
C	40	35

Persyaratan ini berlaku untuk struktur dan komponen beton bertulang dan beton pratekan dengan umur rencana 50 tahun atau lebih. Persyaratan ini diberlakukan sehubungan dengan kondisi dan klasifikasi lingkungan. Klasifikasi lingkungan yang berpengaruh terhadap struktur beton seperti berikut:

Tabel 7.3.1.4) Klasifikasi Lingkungan

Keadaan permukaan dan lingkungan	Klasifikasi lingkungan
1. Komponen struktur yang berhubungan langsung dengan tanah:	
a. Bagian komponen yang dilindungi lapisan tahan lembab atau kedap air.	A
b. Bagian komponen lainnya di dalam tanah yang tidak agresif	A
c. Bagian komponen di dalam tanah yang agresif (tanah permeable dengan $pH < 4$ , atau dengan air tanah yang mengandung ion sulfat $> 1 \text{ gr/liter}$ )	U

Keadaan permukaan dan lingkungan	Klasifikasi lingkungan
2. Komponen struktur di dalam ruangan tertutup di dalam bangunan, kecuali untuk keperluan pelaksanaan dalam waktu yang singkat.	A
3. Komponen struktur di atas permukaan tanah dalam lingkungan terbuka:	
a. Daerah di pedalaman (>50 km dari pantai) di mana lingkungan adalah :	
(i) bukan daerah industri dan berada dalam iklim yang sejuk	A
(ii) bukan daerah industri namun beriklim tropis	B1
(iii) daerah industri dalam iklim sembarang	B1
b. Daerah dekat pantai (1 km sampai 50 km dari garis pantai), iklim sembarang)	B1
c. Daerah pantai (<1 km dari garis pantai tetapi tidak dalam daerah pasang surut), iklim sembarang	B2
4. Komponen struktur di dalam air	
a. Air tawar	B1
b. Air laut	
(i) terendam secara permanen	B2
(ii) berada di daerah pasang surut	C
c. Air yang mengalir	U
5. Komponen struktur di dalam lingkungan lainnya yang tidak terlindung dan tidak termasuk dalam kategori yang disebutkan di atas.	U

Khusus untuk klasifikasi lingkungan “U”, mutu dan karakteristik beton harus ditentukan secara khusus agar dapat menjamin keawetan jangka panjang komponen struktur dalam lingkungan tidak terlindung yang khusus.

6) Penyimpanan dan Penanganan

- a) Penyedia Jasa harus mengangkut tulangan ke tempat kerja dalam ikatan, diberi label, dan ditandai dengan label logam yang menunjukkan ukuran batang, panjang dan informasi lainnya sehubungan dengan tanda yang ditunjukkan pada diagram tulangan.
- b) Penyedia Jasa harus menangani serta menyimpan seluruh baja tulangan sedemikian untuk mencegah distorsi, kontaminasi, korosi, atau kerusakan.

7) Pengajuan Kesiapan Kerja

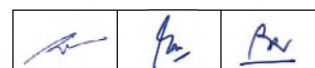
- a) Sebelum memesan bahan, seluruh daftar pesanan dan diagram pembengkokan harus disediakan oleh Penyedia Jasa untuk mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, dan tidak ada bahan yang boleh dipesan sebelum daftar tersebut serta diagram pembengkokan disetujui.
- b) Sebelum memulai pekerjaan baja tulangan, Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Pengawas Pekerjaan daftar yang disahkan pabrik baja yang memberikan berat satuan nominal dalam kilogram untuk setiap ukuran dan mutu baja tulangan atau anyaman baja dilas yang akan digunakan dalam pekerjaan.

- 8) Mutu Pekerjaan dan Perbaikan Atas Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan
- a) Persetujuan atas daftar pesanan dan diagram pembengkokan dalam segala hal tidak membebaskan Penyedia Jasa atas tanggung jawabnya untuk memastikan ketelitian dari daftar dan diagram tersebut. Revisi bahan yang disediakan sesuai dengan daftar dan diagram, untuk memenuhi rancangan dalam Gambar, harus atas biaya Penyedia Jasa.
  - b) Baja tulangan yang cacat sebagai berikut tidak akan diizinkan dalam pekerjaan :
    - i) Panjang batang, ketebalan dan bengkokan yang melebihi toleransi pembuatan yang disyaratkan dalam SNI 03-6816-2002;
    - ii) Bengkokan atau tekukan yang tidak ditunjukkan pada Gambar atau Gambar Kerja Akhir (*Final Shop Drawing*);
    - iii) Batang dengan penampang yang mengecil karena karat yang berlebih atau oleh sebab lain.
  - c) Bilamana terjadi kesalahan dalam membengkokkan baja tulangan, batang tulangan tidak boleh dibengkokkan kembali atau diluruskan tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan atau yang sedemikian sehingga akan merusak atau melemahkan bahan. Pembengkokan kembali dari batang tulangan harus dilakukan dalam keadaan dingin terkecuali disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan. Dalam segala hal batang tulangan yang telah dibengkokkan kembali lebih dari satu kali pada tempat yang sama tidak diizinkan digunakan pada Pekerjaan. Kesalahan yang tidak dapat diperbaiki oleh pembengkokan kembali, atau bilamana pembengkokan kembali tidak disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, harus diperbaiki dengan mengganti seluruh batang tersebut dengan batang baru yang dibengkokkan dengan benar dan sesuai dengan bentuk dan dimensi yang disyaratkan.
  - d) Penyedia Jasa harus menyediakan fasilitas di tempat kerja untuk pemotongan dan pembengkokan tulangan, baik jika melakukan pemesanan tulangan yang telah dibengkokkan maupun tidak, dan harus menyediakan persediaan (stok) batang lurus yang cukup di tempat, untuk pembengkokan sebagaimana yang diperlukan dalam memperbaiki kesalahan atau kelalaian.
- 9) Penggantian Ukuran Batang
- Penggantian batang dari ukuran berbeda akan hanya diizinkan bila secara jelas disahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana baja tulangan diganti, maka luas penampang yang dipasang harus sama atau lebih besar daripada ukuran yang tertera pada Gambar.

### 7.3.2

#### BAHAN

- 1) Baja Tulangan
  - a) Baja tulangan harus baja polos atau sirip dengan mutu yang sesuai dengan Gambar dan memenuhi Tabel 7.3.2.1) berikut ini :



Tabel 7.3.2.1) Sifat Mekanis Baja Tulangan

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			
	Kuat luluh/leleh (YS)		Kuat Tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm Min.
	MPa		MPa	%
BjTP 280	Min.280	Maks.405	Min.350	11 ( $d \leq 10$ mm)
				12 ( $d \geq 12$ mm)
BjTS 280	Min.280	Maks.405	Min.350	11 ( $d \leq 10$ mm)
				12 ( $d \geq 13$ mm)
BjTS 420A	Min.420	Maks.545	Min.525	9 ( $d \leq 19$ mm)
				8 ( $22 \leq d \leq 25$ mm)
				7 ( $d \geq 29$ mm)
BjTS 420B	Min.420	Maks.545	Min.525	14 ( $d \leq 19$ mm)
				12 ( $22 \leq d \leq 36$ mm)
				10 ( $d > 36$ mm)
BjTS 520	Min.520	Maks.645	Min.650	7 ( $d \leq 25$ mm)
				6 ( $d \geq 29$ mm)
BjTS 550	Min.550	Maks.675	Min.687,5	7 ( $d \leq 25$ mm)
				6 ( $d \geq 29$ mm)
BjTS 700	Min.700	Maks.825	Min.805	7 ( $d \leq 25$ mm)
				6 ( $d \geq 29$ mm)

Catatan:

d : diameter nominal baja tulangan beton

- b) Bila anyaman baja tulangan diperlukan, seperti untuk tulangan pelat, anyaman tulangan yang di las yang memenuhi SNI 03-6812-2002 dapat digunakan.

2) Tumpuan untuk Tulangan

Tumpuan untuk tulangan harus dibentuk dari batang besi ringan atau bantalan beton pracetak dengan mutu  $f_c' 20$  MPa seperti yang disyaratkan dalam Seksi 7.1 dari Spesifikasi ini, terkecuali disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan. Kayu, bata, batu atau bahan lain tidak boleh diizinkan sebagai tumpuan.

3) Pengikat untuk Tulangan

Kawat pengikat untuk mengikat tulangan harus kawat baja lunak yang memenuhi SNI 07-6401-2000 yang dipasang bersilangan.




7.3.3 **PEMBUATAN DAN PENEMPATAN**1) Pembengkokan

- a) Terkecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan, seluruh baja tulangan harus dibengkokkan secara dingin dan sesuai dengan prosedur SNI 03-6816-2002, menggunakan batang yang pada awalnya lurus dan bebas dari lekukan-lekukan, bengkokan-bengkokan atau kerusakan. Bila pembengkokan secara panas di lapangan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, tindakan pengamanan harus diambil untuk menjamin bahwa sifat-sifat fisik baja tidak terlalu berubah banyak.

- b) Batang tulangan dengan diameter 2 cm dan yang lebih besar harus dibengkokkan dengan mesin pembengkok.

2) Penempatan dan Pengikatan

- a) Tulangan harus dibersihkan sesaat sebelum pemasangan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, oli, cat, karat dan kerak, percikan adukan atau lapisan lain yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.
- b) Tulangan harus ditempatkan akurat sesuai dengan Gambar dan dengan kebutuhan selimut beton minimum yang disyaratkan dalam Pasal 7.3.1.5) di atas, atau seperti yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Batang tulangan harus diikat kencang dengan menggunakan kawat pengikat sehingga tidak tergeser pada saat pengecoran. Pengelasan tulangan pembagi atau pengikat (*stirrup*) terhadap tulangan baja tarik utama tidak diperkenankan.
- d) Seluruh tulangan harus disediakan sesuai dengan panjang total yang ditunjukkan pada Gambar. Penyambungan (*splicing*) batang tulangan, terkecuali ditunjukkan pada Gambar, tidak akan diizinkan tanpa persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan. Setiap penyambungan yang dapat disetujui harus dibuat sedemikian hingga penyambungan setiap batang tidak terjadi pada penampang beton yang sama dan harus diletakkan pada titik dengan tegangan tarik minimum.
- e) Bilamana penyambungan dengan tumpang tindih disetujui, maka panjang tumpang tindih minimum haruslah 40 diameter batang dan batang tersebut harus diberikan kait pada ujungnya.
- f) Pengelasan pada baja tulangan tidak diperkenankan, terkecuali terinci dalam Gambar atau secara khusus diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan secara tertulis. Bilamana Pengawas Pekerjaan menyetujui pengelasan untuk sambungan, maka sambungan dalam hal ini adalah sambungan dengan panjang penyaluran penuh yang memenuhi ketentuan dari AWS D1.4/D1.4M:2011. Pendinginan terhadap pengelasan dengan air tidak diperkenankan.
- g) Simpul dari kawat pengikat harus diarahkan membelakangi permukaan beton sehingga tidak akan terekspos.
- h) Anyaman baja tulangan yang dilas harus dipasang sepanjang mungkin, dengan bagian tumpang tindih dalam sambungan paling sedikit satu kali jarak anyaman. Anyaman harus dipotong untuk mengikuti bentuk pada kerb dan bukaan, dan harus dihentikan pada sambungan antara pelat.
- i) Bilamana baja tulangan tetap dibiarkan terekspos untuk suatu waktu yang cukup lama, maka seluruh baja tulangan harus dibersihkan dan diolesi dengan pasta semen (semen dan air saja).
- j) Tidak boleh ada bagian baja tulangan yang telah dipasang boleh digunakan untuk memikul perlengkapan pemasok beton, jalan kerja, lantai untuk kegiatan bekerja atau beban konstruksi lainnya.

		
---	---	---



### 7.3.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

#### 1) Cara Pengukuran

- a) Baja tulangan akan diukur dalam jumlah kilogram terpasang dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Jumlah kilogram yang dipasang harus dihitung dari panjang aktual yang dipasang, atau luas anyaman baja yang dihampar, dan satuan berat dalam kilogram per meter panjang untuk batang atau kilogram per meter persegi luas anyaman. Satuan berat yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan akan didasarkan atas berat nominal yang disediakan oleh pabrik baja, atau bila Pengawas Pekerjaan memerintahkan, atas dasar pengujian penimbangan yang dilakukan Penyedia Jasa pada contoh yang dipilih oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) Penjepit, pengikat, pemisah atau bahan lain yang digunakan untuk penempatan atau pengikatan baja tulangan pada tempatnya tidak akan dimasukkan dalam berat untuk pembayaran.
- c) Penulangan yang digunakan untuk gorong-gorong beton bertulang atau struktur lain di mana pembayaran terpisah untuk struktur yang lengkap telah disediakan dalam Seksi lain dari Spesifikasi ini, tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini.

#### 2) Dasar Pembayaran

Jumlah baja tulangan yang diterima, yang ditentukan seperti yang diuraikan di atas, harus dibayar pada Harga Penawaran Kontrak untuk Mata Pembayaran yang ditunjukkan di bawah ini, dan terdaftar dalam Daftar Kuantitas, di mana pembayaran tersebut merupakan kompensasi penuh untuk pemasokan, pembuatan dan pemasangan bahan, termasuk semua pekerja, peralatan, perkakas, pengujian dan pekerjaan pelengkap lain untuk menghasilkan pekerjaan yang memenuhi ketentuan.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.3.(1)	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Kilogram
7.3.(2)	Baja Tulangan Sirip BjTP 280	Kilogram
7.3.(3)	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	Kilogram
7.3.(4)	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	Kilogram
7.3.(5)	Baja Tulangan Sirip BjTS 520	Kilogram
7.3.(6)	Baja Tulangan Sirip BjTS 550	Kilogram
7.3.(7)	Baja Tulangan Sirip BjTS 700	Kilogram
7.3.(8)	Anyaman Kawat Yang Dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> )	Kilogram



## SEKSI 7.4

## BAJA STRUKTUR

## 7.4.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan Baja Struktur adalah bahan struktur jembatan baja seperti jembatan rangka baja, gelagar baja, gelagar baja komposit termasuk elemen baja seperti gelagar, pelat, baut, mur, ring, diafragma yang digunakan sebagai suatu komponen struktur jembatan baja.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam Seksi ini harus mencakup struktur baja dan elemen baja dari struktur baja komposit, yang dilaksanakan memenuhi garis, kelandaian dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar atau yang ditetapkan oleh Pengawas Pekerjaan. Pekerjaan ini terdiri atas pelaksanaan struktur baja baru, pelebaran dan perbaikan dari struktur.
- c) Pekerjaan ini juga akan mencakup penyediaan, fabrikasi, pengangkutan, pemasangan, galvanisasi dan pengecatan baja struktur sebagaimana yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini atau sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Baja struktur harus meliputi baja struktur, baut, pengelasan, baja khusus dan campuran, elektroda logam dan penempaan dan pengecoran baja. Pekerjaan ini harus juga terdiri atas setiap pelaksanaan baja tambahan yang tidak disyaratkan lain, semua sesuai dengan Spesifikasi ini dan dengan Gambar.
- d) Pekerjaan dalam Seksi dari Spesifikasi ini juga termasuk pemasangan struktur jembatan baja hasil rancangan patent, seperti jembatan rangka (*truss*) baja, gelagar komposit, Bailey atau sistem rancangan lainnya yang dibeli sebelumnya oleh Pengguna Jasa, di atas fondasi yang telah dipersiapkan. Pekerjaan pemasangan akan mencakup sebagaimana yang diperlukan, penanganan, pemeriksaan, identifikasi dan penyimpanan semua bahan pokok lepas, pemasangan landasan, pra-perakitan, peluncuran dan penempatan posisi akhir struktur jembatan, pencocokan elemen utama lantai jembatan dan operasi lainnya yang diperlukan untuk pemasangan struktur jembatan rangka baja sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi ini.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |  |   |            |
|----|--|---|------------|
| a) | Manajemen Lalu Lintas                          | : | Seksi 1.8  |
| b) | Kajian Teknis Lapangan                         | : | Seksi 1.9  |
| c) | Pengamanan Lingkungan Hidup                    | : | Seksi 1.17 |
| d) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja                | : | Seksi 1.19 |
| e) | Manajemen Mutu                                 | : | Seksi 1.21 |
| f) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi                 | : | Seksi 7.1  |
| g) | Baja Tulangan                                  | : | Seksi 7.3  |
| h) | Sambungan Siar Muai ( <i>Expansion Joint</i> ) | : | Seksi 7.11 |
| i) | Landasan ( <i>Bearing</i> )                    | : | Seksi 7.12 |
| j) | Pembongkaran Struktur                          | : | Seksi 7.15 |

3) Pengendalian Mutu Baja Struktur yang Disediakan oleh Penvedia Jasaa) Penerimaan Bahan

Bahan yang diterima harus diperiksa oleh pengawas penerimaan bahan dengan mengecek/memeriksa bukti tertulis yang menunjukkan bahwa bahan-bahan yang telah diterima harus sesuai dengan ketentuan persyaratan bahan pada Pasal 7.4.2.

b) Mutu Bahan

Mutu bahan yang dipasok, kecakapan kerja dan hasil akhir harus dipantau dan dikendalikan sebagaimana yang disyaratkan dalam Standar Rujukan dalam Pasal 7.4.1.5).

4) Toleransi Baja Struktur yang disediakan Penvedia Jasaa) Diameter Lubang

- i) Lubang pada elemen utama : - 0,4 mm , + 1,2 mm
- ii) Lubang pada elemen sekunder : - 0,4 mm , + 1,8 mm

b) Alinvenen Lubang

- (i) Elemen utama, dibuat di bengkel : - 0,4 mm , + 0,4 mm
- (ii) Elemen sekunder, dibuat di lapangan : - 0,6 mm , + 0,6 mm

c) Gelagar

Lendutan Balik :

Penyimpangan dari lendutan balik (*camber*) yang disyaratkan (- 0,2 mm , + 0,2 mm) per meter panjang gelagar atau (- 6 mm , + 6 mm) dipilih mana yang lebih kecil.

Penyimpangan lateral dari garis lurus di antara pusat-pusat landasan 0,1 mm per meter panjang gelagar sampai suatu maksimum sebesar 3 mm.

Penyimpangan lateral antara sumbu badan (*web*) dan sumbu flens dalam gelagar susun : maksimum 3 mm.

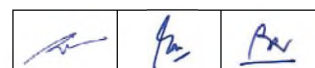
Kombinasi kelengkungan dan kemiringan *flens* pada gelagar atau balok yang dilas akan ditentukan dengan pengukuran penyimpangan kepala jembatan *flens* terhadap bidang badan (*web*) pada pertemuan sumbu badan (*web*) dengan permukaan luar dari pelat flens. Penyimpangan ini tidak boleh melebihi 1/200 dari lebar flens total atau 3 mm, dipilih mana yang lebih besar.

Ketidakrataan dari landasan atau dudukan :

- (i) Ditempatkan pada penyuntikan (*grouting*) : maksimum 3,0 mm
- (ii) Ditempatkan di atas baja, adukan mortar khusus : maksimum 0,25 mm.

Penyimpangan maksimum dari ketinggian yang disyaratkan untuk balok dan gelagar yang di las, diukur pada sumbu badan (*web*), harus sebagaimana berikut ini :

- (i) Untuk ketinggian hingga 900 mm : - 3 mm , + 3 mm



- (ii) Untuk ketinggian di atas 900 mm hingga 1,8 m : - 5 mm , + 5 mm  
 (iii) Untuk ketinggian di atas 1,8 m : - 5 mm , + 8 mm

d) Batang Sambungan Geser (*Struts*)

Penyimpangan maksimum terhadap garis lurus, termasuk dari masing-masing flens ke segala arah : panjang / 1000 atau 3 mm, dipilih mana yang lebih besar.

e) Permukaan Yang Dikerjakan Dengan Mesin

Penyimpangan permukaan bidang kontak yang dikerjakan dengan mesin tidak boleh lebih dari 0,25 mm untuk permukaan yang dapat dipahat dalam suatu segiempat dengan sisi 0,5 m.

5) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI) :

- SNI ASTM A325:2012 : Spesifikasi baut baja hasil perlakuan panas dengan kuat tarik minimum 830 MPa (ASTM A325M-04, IDT).  
 SNI 07-0722-1989 : Baja canai panas untuk konstruksi umum.  
 SNI 07-3015-1992 : Baja canai panas untuk konstruksi dengan pengelasan.  
 SNI 6764:2016 : Spesifikasi baja karbon struktural (ASTM A36/A36M-12, IDT).  
 SNI 8458:2017 : Metode uji pengencangan baut mutu tinggi.  
 SE No.14/SE/M/2015 : Pedoman Pemasangan Baut Jembatan.  
 SE No.26/SE/M/2015 : Perlindungan Komponen Baja Jembatan dengan Cara Pengecatan.

AASHTO :

- AASHTO M111M/M111-15 : *Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.*  
 AASHTO M169-15 : *Steel Bars, Carbon, Cold Finished, Standard Quality*  
 AASHTO M270M/M270-15 : *Carbon And High-strength Low-Alloy Structural Steel Shapes, Plates, and Bars and Quenched-and-Tempered Alloy Structural Steel Plates for Bridges.*

ASTM :

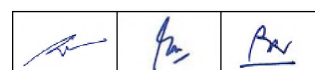
- ASTM A307-14e1 : *Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60,000 PSI Tensile Strength*  
 ASTM F3125/F3125M-15a : *Standard Specification for High Strength Structural Bolts, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, 120 ksi (830 MPa) and 150 ksi (1040 MPa) Minimum Tensile Strength, Inch and Metric Dimensions.*

American Welding Society (AWS):




- AWS D1.1/D1.1M:2015 : *Structural Welding Code – Steel*  
 AWS D1.5M/D1.5:2015 : *Bridge Welding Code.*

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Sebelum memproduksi struktur baja jembatan Penyedia Jasa diharuskan menyerahkan gambar struktur (ukuran, dimensi, dll) untuk mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.



- b) Struktur baja jembatan yang diajukan oleh Penyedia Jasa harus bisa dibuktikan memenuhi persyaratan teknis baik melalui pemodelan dan pengujian.
- c) Penyedia Jasa harus menyerahkan laporan pengujian pabrik yang menunjukkan kadar bahan kimia dan pengujian fisik untuk setiap mutu baja yang digunakan dalam pekerjaan. Bilamana laporan pengujian pabrik ini tidak tersedia maka Pengawas Pekerjaan harus memerintahkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pengujian yang diperlukan untuk menetapkan mutu dan sifat-sifat lain dari baja pada suatu lembaga pengujian yang disetujui. Laporan pengujian ini harus diserahkan dengan atau sebagai pengganti sertifikat pabrik.
- d) 3 (tiga) salinan dari semua Gambar Kerja terinci yang disiapkan oleh atau atas nama Penyedia Jasa harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk disetujui. Persetujuan ini tidak membebaskan tanggung jawab Penyedia Jasa terhadap pekerjaan dalam Kontrak ini.
- e) Penyedia Jasa harus menyerahkan program dan metode pelaksanaan yang diusulkan termasuk semua Gambar Kerja dan rancangan untuk pekerjaan sementara yang diperlukan. Data yang diserahkan sebagaimana yang diperlukan harus meliputi tanggal untuk kunjungan bengkel, pengiriman dan pemasangan, usulan pembongkaran struktur eksisting, metode pemasangan, penunjang dan pengaku sementara untuk gelagar selama pemasangan, detail sambungan dan penghubung, pengalihan lalu lintas pada atau di luar jembatan lama dan setiap keterangan yang berkaitan lainnya untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
- f) Penyedia Jasa harus memberitahu kepada Pengawas Pekerjaan secara tertulis sekurang-kurangnya 24 jam sebelum memulai pembongkaran struktur lama atau pemasangan struktur baja yang baru.
- g) Untuk jembatan struktur baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa, Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian jadwal pekerjaan dan perlengkapan pengendalian lalu lintas untuk semua jembatan yang akan dipasang dan harus mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan sebelum memulai operasi pemasangan.
- 7) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan Baja Struktur yang disediakan Penyedia Jasa
- a) Penyimpanan Bahan
- Pekerjaan baja, baik fabrikasi di bengkel dan di lapangan, harus ditumpuk di atas balok pengganjal atau landasan sedemikian rupa sehingga tidak bersentuhan dengan tanah dan dengan suatu cara yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana pekerjaan baja ditumpuk dalam beberapa lapis, maka pengganjal untuk semua lapis harus berada dalam satu garis.
- b) Perlindungan Bahan
- Bahan harus dilindungi dari korosi, dan kerusakan lainnya dan harus tetap bebas dari kotoran, minyak, lemak, dan benda-benda asing lainnya. Perlindungan korosi dapat dilakukan dengan galvanisasi dan atau pengecatan pada permukaannya

		
---	---	---

(1) Galvanisasi

Semua elemen struktur baja termasuk elemen Gelagar Baja Komposit yaitu gelagar baja, pelat, baut, mur, ring dan sejenisnya harus digalvanisasi dengan sistem pencelupan panas sesuai dengan AASHTO M111M-15.

(2) Pengecatan

Permukaan yang akan dicat harus bersih dan bebas dari lemak, debu, produk korosi, residu garam, dan sebagainya.

Jenis, komposisi dan tebal cat harus sesuai dengan Manual SE No.26/SE/M/2015 (Perlindungan Komponen Baja Jembatan dengan Cara Pengecatan).

Apabila ditentukan lain maka sistem proteksi dapat dilakukan dengan cara pengecatan dengan bahan cat yang telah terlebih dahulu disetujui jenis dan ketebalannya oleh Pengawas Pekerjaan di lokasi pekerjaan. Pemasok harus memberikan lapisan pelindung awal (*primer coating*) yang berupa cat dasar untuk menghindari terjadinya karat sebelum pengecatan.

8) Perbaikan Terhadap Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan




Komponen struktur jembatan yang menurut pendapat Pengawas Pekerjaan tidak dirakit dan/atau dipasang sesuai ketentuan dari Spesifikasi ini atau dianggap tidak memenuhi ketentuan dalam hal lainnya, harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Perbaikan dapat termasuk penggantian komponen yang rusak atau hilang dan pemasangannya, pelurusan pelat yang bengkok, perbaikan pelapisan permukaan yang rusak atau hal-hal lainnya yang dianggap perlu oleh Pengawas Pekerjaan.

Beban pekerjaan perbaikan yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan sebagai akibat adanya komponen yang rusak atau hilang karena kelalaian Penyedia Jasa menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

Pekerjaan baja yang rusak selama penyimpanan, penanganan atau pemasangan harus diperbaiki sampai disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Setiap bahan atau sambungan yang rusak sebelum diperbaiki harus ditolak dan segera disingkirkan dari pekerjaan.

Elemen baja dengan dimensi di luar toleransi yang disyaratkan dalam Pasal 7.4.1.4) tidak akan diterima untuk digunakan dalam pekerjaan.

Untuk jembatan struktur baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa, elemen struktur jembatan yang menurut pendapat Pengawas Pekerjaan tidak dirakit dan/atau dipasang sesuai ketentuan dari Spesifikasi ini atau dianggap tidak memenuhi ketentuan dalam hal lainnya, harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Perbaikan dapat termasuk penggantian elemen yang rusak atau hilang dan pemasangannya, pelurusan pelat yang bengkok, perbaikan lapisan permukaan yang rusak atau hal-hal lainnya yang dianggap perlu oleh Pengawas Pekerjaan.

		
---	---	---

9) Pengendalian Lalu Lintas

Pengendalian lalu lintas harus sesuai dengan ketentuan pada Seksi 1.8, Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas, dengan ketentuan tambahan berikut ini:

Bilamana pemasangan struktur jembatan baja memerlukan pembongkaran atau penutupan seluruh jembatan lama, maka program penutupan harus dikoordinasikan dengan Pengawas Pekerjaan agar pengalihan lalu lintas (*detour*) atau perlengkapan alternatif lainnya dapat disediakan untuk memperkecil gangguan terhadap lalu lintas.

7.4.2 **BAHAN**1) Baja Struktur

Kecuali ditunjukkan lain dalam Gambar, baja karbon untuk paku keling, baut atau las harus sesuai dengan ketentuan AASHTO M270M/M270-15.

Kecuali ditunjukkan lain dalam Gambar, baja karbon struktur untuk, baut atau las harus sesuai dengan persyaratan SNI 6764:2016 atau ASTM A36/A36M-14. Baja struktur harus memiliki mutu minimum sesuai dengan Tabel 7.4.2.1).

Tabel 7.4.2.1) Ketentuan Kekuatan Minimum Baja Struktur

Mutu Baja Struktur		Kuat Leleh	Kuat Tarik Putus
		Minimum (MPa)	
Grade 250		250	400
Grade 345		345	450
Grade 485		485	585
Grade 690	Tebal Pelat $\leq 63,5$ mm	690	760
	Tebal Pelat $> 63,5$ mm	620	690

Mutu baja, dan data yang berkaitan lainnya harus ditandai dengan jelas pada unit-unit yang menunjukkan identifikasi selama fabrikasi dan pemasangan.

2) Baut, Mur dan Ring

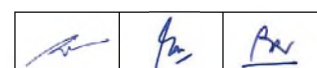
a) Baut dan mur harus memenuhi ketentuan dari ASTM A307-14e1 *Mild Steel Bolts and Nuts (Grade A)*, dan mempunyai kepala baut dan mur berbentuk segi enam (*hexagonal*)

b) Baut, Mur dan Ring dari Baja Geser Mutu Tinggi

Baut, mur dan ring dari baja mutu tinggi harus difabrikasi dari baja karbon yang dikerjakan secara panas memenuhi ketentuan dari ASTM F3125/F3125M-15a dengan kekuatan leleh minimum 92 ksi (634 MPa) dan 130 ksi (896 MPa) masing-masing untuk tipe A320 dan A490 dan elongasi (*elongation*) minimum 14%.

Baut mutu tinggi boleh digunakan bila memenuhi ketentuan berikut:

- i) Sifat mekanisnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku
- ii) Diameter batang, luas tumpu kepala baut, dan mur atau penggantinya harus lebih besar dari nilai nominal yang ditetapkan dalam ketentuan yang berlaku. Ukuran lainnya boleh berbeda





- iii) Cara penarikan baut dan prosedur pemeriksaan untuk alat sambung boleh berbeda dari ketentuan yang berlaku selama persyaratan gaya tarik minimum alat sambung pada Tabel 7.4.2.(2) terpenuhi dan prosedur penarikannya dapat diperiksa.

Tabel 7.4.2.2) Ketentuan Beban Tarik Baut untuk tipe *Critical Slip Joint*

Ukuran Nominal (mm) dan Nilai Putaran Ulir- <i>pitch</i> (mm)	Beban Tarik Minimum dengan Metoda Pengukuran Panjang (kN)	
	Tipe A325	Tipe A490
M12 x 1,75	50,6	70
M16 x 2,0	94,2	130
M20 x 2,5	147	203
M22 x 2,5	182	251
M24 x 3,0	212	293
M27 x 3,0	275	381
M30 x 3,5	337	466
M36 x 4,0	490	678

Keterangan : M12 x 1,75 adalah Baut dengan diameter 12 mm (termasuk ulir) dan pitch adalah pergerakan dalam 1 putaran 360° baut sebesar 1,75 mm.

Baut dengan standar mutu yang lain dapat digunakan apabila produsen dapat memberikan data kekuatan material (*proof load* dan gaya tarik putus) dan gaya tarik minimum baut.

Kunci torsi harus diverifikasi terhadap beban tarik minimum baut dengan menggunakan alat ukur.

Penggunaan metode kunci torsi harus dilakukan dengan teliti dan memerlukan perhatian yang lebih detail. Verifikasi kunci torsi di lapangan harus dilakukan setiap hari atau:

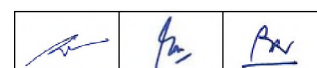
- Ketika lot dari komponen rangkaian baut (baut, ring dan mur) diganti;
- Ketika lot dari komponen rangkaian baut (baut, ring dan mur) diberi pelumas kembali;
- Ketika terdapat perbedaan yang signifikan pada permukaan baut, ulir, mur atau ring;
- Ketika mengganti kunci torsi atau komponen utama dari kunci torsi diubah (diberi pelumas).

Pengencangan baut dapat dilakukan dengan menggunakan pedoman pemasangan baut jembatan.

- c) Baut dan mur harus ditandai untuk identifikasi sesuai dengan ketentuan dari ASTM F3125/F3125M-15a. Ukuran baut harus sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar.

### 3) Paku Penghubung Geser Yang Dilas

Paku penghubung geser (*shear connector studs*) harus memenuhi ketentuan dari AASHTO M169-15 *Steel Bars, Carbon, Cold Finished, Standard Quality, Grade 1015, 1018 atau 1020*, baik baja "*semi-killed*" maupun "*fully killed*".



4) Bahan Untuk Keperluan Pengelasan

Bahan untuk keperluan pengelasan yang digunakan dalam pengelasan logam dari kelas baja yang memenuhi ketentuan dari SNI 03-6764-2002 harus memenuhi ketentuan dari AWS D1.5M/D1.5:2015. Diameter kawat las (*electrode*) las harus sesuai dengan posisi pengelasan dan ketebalan pelat.

5) Bahan Kayu

Bilamana diperlukan, kayu untuk lantai jembatan harus memenuhi syarat minimum kelas I mutu A.

6) Sertifikat

Semua bahan baku atau acuan yang dipasok untuk pekerjaan, bilamana diminta oleh Pekerjaan, harus disertai sertifikat dari pabrik pembuatnya yang menyatakan bahwa bahan tersebut telah di produksi sesuai dengan formula standar dan memenuhi semua ketentuan dalam pengendalian mutu dari pabrik pembuatannya. Sertifikat harus menunjukkan semua hasil pengujian sifat-sifat fisik bahan baku, dan diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan tanpa biaya tambahan.

Ketentuan ini harus digunakan, tetapi tidak terbatas pada produk-produk atau bagian-bagian yang di rol, baut, bahan dan pembuatan landasan jembatan dan galvanisasi.




Bila diperlukan Pengawas Pekerjaan dapat meminta pengujian tambahan berupa pengujian bahan, pengujian baut, pengujian las, pengukuran dimensi, *loading test* dan lain-lain yang dilakukan oleh lembaga pengujian independen.

7) Khusus Bahan Jambatan Struktur Baja yang disediakan oleh Pengguna Jasaa) Umum

Semua bahan atau elemen baja untuk pemasangan struktur jembatan baja yang telah dibeli sebelumnya oleh Pengguna Jasa dan disimpan dalam satu gudang penyimpanan berbagai peralatan Pengguna Jasa atau lebih. Bahan untuk setiap struktur jembatan yang diberikan dapat baru atau pernah dipasang sebelumnya pada lokasi lain.

Ketentuan bahan dan prosedur pemasangan untuk setiap struktur jembatan yang diberikan dapat berbeda-beda menurut sumber sistem patent bahan yang telah dibeli sebelumnya oleh Pengguna Jasa. Sistem tersebut dapat termasuk atau tidak termasuk elemen lantai jembatan dan dapat dipasang dengan salah satu cara pelaksanaan kantilever berikut ini :

- i) Perakitan awal seluruh elemen utama struktur jembatan termasuk beban pengimbang (*counter-balance*) yang cocok, pada penyangga sementara yang telah disiapkan, dengan demikian struktur yang terpasang dapat secara bertahap diluncurkan dari satu ujung jembatan ke ujung jembatan lainnya.
- ii) Perakitan bertahap elemen utama struktur jembatan dimulai dari struktur rangka ankur yang telah dipersiapkan sebelumnya pada satu ujung jembatan.

		
---	---	---

b) Elemen Struktur Jembatan Rangka Baja

Elemen Struktur Jembatan Rangka Baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa akan mencakup seluruh elemen, sub elemen, landasan, perkakas dan peralatan yang memungkinkan Penyedia Jasa untuk merakit dan memasang struktur jembatan rangka baja menurut prosedur yang disarankan oleh pabrik pembuatnya.

Bahan-bahan yang disediakan untuk jembatan akan dipasang dengan dua prosedur pokok pemasangan jembatan akan termasuk, tapi tidak boleh dibatasi, seperti berikut ini :

i) Pemasangan Dengan Cara Peluncuran

Seluruh panel rangka utama termasuk batang-batang penulangan jika diperlukan, semua gelagar melintang (trasom), ikatan angin, pengaku vertikal, alat penggaru, patok dan landasan sendi bersama dengan semua perlengkapan pengaku, pengangkat, penyambung, perangkat penyambung antar struktur rangka (*linking steel*), perkakas kecil untuk merakit dan komponen peluncuran tambahan seperti rol perakitan, rol peluncur, rol pendaratan, peralatan dongkrak hidrolik dan bahan untuk perakitan kerangka pengimbang dan ujung peluncuran (*launching nose*).

ii) Pemasangan Dengan Perakitan Bertahap




Seluruh kerangka utama termasuk bagian elemen-elemen batang, diagonal, gelagar melintang, pengaku (*bracing*), patok, balok memanjang (*stringer*), pelat buhul, pelat sambung, sandaran (*railing*), landasan jenis elastomer berupa karet alam atau sintetis, bersama dengan seluruh penyambung yang diperlukan, perangkat penyambung antar struktur rangka, dongkrak hidrolik, perkakas kecil untuk merakit dan bahan untuk perakitan struktur rangka ankur.

Tergantung pada rancangan patent dari struktur jembatan rangka baja yang akan dipasang, Pengguna Jasa juga dapat menyediakan bahan untuk pemasangan seluruh lantai jembatan, termasuk semua unit lantai pra-fabrikasi, kerb, klem, baut dan perlengkapan lainnya, atau dapat menyediakan semua balok memanjang (*stringer*) baja yang diperlukan, landasan dan perlengkapan untuk pelaksanaan acuan lantai untuk penempatan lantai kayu yang akan dilintasi kendaraan. Bilamana suatu lantai kayu untuk lintasan kendaraan disediakan, maka papan dan kerib dari kayu akan dipasok oleh Penyedia Jasa.

c) Pemeriksaan, Pengumpulan, Pengangkutan dan Pengiriman Bahan Jembatan

Seluruh bahan yang disediakan oleh Pengguna Jasa akan diperoleh Penyedia Jasa pada satu depot penyimpanan peralatan atau lebih yang telah ditentukan dan disebutkan dalam dokumen pemilihan.

Penyedia Jasa harus membuat seluruh pengaturan yang diperlukan untuk serah terima yang tepat pada waktunya, pengangkutan dan pengiriman yang aman ke lokasi pekerjaan atas seluruh bahan yang disediakan oleh Pengguna Jasa. Penyedia Jasa harus memeriksa dan mengawasi kuantitas dan kondisi seluruh bahan yang akan disediakan oleh Pemilik terhadap daftar pengapalan dari

		
---	---	---

pabrik pembuatnya sebelum menerima bahan tersebut dan harus melaporkan dan mendapatkan kepastian dari wakil Pengguna Jasa di gudang penyimpanan bahan atas setiap kerusakan atau kehilangan setiap bahan yang ditemukan. Penyedia Jasa harus menandatangani surat pengiriman begitu selesai pemeriksaan dan pencatatan, dan selanjutnya harus bertanggung jawab atas kehilangan setiap bahan dalam penanganannya.

Bahan yang disediakan oleh Pengguna Jasa yang hanya digunakan untuk sementara selama operasi pemasangan, seperti bahan untuk struktur rangka pemberat (*anchor frame*), struktur rangka pengimbang (*counter-balance frame*), perancah ujung peluncuran (*launching nose framework*), rol perakitan, rol peluncuran, rol pendaratan, peralatan dongkrak hidrolik dan perkakas perakitan lainnya, harus diinventarisasikan secara terpisah pada saat diserahkan kepada Penyedia Jasa. Penyedia Jasa harus mengembalikan semua bahan tersebut pada Pengguna Jasa dalam keadaan baik setelah operasi pemasangan selesai.

d) Penanganan dan Penyimpanan




Seluruh bahan harus disimpan sesuai dengan ketentuan Seksi 1.11 Spesifikasi ini dengan ketentuan tambahan berikut :

- i) Seluruh bagian struktur baja dan bentuk lainnya harus ditempatkan di atas penyangga kayu atau penahan gelincir di atas lantai gudang atau tempat penyimpanan yang mempunyai drainase yang memadai.
- ii) Bagian struktur berbentuk gelagar I atau profil kanal harus disimpan dengan bagian badan (*web*) balok dalam posisi tegak untuk mencegah tergenangnya air dan tertahannya kotoran pada bagian badan (*web*) gelagar tersebut.
- iii) Semua elemen sejenis harus disimpan di suatu tempat untuk kemudahan pengenalan dan selama penyimpanan semua elemen harus diletakkan sedemikian rupa sehingga semua tanda pengiriman pada elemen tersebut dapat ditemukan tanpa menggeser atau memindah elemen yang bersebelahan.
- iv) Seluruh baut dan perlengkapan kecil harus disimpan dalam wadah atau kaleng di lokasi yang kering dan tidak terekspos cuaca.

e) Penggantian Elemen Yang Hilang Atau Rusak Berat

Bilamana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, elemen yang hilang atau rusak berat seperti yang dicatat menurut Pasal 7.4.2.7).c) belum diterima dari Pengguna Jasa, maka harus disediakan oleh Penyedia Jasa. Dalam hal ini, Penyedia Jasa harus menjamin bahwa semua elemen baru yang dipasok terdiri dari bahan yang setara atau lebih baik dari spesifikasi pabrik aslinya, dan semua elemen fabrikasi dibuat, diselesaikan dan ditandai dengan teliti sesuai dengan dimensi dan toleransi seperti ditunjukkan dalam gambar kerja dari pabrik aslinya.

Penggantian elemen harus dilaksanakan sesuai dengan hasil pemeriksaan dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Sebagai tambahan, Pengawas Pekerjaan dapat meminta sertifikat bahan atau bukti pendukung lainnya atas sifat-sifat bahan yang dipasok bila dianggap perlu.

		
---	---	---

f) Perbaikan Elemen Yang Agak Rusak

Bilamana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, maka elemen yang dicatat menurut Pasal 7.4.2.7).c) di atas dalam keadaan rusak/agak rusak saat diterima dari Pengguna Jasa harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa. Perbaikan yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan harus dibatasi pada pelurusan pelat-pelat yang bengkok dan elemen minor lainnya, perbaikan retak yang bukan karena kelelahan di bengkel dengan pengelasan dan pengembalian kondisi lapisan permukaan yang rusak. Pekerjaan perbaikan tersebut harus dilaksanakan pada bengkel yang disetujui sesuai dengan petunjuk dari Pengawas Pekerjaan dengan ketentuan berikut ini:

i) Pelurusan Bahan Yang Bengkok

Pelurusan pelat dan elemen minor dari bentuk-bentuk lainnya harus dilak-sanakan menurut cara yang tidak akan menyebabkan keretakan atau kerusakan lainnya. Logam tidak boleh dipanaskan kecuali kalau diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana dilakukan pemanasan maka temperatur tidak boleh lebih tinggi dari warna “merah cherry tua” yang dihasilkan.




Bilamana pemanasan telah disetujui untuk pelurusan elemen yang meleng-kung atau bengkok, logam harus didinginkan selambat mungkin setelah pekerjaan pelurusan selesai. Setelah pendinginan selesai permukaan logam harus diperiksa dengan teliti apakah terjadi keretakan akibat pelurusan tersebut. Bahan yang retak tidak boleh digunakan dan seluruh bahan harus diganti sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

ii) Perbaikan Hasil Pengelasan Yang Retak

Hasil pengelasan yang retak atau rusak pada elemen yang dilas di bengkel harus dikupas, disiapkan dan dilas ulang dengan teliti menurut standar pengelasan yang ditentukan pabrik pembuatnya sesuai dengan mutu atau mutu-mutu bahan yang akan dilas. Prosedur pengelasan yang akan dipakai untuk pekerjaan perbaikan harus dirancang sedemikian hingga dapat memperkecil setiap distorsi pada elemen elemen yang sedang diperbaiki, agar toleransi fabrikasi yang ditentukan pabrik pembuatnya dapat dipertahankan.

iii) Perbaikan Lapisan Permukaan Yang Rusak

Sebagian besar elemen baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa mempunyai penyelesaian akhir pada permukaan dengan galvanisasi celup panas. Bilamana permukaan bahan yang dipasok terdapat lapisan yang dalam keadaan rusak, maka pengembalian kondisi pada tempat-tempat yang rusak harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan penyiapan permukaan dan pengecatan yang diuraikan dalam Seksi 8.7 dari Spesifikasi ini, untuk perbaikan permukaan yang digalvanisasi dengan proses celup panas.

		
---	---	---

g) Pemasokan Bahan Lantai Kayu

Jika disebutkan dalam gambar pabrik pembuat jembatan atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus melengkapi semua bahan kayu seperti papan lantai, papan lintasan kendaraan dan kerb.

Kayu yang digunakan untuk bahan lantai jembatan secara umum harus memenuhi ketentuan bahan, penyimpanan dan kecakapan kerja untuk batang kayu (*lumber*) dan kayu (*timber*) sebagaimana yang disyaratkan dalam Seksi 8.10 dari Spesifikasi ini. Semua kayu harus dipasok dalam keadaan sudah dipotong dan sudah dilubangi menurut ukuran yang diberikan dalam gambar kerja dari pabrik pembuat jembatan. Kecuali diperintah lain menurut Pasal 7.4.2.7).e) di atas, baut, pasak, mur, ring penutup dan perangkat keras penghubung lainnya untuk memasang lantai kayu tidak disediakan oleh Penyedia Jasa.

7.4.3 **KECAKAPAN KERJA**1) Umum




Semua elemen yang dirakit harus cocok dan tepat dalam toleransi yang disyaratkan dalam Pasal 7.4.1.4).

Sambungan dengan baut harus dilengkapi dengan ring, jika diperlukan, untuk menjamin agar celah yang mungkin timbul antar permukaan bidang yang segaris dan berdampingan tidak melampaui 1 mm untuk baut geser mutu tinggi dan 2 mm untuk jenis sambungan lainnya.

Untuk sambungan las, maka setiap penyimpangan yang tidak dikehendaki akibat kesalahan penjajaran bagian-bagian yang akan disambung tidak melampaui 0,15 kali ketebalan pada bagian yang lebih tipis atau 3 mm. Akan tetapi, baik perbedaan ketebalan yang timbul dari toleransi akibat proses *rolling* maupun kombinasi toleransi akibat proses *rolling* dan kesalahan penjajaran yang diizinkan di atas, maka penyimpangan yang melampaui 3 mm harus diperhalus dengan suatu kelandaian 1:4.

2) Pemotongan

Pemotongan harus dilaksanakan secara akurat, hati-hati dan rapi. Setiap deformasi yang terjadi akibat pemotongan harus diluruskan kembali. Sudut tepi-tepi potongan pada elemen utama yang merupakan tepi bebas setelah selesai dikerjakan, harus dibulatkan dengan suatu radius kira-kira 0,5 mm atau ditumpulkan. Pengisi, pelat penyambung, batang pengikat dan pengaku lateral dapat dibentuk dengan pemotongan cara geser (*shearing*), tetapi setiap bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan harus dibuang. Setiap kerusakan yang terjadi akibat pemotongan harus diperbaiki. Sudut-sudut ini umumnya dibulatkan dengan suatu radius 1,0 mm.

		
---	---	---

3) Lubang Untuk Baut

- a) Lubang untuk Baut Tidak Terbenam (*counter-sunk*) dan Baut Hitam (tidak termasuk toleransi rapat, Baut Silinder (*turned barrel bolt*) dan Baut Geser Mutu Tinggi):

Diameter lubang tidak boleh lebih besar 2 mm dari diameter nominal baut. Semua lubang harus dibor atau dibor kecil dahulu kemudian diperbesar atau dilubangi kecil dengan alat pons kemudian diperbesar.

Bilamana beberapa pelat atau elemen membentuk suatu elemen majemuk, pelat-pelat tersebut harus digabung menjadi satu dengan menggunakan klem atau baut penyetel dan lubang harus dibor sampai seluruh ketebalan dalam satu kali operasi, atau sebagai alternatif, pada pekerjaan yang sama dan dikerjakan berulang-ulang, pelat atau elemen dapat dilubangi secara terpisah dengan menggunakan jig atau mal. Semua bagian tepi lubang yang tajam seperti duri akibat pelubangan harus dihaluskan/dibuang.

- b) Lubang Untuk Baut Pas dan Baut Silinder.

Diameter lubang harus sama dengan diameter nominal Baut Batang (*shank*) atau Silinder (*barrel*), memenuhi toleransi  $-0,0$  mm, dan  $+0,15$  mm.

Bagian-bagian yang akan dihubungkan dengan baut toleransi rapat atau silinder harus digabung menjadi satu dengan baut penyetel atau klem dan lubang harus dibor sampai seluruh ketebalan dalam satu kali operasi dan selanjutnya diperbesar setelah perakitan. Bilamana cara ini tidak dapat dilakukan maka bagian-bagian yang terpisah harus dibor melalui jig baja dan diperbesar jika diperlukan. Semua bagian tepi lubang yang tajam seperti duri akibat pelubangan harus dibuang.

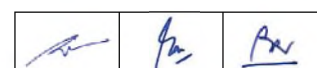
- c) Lubang Untuk Baut Geser Mutu Tinggi

Lubang harus silindris dan tegak lurus pada permukaan pelat kecuali disyaratkan lain.

Pada umumnya diameter lubang 1 mm lebih besar dari diameter nominal untuk baut sampai diameter 16 mm dan 1,5 mm lebih besar dari diameter nominal untuk baut yang lebih besar.

Jarak dari pusat lubang ke tepi pelat tergantung pada ketebalan pelat. Jarak dari pusat lubang sampai tepi pelat hasil pemotongan cara geser harus minimum 1,7 kali diameter nominal baut, sedangkan untuk tepi pelat yang di rol atau dipotong dengan las, harus minimum 1,5 kali diameter nominal baut.

Lubang persiapan harus di bor terlebih dahulu, kemudian bagian-bagian baja dirakit dan lubang diperbesar sampai diameter yang ditentukan. Bagian tepi lubang yang tajam seperti duri akibat pelubangan harus dibuang dengan alat pengupas (*scraper*). Tepi lubang harus ditumpulkan sampai 0,5 mm. Setiap bekas tanda pada tepi permukaan bidang kontak dari ring, baut dan mur yang kasar harus dihilangkan. Pasak pengungkit (*drift*) dapat dimasukkan ke dalam lubang untuk memudahkan pengaturan posisi dari elemen-elemen baja, tetapi tenaga yang berlebihan tidak boleh digunakan selama operasi tersebut dan perhatian khusus harus diberikan agar lubang-lubang tersebut tidak rusak.



4) Pengaku

Pengaku ujung pada gelagar dan pengaku yang dimaksudkan sebagai penunjang beban terpusat harus mempunyai bidang kontak sepenuhnya (baik yang dirakit di pabrik, di lapangan atau baja yang dapat dilas dan terletak di daerah tekan dari flens, dilas sebagaimana yang ditunjukkan dalam rancangan atau disyaratkan) pada flens di mana beban tersebut diteruskan atau dari mana diterimanya beban. Pengaku yang tidak dimaksudkan untuk menunjang beban terpusat, kecuali ditunjukkan atau disyaratkan lain, dipasang dengan cukup rapat untuk menahan air setelah digalvanisasi.

## 7.4.4 PELAKSANAAN

1) Perakitan di Bengkel

Bilamana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan maka unit-unit harus dirakit di bengkel sebelum dikirim ke lapangan.

2) Sambungan Dengan Baut Standar (selain Baut Geser Mutu Tinggi)

Baut yang tidak dikencangkan terhadap beban tarik sebelum baut mengalami deformasi permanen (*proof load* - sekitar 65% terhadap kuat leleh mutu baut) harus mempunyai mur tunggal yang dapat mengunci sendiri. Ring serong harus digunakan di mana bidang kontak mempunyai sudut lebih dari 1 : 20 dengan salah satu bidang yang tegak lurus sumbu baut. Baut harus mempunyai panjang sedemikian hingga seluruh mur dapat dimasukkan ke dalam baut tetapi panjang baut tidak boleh melebihi 6 mm di luar mur.




Baut harus dimasukkan ke dalam lubang tanpa adanya kerusakan pada uliran. Suatu "snap" harus digunakan untuk mencegah kerusakan kepala baut.

Kepala baut dan mur harus dikencangkan sampai rapat pada pekerjaan dengan tenaga manusia yang menggunakan sebuah kunci yang cocok dengan panjang tidak kurang dari 380 mm untuk diameter nominal baut 19 mm atau lebih. Kepala baut harus diketuk dengan palu pada saat mur sedang dikencangkan.

Seluruh uliran baut harus berada di luar lubang. Ring harus digunakan kecuali ditentukan lain.

3) Baut Geser Mutu Tinggia) Umum

Kelandaian permukaan bidang kontak dengan kepala baut dan mur tidak boleh melebihi 1 : 20 terhadap suatu bidang yang tegak lurus sumbu baut. Bagian-bagian yang akan dibaut harus dijadikan satu bilamana dirakit dan tidak boleh diberi gasket (lem paking mesin) atau setiap bahan yang dapat didesak lainnya. Bilamana dirakit, maka semua permukaan yang akan disambung, termasuk yang berdekatan dengan kepala baut, mur, atau ring harus bebas kerak kecuali kerak pabrik yang keras dan juga harus bebas dari bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan atau pelubangan dan benda-benda asing lainnya, yang menghambat elemen-elemen tersebut untuk dapat duduk sebagaimana mestinya.

		
---	---	---



b) Penvelesaian Permukaan Bidang Kontak

Permukaan bidang kontak dan tempat-tempat yang berdekatan dengan sekeliling elemen-elemen baja harus dibersihkan dari semua karat, kerak pabrik, cat, gemuk, cat dasar, dempul atau benda-benda asing lainnya. Setiap bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan atau pelubangan, atau kerusakan lain yang akan menghambat elemen-elemen tersebut untuk duduk sebagaimana mestinya atau akan mempengaruhi gaya geser di antara elemen-elemen tersebut harus dibersihkan.

Permukaan bidang kontak harus dikerjakan sampai mencapai suatu kekasaran yang cocok. Tidak ada sambungan yang akan dibuat sampai permukaan yang akan dihubungkan telah diperiksa dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

c) Baut Tarik

Perhatian khusus harus diberikan bilamana terdapat perbedaan ketebalan pelat pada elemen-elemen yang akan dipasang untuk menjamin bahwa tidak terjadi pembengkokan dan bahwa elemen dasar dan pelat penyambung mempunyai bidang kontak yang rapat.

Setiap peralatan yang digunakan untuk pengencangan baut harus dikalibrasi secara teratur dan dibuktikan dengan sertifikat kalibrasi sebelum pekerjaan pengencangan baut dilaksanakan. Nilai torsi yang diberikan pemasok harus disesuaikan sebelum setiap baut digunakan sesuai dengan diameter dan mutu baut dalam pekerjaan.

Pengencangan dapat dilaksanakan baik dengan cara putar separuh maupun cara pengendalian dengan torsi sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan atau sesuai dengan manual pengencangan baut yang diterbitkan oleh pemasok bahan struktur baja yang akan dipasang, baik jenis struktur gelagar baja, gelagar baja komposit atau rangka baja.

4) Kekencangan Baut




Persyaratan kekencangan baut mengacu pada Pasal 7.4.2.2) dan/atau Surat Edaran Menteri PUPR No.14/SE/M/2015 dan/atau SNI 8458:2012.

5) Pengelasan

Prosedur pengelasan baik di bengkel maupun di lapangan, termasuk keterangan tentang persiapan permukaan-permukaan yang akan disambung harus diserahkan secara tertulis, untuk persetujuan dari Pengawas Pekerjaan sebelum memulai fabrikasi. Tidak ada prosedur pengelasan yang disetujui atau detail yang ditunjukkan dalam Gambar yang harus dibuat tanpa persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

Cara menandai setiap pelengkap sementara harus disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan. Setiap goresan pada pelengkap sementara harus diperbaiki sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana perbaikan dengan pengelasan diperlukan, maka perbaikan ini harus dilaksanakan atas persetujuan Pengawas Pekerjaan.

Permukaan las yang tampak harus dibersihkan dari residu kerak. Semua percikan pengelasan yang mengenai permukaan harus dibersihkan.

		
---	---	---

Agar dapat memperoleh ketebalan elemen baja yang penuh pada sambungan dengan pengelasan maka harus digunakan pelat penyambung “run-on” dan “run-off” pada bagian ujung elemen.

6) Pengecatan dan Galvanisasi

Manual sesuai dengan SE No.26/SE/M/2015: Perlindungan Komponen Baja Jembatan dengan Cara Pengecatan.

Semua permukaan baja lainnya harus dicat atau digalvanis sesuai dengan desain ketebalan cat atau galvanis yang telah ditentukan sesuai lokasi di mana struktur baja tersebut akan dipasang dan/atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Untuk semua elemen struktur baja termasuk elemen Gelagar Baja Komposit termasuk balok, pelat, baut, mur, ring, dan sejenisnya harus digalvanisasi dengan sistem pencelupan panas sesuai dengan AASHTO M111M/M111-15 atau ASTM A123/123M-17.

7) Pengangkutan

Setiap elemen harus dicat atau ditandai dengan suatu tanda pemasangan untuk identifikasi dan Penyedia Jasa harus memberikan suatu diagram pemasangan atau manual pemasangan dengan tanda-tanda pemasangan yang ditunjukkan di dalamnya.

Elemen struktur harus diangkat dengan cara sedemikian rupa sehingga elemen struktur pada waktu diangkat dan dibongkar di tempat tujuannya tidak mengalami tegangan, deformasi yang berlebihan, atau kerusakan lainnya.

Baut dengan panjang dan diameter yang sama, serta mur dan ring harus dijadikan satu set (mur dan ring dimasukkan dalam uliran baut) dan sudah diberi pelumas Molibdenum Disulfida ( $\text{MoS}_2$ ) untuk dikemas dalam tempat/kemasan. Pen (*pin*), bagian-bagian yang kecil, harus dikirim dalam wadah yang dapat berupa kotak, krat atau tong, dan berat kotor dari setiap kemasan tidak boleh melebihi 150 kg. Daftar dan uraian dari bahan-bahan yang terdapat di dalam setiap kemasan harus tertulis dan disebutkan pada bagian luar kemasan dan diusahakan tidak mudah hilang atau tersobek pada waktu pengiriman.

8) Peralatan dan Perancah

Penyedia Jasa harus menyediakan setiap peralatan dan perancah yang diperlukan untuk pemasangan struktur baja. Perlengkapan pemasangan ini termasuk pengaku sementara, semua perkakas, mesin, dan peralatan termasuk pasak pengungkit (*drift*) dan baut penyetel.




Perancah dan pengaku sementara harus dirancang, dibuat dan dipelihara sebagaimana mestinya agar dalam tahap pemasangan semua perancah dan pengaku-pengaku berfungsi dan dapat menahan semua gaya dan beban struktur baja selama pemasangan.

9) Perakitan dan Pemasangan Jembatan Baja

a) Umum

Yang dimaksud dengan pemasangan jembatan baja adalah pekerjaan perakitan elemen struktur jembatan baja seperti jembatan rangka baja, gelagar baja komposit, jembatan rangka baja semi permanen atau darurat atau yang berada dalam Kontrak pekerjaan ini.

Pekerjaan pemasangan ini akan mencakup sebagaimana yang diperlukan, penanganan, landasan, identifikasi dan penyimpanan semua bahan elemen baja,

		
---	---	---

pemasangan landasan, perakitan, dan penempatan posisi akhir struktur jembatan baja, pencocokan elemen dan sistem lainnya yang diperlukan untuk pemasangan struktur jembatan baja sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi ini.

Perakitan dan pemasangan struktur jembatan baja, baik dengan peluncuran maupun dengan prosedur pelaksanaan pemasangan bertahap, harus dilaksanakan oleh Penyedia Jasa dengan teliti sesuai dengan prosedur yang ditetapkan oleh masing-masing buku petunjuk perakitan dan pemasangan dari pabrik pembuat jembatan dan ketentuan umum yang disyaratkan di sini.

Atas permintaan Penyedia Jasa, dukungan teknis tambahan oleh personil Pengguna Jasa yang berpengalaman, dapat dikirim ke lapangan dalam periode terbatas, untuk memberi pengarahan kepada insinyur dan teknisi pemasangan dari Penyedia Jasa tentang prinsip-prinsip perakitan dan pemasangan struktur jembatan baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa.

Struktur jembatan baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa dirancang untuk dirakit dan dipasang di lapangan hanya dengan menggunakan baut penghubung. Pengelasan di lapangan yang tidak diizinkan kecuali secara jelas diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

b) Tahap Pekerjaan

Setelah Penyedia Jasa menyerahkan Gambar Kerja (*Shop Drawing*) untuk tiap jembatan baja yang termasuk dalam cakupan Kontrak, Penyedia Jasa harus menjadwalkan program pekerjaannya sedini mungkin dalam Masa Pelaksanaan. Urutan dan waktu yang sangat terinci dari operasi pemasangan untuk setiap jembatan harus digabungkan dalam jadwal pelaksanaan Penyedia Jasa, revisi harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan resmi sesuai dengan ketentuan Seksi 1.12 dari Spesifikasi ini.

Untuk jembatan baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa :




i) Pekerjaan Sipil

Pekerjaan sipil untuk pelaksanaan pekerjaan jembatan baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa dan terbuat dari pasangan batu atau beton sesuai dengan Gambar Rencana harus dikerjakan sesuai dengan Seksi yang berkaitan dengan Spesifikasi ini. Semua pekerjaan sipil harus selesai di tempat dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan sebelum operasi perakitan dimulai.

ii) Penentuan Titik Pengukuran dan Pekerjaan Sementara

Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menentukan titik pengukuran pada salah satu oprit jembatan yang cocok untuk merakit suatu rangka pemberat untuk pengimbang di mana pemasangan dengan cara perakitan bertahap akan dikerjakan, atau, bilamana pemasangan dengan cara peluncuran, struktur jembatan rangka baja yang telah lengkap bersama dengan struktur rangka pengimbang dan ujung peluncur.

Semua penyangga dan kumpulan balok-balok kayu sementara dan/atau fondasi beton yang disediakan oleh Penyedia Jasa untuk pemasangan rol perakit, rol peluncuran, rol pendaratan atau pemberat (*kentledge*)

		
---	---	---

dan penyangga struktur rangka pemberat harus ditentukan titik pengukurannya dengan akurat dan dipasang pada garis dan elevasi yang benar sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar pemasangan dari pabrik pembuatnya. Perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa seluruh rol dan penyangga sementara terpasang pada elevasi yang benar agar sesuai dengan bidang peluncuran yang telah dihitung sebelumnya dan/atau karakteristik lendutan untuk panjang bentang jembatan yang akan dipasang.

iii) Pemasangan Landasan Jembatan

Landasan jembatan dapat berupa jenis landasan karet elastomerik atau landasan sendi yang terpasang pada pelat landasan dan balok kisi-kisi. Tiap jenis landasan harus dipasang pada elevasi dan posisi yang benar dan harus pada landasan yang rata dan benar di atas seluruh bidang kontak. Untuk landasan jembatan yang dipasang di atas adukan mortar semen, tidak boleh terdapat beban apapun yang diletakkan di atas landasan setelah adukan mortar semen terpasang dalam periode paling sedikit 96 jam, perlengkapan yang memadai harus diberikan untuk menjaga agar adukan mortar semen dapat dipelihara kelembabannya selama periode ini. Adukan mortar semen harus terdiri dari satu bagian semen portland dan satu bagian pasir berbutir halus.

c) Pengaturan Lalu Lintas

Pengaturan lalu lintas harus sesuai dengan ketentuan pada Seksi 1.8, dengan ketentuan tambahan berikut ini :




Bilamana pemasangan struktur jembatan baja memerlukan pembongkaran atau penutupan seluruh jembatan lama, maka program penutupan harus dikoordinasikan dengan Pengawas Pekerjaan agar pengalihan lalu lintas (*detour*) atau perlengkapan alternatif lainnya dapat disediakan untuk memperkecil gangguan terhadap lalu lintas.

d) Perakitan Pekerjaan Jembatan Baja

Setiap bagian harus dirakit dengan akurat sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau manual pemasangan yang disediakan oleh Penyedia Jasa serta mengikuti semua tanda yang telah diberikan. Bahan struktur baja harus dikerjakan dengan hati-hati sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kerusakan seperti terdapat bagian-bagian yang bengkok, patah, atau kerusakan lainnya. Tidak boleh digunakan palu yang dapat melukai atau mengubah posisi elemen-elemen. Permukaan bidang kontak dan permukaan yang akan berada dalam kontak permanen harus dibersihkan sebelum bagian-bagian tersebut dirakit.

Sebelum perakitan semua bidang kontak harus dibersihkan, bebas dari kotoran, minyak, kerak yang lepas, bagian yang tajam seperti duri akibat pemotongan atau pelubangan, bintik-bintik, dan cacat lainnya yang akan menghambat pemasangan yang rapat atas elemen-elemen yang dirakit.

Pada elemen struktur baja yang akan dipasang dengan cara kantilever, harus dipastikan bahwa semua elemen struktur baja sudah tersedia dan dipasang dengan seksama sehingga akan didapat lendutan balik (*camber*) yang sebagaimana mestinya sesuai dengan desain atau yang tertulis dalam manual pemasangan. Perlu diperhatikan bahwa pada cara pemasangan dengan cara kantilever ini, apabila telah selesai penyambungan atau perakitan pada titik

		
---	---	---

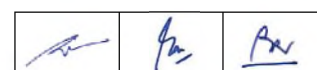
buhul, maka baut pada bagian titik buhul tersebut harus dikencangkan dengan kekencangan 100% sesuai dengan kekencangan baut yang disyaratkan.

Setiap pengencangan baut sementara harus dibiarkan sampai sambungan tarik telah dibaut dan semua lubang pada titik buhul telah dijepit dan dibaut. Baut permanen untuk sambungan elemen-elemen tekan tidak boleh dimasukkan atau dikencangkan sampai seluruh bentangan berayun. Sambungan (*splices*) dan penyambungan di lapangan (*field connections*) harus mempunyai setengah jumlah lubang yang diisi dengan baut dan pen (pin) silindris untuk pemasangan (setengah baut dan setengah pin) sebelum dibaut dengan baut tegangan tinggi. Sambungan dan penyambung yang akan dilewati lalu-lintas selama pemasangan, lubang baut harus telah terisi semuanya.

Untuk jembatan baja yang disediakan oleh Pengguna Jasa, baut penyambung harus dipasang dengan panjang dan diameter sesuai dengan manual dan sebagaimana yang ditunjukkan dalam daftar baut dari pabrik pembuat jembatan. Ring harus ditempatkan di bawah elemen-elemen (mur atau kepala baut) yang berputar dalam pengencangan. Bilamana permukaan luar bagian yang dibaut mempunyai kelandaian 1 : 20 terhadap bidang tegak lurus sumbu baut, maka ring serong yang halus harus dipakai untuk mengatasi ketidaksejajarannya. Dalam segala hal, hanya boleh terdapat satu permukaan tanpa kelandaian, elemen yang diputar harus berbatasan dengan permukaan ini.

e) Prosedur Pemasangan untuk Jembatan Rangka Baja yang Disediakan oleh Pengguna Jasa

- i) Untuk jembatan yang dirakit dengan prosedur peluncuran, Penyedia Jasa harus mengambil seluruh langkah pengamanan yang diperlukan untuk memastikan bahwa selama seluruh tahap pemasangan struktur jembatan aman dari pergerakan bebas pada rol. Pergerakan melintasi rol selama operasi peluncuran harus dikendalikan setiap saat.
- ii) Seluruh bahan struktur rangka baja pengimbang (*counterweight*) dan perancah sementara pekerjaan baja atau kayu untuk rangka pendukung pengimbang harus dipasok oleh Penyedia Jasa. Beban pada rangka pengimbang harus diletakkan dengan berat sedemikian rupa sehingga faktor keamanan untuk stabilitas yang benar seperti yang diasumsikan dalam perhitungan pemasangan dari pabrik pembuat jembatan dan dicapai pada tiap tahap perakitan dan pemasangan.
- iii) Pelaksanaan pemasangan dengan cara peluncuran atau perakitan bertahap harus dilaksanakan sampai struktur jembatan rangka baja terletak di atas posisi andasan akhir. Penyedia Jasa kemudian harus memulai operasi pendongkrakan dengan menggunakan peralatan dongkrak hidrolis dan kerangka dongkrak yang disediakan oleh Pengguna Jasa. Struktur jembatan harus didongkrak sampai elevasi yang cukup untuk memungkinkan penyingkiran seluruh balok-balok kayu sementara, rol penyangga dan penyambung antar struktur rangka (*link sets*) sebelum diturunkan sampai kedudukan akhir jembatan.
- iv) Operasi pendongkrakan harus dilaksanakan dengan teliti sesuai dengan prosedur pemasangan dari pabrik pembuat jembatan dan Penyedia Jasa harus mengikuti urutan dengan benar dari pemasangan dan penggabungan elemen-elemen khusus selama operasi ini.



## 7.4.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

### 1) Cara Pengukuran

#### a) Penyediaan Baja Struktur dan Jembatan Rangka Baja Standar

Kuantitas penyediaan baja struktur yang akan diukur untuk pembayaran sebagai jumlah dalam kilogram baja struktur yang telah tiba di tempat dan diterima. Untuk menghitung berat nominal dari baja rol atau besi tuang, maka bahan-bahan tersebut dianggap mempunyai berat volume 7.850 kilogram per meter kubik. Berat logam lainnya harus sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Berat bahan yang dihitung harus merupakan berat nominal dari pekerjaan baja yang telah selesai dikerjakan, terdiri atas pelat, bagian-bagian yang dirol, sambungan geser (*shear connector*), pengaku, penjepit, paking, pelat sambungan dan semua perlengkapan, tanpa adanya penyimpangan yang diizinkan atas berat standar atau dimensi nominal dan termasuk berat las, *fillet*, baut, mur, ring, kepala paku keling dan lapisan pelindung. Tidak ada pengurangan yang dibuat untuk penakikan, lubang baut.

Kuantitas penyediaan jembatan rangka baja standar akan diukur untuk pembayaran sebagai jumlah jembatan rangka baja standar yang telah tiba di tempat dan diterima.

Pengecatan atau lapisan pelindung lainnya tidak akan dibayar, biaya pekerjaan ini dianggap telah termasuk dalam harga penawaran untuk penyediaan baja struktur.




#### b) Perakitan dan Pemasangan Struktur Jembatan Baja dan Jembatan Rangka Baja Standar

Pemasangan struktur jembatan baja harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah total kilogram struktur baja yang selesai dipasang di tempat dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Berat masing-masing elemen harus diambil dari Gambar Kerja dan daftar elemen dari pabrik pembuat jembatan.

Berat total struktur yang diukur untuk pembayaran harus dihitung sebagai berat total semua elemen baja yang digunakan dalam pemasangan struktur akhir, termasuk bagian-bagian baja fabrikasi, pelat, landasan jembatan semi permanen, baut, mur, ring dan pengencang lainnya, dan rantai pra-fabrikasi lainnya, bilamana rantai ini termasuk dalam rancangan. Berat elemen baja yang digunakan selama operasi pemasangan yang bukan berasal dari bagian struktur akhir, termasuk elemen dan perlengkapan untuk struktur rangka pengimbang, rangka pemberat, ujung peluncur, rol perakit dan sejenisnya tidak termasuk dalam berat yang diukur untuk pembayaran.

Bilamana rantai kayu disebutkan dalam Gambar Pelaksanaan atau oleh Pengawas Pekerjaan, berat perlengkapan perangkat keras untuk rantai kayu tidak boleh dimasukkan dalam pengukuran untuk pemasangan.

Pemasangan jembatan rangka baja standar harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah jembatan rangka baja standar yang selesai dipasang di tempat dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

		
---	---	---

c) Jembatan Baja yang Disediakan oleh Pengguna Jasai) Pemasangan Struktur Jembatan Baja

Pemasangan struktur jembatan baja harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah total kilogram struktur baja yang selesai dikerjakan di tempat dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Berat masing-masing elemen harus diambil dari gambar kerja dan daftar elemen dari pabrik pembuat jembatan.

Berat total struktur yang diukur untuk pembayaran harus dihitung sebagai berat total semua elemen masing-masing baja yang digunakan dalam pemasangan struktur akhir, termasuk bagian-bagian baja fabrikasi, pelat, landasan jembatan semi permanen, baut, mur, ring dan pengencang lainnya, dan rantai pra-fabrikasi lainnya, bilamana rantai ini termasuk dalam rancangan. Berat elemen baja yang digunakan selama operasi pemasangan yang bukan berasal dari bagian struktur akhir, termasuk elemen dan perlengkapan untuk struktur rangka pengimbang, rangka pengankuran, kerangka pendongkrak, ujung peluncur, rol perakitan dan sejenisnya tidak boleh dimasukkan dalam berat yang diukur untuk pembayaran.

Bilamana rantai kayu disebutkan dalam gambar pelaksanaan atau oleh Pengawas Pekerjaan, berat perlengkapan perangkat keras untuk rantai kayu tidak boleh dimasukkan dalam pengukuran untuk pemasangan.

ii) Pengangkutan dan Pengiriman Bahan




Pengangkutan dan pengiriman dari semua bahan yang disediakan oleh Pengguna Jasa harus diukur dan dibayar dalam jumlah total kilogram. Pengukuran dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh kepada Penyedia Jasa untuk pemeriksaan dan pencatatan seluruh bahan pada gudang penyimpanan yang disebutkan dalam dokumen lelang, untuk pengangkutan dan pengiriman bahan ke lokasi pekerjaan, termasuk semua operasi pemuatan dan penanganan selama pengangkutan, dan untuk pengembalian elemen jembatan baja yang hanya digunakan untuk sementara dalam kondisi yang baik ke gudang penyimpanan yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan setelah pemasangan struktur jembatan rangka baja selesai.

iii) Pemasokan Elemen Pengganti

Penggantian elemen yang hilang atau yang rusak berat, jika ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan Pasal 7.4.2.7.e), tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini. Kompensasi untuk pemasokan setiap elemen pengganti harus dibuat berdasarkan mutu Baja Struktur sesuai dengan ketentuan Seksi 7.4 dari Spesifikasi ini.

iv) Perbaikan Elemen Yang Rusak

Perbaikan elemen yang rusak, bilamana ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan Pasal 7.4.2.7.f), tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini. Penyedia Jasa akan menerima kompensasi untuk setiap pekerjaan perbaikan elemen yang rusak sesuai dengan ketentuan pengukuran dan pembayaran untuk pengembalian

		
---	---	---




kondisi elemen baja sebagaimana yang diuraikan dalam Seksi 8.8 dari Spesifikasi ini.

v) Lantai Kayu Jembatan

Lantai kayu jembatan, bilamana diperlukan dalam gambar pelaksanaan atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini. Kompensasi untuk penyediaan, pemotongan, pengeboran, perawatan, penempatan, pemasangan dan penyelesaian lantai kayu harus sesuai dengan ketentuan dari Seksi 8.10 pada Spesifikasi ini.

2) Dasar Pembayaran

- a) Kuantitas pekerjaan baja struktur akan ditentukan sebagaimana disyaratkan di atas, akan dibayar pada Harga Penawaran per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran ini harus dianggap sebagai kompensasi penuh untuk pemasokan, fabrikasi, pengangkutan dan pemasangan bahan, termasuk semua tenaga kerja, peralatan, perkakas, pengujian dan biaya tambahan lainnya yang diperlukan atau biasa untuk penyelesaian pekerjaan yang sebagaimana mestinya dalam Seksi ini.
- b) Pemasangan struktur baja mencakup pekerjaan untuk perlengkapan dan penentuan titik pengukuran pekerjaan sementara, pemasangan landasan jembatan permanen atau semi permanen, perakitan dan pemasangan elemen baja untuk struktur jembatan, pembongkaran kembali struktur pembantu dan pengembalian ke tempat penyimpanan Penyedia Jasa pada pekerjaan pemasangan struktur baja sementara, rol, dongkrak dan perkakas khusus dan untuk penyediaan semua pekerja, peralatan, perkakas lain dan keperluan lainnya yang diperlukan atau yang biasa untuk penyelesaian pekerjaan pemasangan sebagaimana mestinya sesuai dengan manual yang telah ditentukan sesuai dengan Gambar.
- c) Kuantitas untuk pengangkutan dan pemasangan struktur jembatan baja yang disediakan Pengguna Jasa sebagaimana yang ditentukan di atas harus dibayarkan menurut Harga Kontrak per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran harus merupakan kompensasi penuh untuk pemeriksaan, pencatatan, pengangkutan, pengiriman, pembongkaran, penanganan dan penyimpanan semua bahan yang dipasok oleh Pengguna Jasa, untuk perlengkapan dan penentuan titik pengukuran pekerjaan sementara, pemasangan landasan jembatan semi permanen, perakitan dan pemasangan elemen baja untuk struktur jembatan, pembongkaran kembali dan pengembalian ke tempat penyimpanan Pengguna Jasa untuk pemasangan pekerjaan baja sementara, rol, dongkrak dan perkakas khusus dan untuk penyediaan semua pekerja, peralatan, perkakas lain dan keperluan lainnya yang diperlukan atau yang biasa untuk penyelesaian pekerjaan pemasangan yang sebagaimana mestinya sesuai dengan ketentuan dalam Seksi dari Spesifikasi ini.

		
---	---	---



Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.4.(1a)	Penyediaan Baja Struktur Grade 250 (Kuat Leleh 250 MPa)	Kilogram
7.4.(1b)	Penyediaan Baja Struktur Grade 345 (Kuat Leleh 345 MPa)	Kilogram
7.4.(1c)	Penyediaan Baja Struktur Grade 485 (Kuat Leleh 485 MPa)	Kilogram
7.4.(1d)	Penyediaan Baja Struktur Grade 690 (Kuat Leleh 690 MPa untuk Tebal Pelat $\leq 2,5$ inch)	Kilogram
7.4.(1e)	Penyediaan Baja Struktur Grade 690 (Kuat Leleh 620 MPa untuk Tebal Pelat $>2,5 - 4,0$ inch)	Kilogram
7.4.(2)	Pemasangan Baja Struktur	Kilogram
7.4.(3)	Penyediaan Struktur Jembatan Rangka Baja Standar ..... m	Kilogram
7.4.(4)	Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar panjang ..... m	Kilogram
7.4.(5a)	Pemasangan Jembatan Rangka Baja yang disediakan Pengguna Jasa	Kilogram
7.4.(5b)	Pengangkutan Bahan Jembatan yang disediakan Pengguna Jasa	Kilogram



## SEKSI 7.5

FONDASI TIANG BOR SEKAN (*SECANT PILE*)

## 7.5.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan Fondasi Tiang Bor Sekan (*Secant Pile*) adalah elemen struktur berupa serangkaian tiang bor yang saling berpotongan dan berinteraksi langsung dengan tanah. Tiang bor sekan ini umumnya digunakan sebagai dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah dan aliran air tanah. Bila diperlukan, untuk menahan gaya lateral dapat menggunakan ankur.
- b) Pekerjaan ini mencakup pelaksanaan Tiang Bor Beton Tanpa Tulangan (Tiang Primer) dan Tiang Bor Beton Dengan Tulangan (Tiang Sekunder).

2) Tiang Uji dan Uji Beban

Tiang uji harus diuji dengan pengujian pembebanan sesuai dengan ketentuan dari Pasal 7.6.1.3) dan Pasal 7.6.1.4) dari Spesifikasi ini, termasuk Pile Integrity Test (PIT) yang mengacu pada ASTM D5882-16 untuk mengetahui integritas tiang.

3) Pekerjaan Seksi Lain yang Berkaitan dengan Seksi Ini

- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Kajian Teknis Lapangan                | : | Seksi 1.9  |
| c) | Pengamanan Lingkungan Hidup           | : | Seksi 1.17 |
| d) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| e) | Manajemen Mutu                        | : | Seksi 1.21 |
| f) | Galian                                | : | Seksi 3.1  |
| g) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi        | : | Seksi 7.1  |
| h) | Baja Tulangan                         | : | Seksi 7.3  |
| i) | Fondasi Tiang                         | : | Seksi 7.6  |
| j) | Pembongkaran Struktur                 | : | Seksi 7.15 |

4) Toleransia) Tiang Bor Cor Langsung di Tempat

Garis tengah lubang bor tanpa selubung (*casing*) mempunyai toleransi ketelitian – 0% sampai + 5% dari diameter nominal pada setiap posisi dan bila diperlukan atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dapat dibuat kepala tiang di bagian atas.

b) Kelurusan

Kelurusan tiang beton cor langsung di tempat tidak boleh melampaui 0,01 panjang tiang dalam segala arah.



c) Pergeseran Lateral Tiang

Tiang Bor harus ditunjukkan dalam Gambar, pergeseran lateral kepala tiang dari posisi yang ditentukan dalam Gambar tidak boleh melampaui 50 mm dalam segala arah.

5) Standar Rujukan

Ketentuan yang disyaratkan dalam Seksi 7.1, 7.3 dan 7.6 dari Spesifikasi ini harus digunakan.

6) Mutu Pekerjaan dan Perbaikan Atas Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Bilamana toleransi yang diberikan dalam Pasal 7.6.1.7) tidak terpenuhi, maka Penyedia Jasa harus menyelesaikan setiap langkah perbaikan yang dianggap sesuai arahan Pengawas Pekerjaan dengan biaya sendiri.
- b) Pengujian tiang perlu disampaikan mencakup kedalaman tiang bor (*pit*) dan daya dukung yang jumlah kebutuhannya sesuai dengan arahan Pengawas Pekerjaan.
- c) Setiap tiang bor yang rusak akibat cacat harus dibongkar atau diperbaiki dengan cara *grouting* atau sesuai dengan instruksi dari Pengawas Pekerjaan dengan biaya sendiri Penyedia Jasa.
- d) Setiap tiang bor yang mutu betonnya tidak mencapai mutu yang diisyaratkan Pasal 7.1.6.3).i) dari Spesifikasi ini harus diperbaiki, termasuk bila harus menambah titik tiang bor dilaksanakan dengan biaya sendiri.




7.5.2 **BAHAN**

Bahan yang digunakan untuk fondasi tiang bor sekan ini mengikuti ketentuan dari Seksi 7.6.2 dari Spesifikasi ini.

7.5.3 **PELAKSANAAN**1) Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor Sekan

Pelaksanaan fondasi tiang bor sekan mengikuti ketentuan dalam Seksi 7.1, 7.3 dan 7.6 dari Spesifikasi ini serta :

- a) Tiang bor primer disyaratkan mempunyai mutu minimum  $f_c'$  15 MPa dengan jarak antar tiang yang lebih kecil dari diameter tiang bor sekunder;
- b) Tiang bor sekunder (bertulang) disyaratkan mempunyai mutu minimum  $f_c'$  30 MPa yang ditempatkan beririsan dengan tiang bor primer atau pada elemen ujung tiang bor sekan;
- c) Untuk menghubungkan tiang bor primer dan sekunder, perlu dipasang kepala tiang (*pile cap*). Pengeboran Tiang Sekunder baru boleh dipasang setelah Tiang Primer mencapai mutu beton 40% dari yang dipersyaratkan.

		
---	---	---

- d) Kemiringan lubang bor tidak boleh melebihi 0,0025 total panjang tiang ke segala arah untuk mencegah rongga antar tiang dan terjaminnya penyatuan dengan Tiang Primer.
- e) Untuk memastikan bahwa fondasi sekan tidak hanya untuk menahan gaya lateral, maka sistem pengaliran air tanah (*dewatering*) perlu dibuat.

2) Pengeboran Tiang Bor Beton Dengan Tulangan (Tiang Sekunder)

Penyedia Jasa harus menyediakan alat yang sesuai untuk melakukan pengeboran dan penuh ketelitian agar Tiang Primer yang telah terpasang tidak mengalami kerusakan.

#### 7.5.4 PENGENDALIAN MUTU

Mutu bahan, metode kerja dan hasil pekerjaan harus dipantau dan dikendalikan seperti yang ditetapkan dalam Standar Rujukan dalam Seksi 7.1, 7.3 dan 7.6 dari Spesifikasi ini.

#### 7.5.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

a) Pelaksanaan Tiang Bor Beton Tanpa Tulangan (Tiang Primer)

Tiang bor diukur penuh sebelum dilakukan pengeboran untuk pekerjaan Tiang Sekunder dalam meter panjang. Panjang untuk pembayaran harus diukur dari ujung tiang bor sebagaimana yang dibuat atau disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan, sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong sesuai elevasi yang disyaratkan seperti ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana arahan Pengawas Pekerjaan.

b) Pelaksanaan Tiang Bor Beton Dengan Tulangan (Tiang Sekunder)

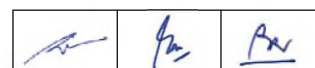
Pengukuran tiang bor harus merupakan jumlah aktual dalam meter panjang tiang bor yang telah selesai dibuat dan diterima sebagai suatu struktur. Panjang untuk pembayaran harus diukur dari ujung tiang bor sebagaimana Gambar dan disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan, sampai elevasi yang dipersyaratkan ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang dirancang oleh Pengawas Pekerjaan.

c) Tiang Uji

Tiang uji termasuk bagian dari fondasi tiang bor sekan yang jumlahnya disesuaikan dengan Gambar atau arahan Pengawas Pekerjaan.

d) Pengujian Integritas Tiang (PIT)

Pengujian integritas tiang akan diukur berdasarkan jumlah aktual pelaksanaan pekerjaan yang telah ditentukan dan dibayar dengan mata pembayaran 7.6.(28) Pengujian Keutuhan Tiang dengan *Pile Integrity Test (PIT)*.



2) Pembayaran

Kuantitas yang ditentukan seperti diuraikan di atas, akan dibayar dengan Harga Kontrak per satuan pengukuran, untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut dan merupakan kompensasi penuh untuk pengeboran, perawatan, pengujian, baja tulangan dalam beton, dan juga termasuk selubung (*casing*) yang kemudian akan dilepas, semua tenaga kerja dan setiap peralatan yang diperlukan dan semua biaya lain yang perlu dan biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.5.(1)	Tiang bor sekan primer diameter 80 cm ( $f_c' \geq 15$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(2)	Tiang bor sekan sekunder diameter 80 cm ( $f_c' \geq 30$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(3)	Tiang bor sekan primer diameter 100 cm ( $f_c' \geq 15$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(4)	Tiang bor sekan sekunder diameter 100 cm ( $f_c' \geq 30$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(5)	Tiang bor sekan primer diameter 120 cm ( $f_c' \geq 15$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(6)	Tiang bor sekan sekunder diameter 120 cm ( $f_c' \geq 30$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(7)	Tiang bor sekan primer diameter 150 cm ( $f_c' \geq 15$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(8)	Tiang bor sekan sekunder diameter 150 cm ( $f_c' \geq 30$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(9)	Tiang bor sekan primer diameter ..... cm ( $f_c' \geq 15$ MPa)	Meter Panjang
7.5.(10)	Tiang bor sekan sekunder diameter ..... cm ( $f_c' \geq 30$ MPa)	Meter Panjang

## SEKSI 7.6

## FONDASI TIANG

## 7.6.1 UMUM

1) Uraian




- a) Yang dimaksud dengan Fondasi Tiang adalah elemen utama struktur berupa tiang yang berinteraksi langsung dengan tanah, berfungsi sebagai penopang akhir dan menyalurkan beban dari struktur bangunan atas dan bawah jembatan ke tanah.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam Seksi ini harus mencakup tiang pancang, turap dan tiang bor yang disediakan dan ditempatkan sesuai dengan Spesifikasi ini, dan sedapat mungkin mendekati Gambar menurut penetrasi atau kedalamannya sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Tiang uji dan/atau pengujian pembebanan diperlukan untuk menentukan daya dukung fondasi tiang, jumlah dan panjang tiang pancang yang akan dilaksanakan.
- c) Pekerjaan ini mencakup jenis-jenis tiang pancang berikut ini :
- i) Tiang Kayu, termasuk Cerucuk
  - ii) Tiang Baja Struktur
  - iii) Tiang Beton Bertulang Pracetak
  - iv) Tiang Beton Pratekan, Pracetak
  - v) Tiang Bor Beton Cor Langsung di Tempat
- d) Jenis tiang pancang yang akan digunakan harus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar.

2) Tiang Uji (Test Pile)

Tiang uji digunakan untuk mengetahui dengan pasti kedalaman dan daya dukung dari fondasi tiang pada jembatan. Penyedia Jasa akan melengkapi dan melaksanakan tiang uji pada lokasi yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan. Semua pengujian tiang uji harus dilaksanakan dengan pengawasan Pengawas Pekerjaan.

Bilamana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, tiang uji harus diuji dengan pengujian pembebanan sesuai dengan ketentuan dari Pasal 7.6.1.(3) dan Pasal 7.6.1.(4) dari Spesifikasi ini.

Setelah mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, pemancangan tiang uji harus dilanjutkan sampai diperintahkan untuk dihentikan. Apabila pengujian tiang uji telah melampaui kedalaman yang ditentukan atau diperlukan serta menunjukkan bahwa daya dukung tiang masih terus meningkat, maka Penyedia Jasa selanjutnya harus meneruskan pengujian tiang uji tersebut sampai didapat daya dukung tiang yang sesuai dengan rencana, dan Penyedia Jasa melengkapi sisa tiang pancang dalam struktur yang belum diselesaikan. Dalam menentukan panjang tiang, Penyedia Jasa harus mengikuti daftar panjang tiang pancang yang diperkirakan untuk sisa panjang yang harus diselesaikan dalam struktur. Jumlah tiang pancang dan lokasi yang diuji akan ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan, tetapi jumlah ini minimal satu untuk setiap jembatan. Tiang uji dapat dilaksanakan di dalam atau di luar keliling fondasi, dan dapat menjadi bagian dari

		
---	---	---

pekerjaan yang permanen. Jumlah tiang pancang untuk jembatan besar ditentukan oleh Perancang.

3) PengujianPembebanan Statis (*Loading Test*)

Percobaan pembebanan statis harus dilakukan dengan cara yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus menyerahkan detail gambar peralatan pembebanan yang akan digunakannya kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Peralatan tersebut harus dibuat sedemikian hingga memungkinkan penambahan beban tanpa menyebabkan getaran terhadap tiang uji. Pelaksanaan pengujian *Static Loading Test* mengacu pada Standar ASTM D1143/D1143M-07(2013).

4) Pengujian Dinamis

Uji beban dinamis digunakan untuk mengetahui daya dukung tiang dan integritas tiang sebagai alternatif uji beban statis.

Apabila untuk mengetahui daya dukung tiang digunakan metode *Pile Driving Analyzer* (PDA), maka alat yang digunakan harus mampu merekam dengan baik regangan pada tiang dan pergerakan relatif (*relative displacement*) yang terjadi antara tiang dan tanah di sekitarnya akibat *impact* yang diberikan. Pengujian dinamis ini mengacu pada ASTM D4945-17.

Apabila dipandang perlu, untuk mengetahui integritas tiang dapat dilakukan dengan Pengujian *Crosshole Sonic Logging* (CSL) dan *Pile Integrity Test* (PIT). Pengujian *Pile Integrity Test* (PIT) mengacu pada ASTM D5882-16, sedangkan pengujian *Crosshole Sonic Logging* (CSL) mengacu pada ASTM D6760-16.

5) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan dengan Seksi Ini

a)	Pengamanan Lingkungan Hidup	: Seksi 1.17
b)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	: Seksi 1.19
c)	Manajemen Mutu	: Seksi 1.21
d)	Galian	: Seksi 3.1
e)	Timbunan	: Seksi 3.2
f)	Beton dan Beton Kinerja Tinggi	: Seksi 7.1
g)	Beton Pratekan	: Seksi 7.2
h)	Baja Tulangan	: Seksi 7.3
i)	Baja Struktur	: Seksi 7.4
j)	Pembongkaran Struktur	: Seksi 7.15

6) Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok, kecakapan kerja dan hasil penyelesaian harus dipantau dan dikendalikan seperti yang ditetapkan dalam Standar Rujukan dalam Seksi 7.1, 7.2, 7.3 dan 7.4 dari Spesifikasi ini.



7) Toleransia) Lokasi Kepala Tiang Pancang

Tiang pancang harus ditempatkan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Penggeseran lateral kepala tiang pancang dari posisi yang ditentukan tidak boleh melampaui 75 mm dalam segala arah.

b) Kemiringan Tiang Pancang

Penyimpangan arah vertikal atau kemiringan yang disyaratkan tidak boleh lebih melampaui 20 mm per meter (yaitu 1 per 50).

c) Kelengkungan (*Bow*)

(i) Kelengkungan tiang pancang beton cor langsung di tempat harus tidak boleh melampaui 0,01 dari panjang suatu tiang pancang dalam segala arah.

(ii) Kelengkungan lateral tiang pancang baja tidak boleh melampaui 0,0007 dari panjang total tiang pancang.

d) Tiang Bor Beton Cor Langsung Di Tempat

Garis tengah lubang bor tanpa selubung (*casing*) harus – 0% sampai + 5% dari diameter nominal pada setiap posisi.

e) Tiang Pancang Beton Pracetak

Toleransi harus sesuai dengan Pasal 7.6.1.7) dari Spesifikasi ini.

8) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI) :

- SNI 07-0722-1989 : Baja canai panas untuk konstruksi umum.  
 SNI 03-3448-1994 : Tata cara penyambungan tiang pancang beton pracetak penampang persegi dengan sistem monolit bahan *epoxy*.  
 SNI 03-4434-1997 : Spesifikasi tiang pancang beton pratekan untuk pondasi jembatan ukuran (30 x 30, 35 x 35, 40 x 40) cm<sup>2</sup>, panjang 10-20 meter dengan baja tulangan BJ 24 dan BJ 40.  
 SNI 6764:2016 : Spesifikasi baja karbon struktural (ASTM A36/A36M-12, IDT)

AASHTO :

- AASHTO M111M/M111-15 : *Zinc (Hot-DipGalvanized) Coatings on Iron and Steel Products*  
 AASHTO M133-12 : *Preservatives and Pressure Treatment Processes for Timber.*  
 AASHTO M168-07(2012) : *Wood Products*  
 AASHTO M202M/M202-08(2012) : *Steel Sheet Piling.*



ASTM :

- ASTM A252-10 : *Standard Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles.*
- ASTM D1143/D1143M-07(2013) : *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load.*
- ASTM D4945-17 : *Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations..*
- ASTM D5882-16 : *Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations.*
- ASTM D6760-16 : *Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.*

9) Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum memulai suatu pekerjaan pemancangan, Penyedia Jasa harus mengajukan kepada Pengawas Pekerjaan hal-hal sebagai berikut :




- a) Program yang terinci untuk pekerjaan pemancangan.
- b) Rincian metode yang diusulkan untuk pemancangan atau penurunan tiang bersama dengan peralatan yang akan digunakan.
- c) Perhitungan rancangan, termasuk rumus pemancangan, yang menunjukkan kapasitas tiang pancang bilamana penumbukan menggunakan peralatan yang diusulkan oleh Penyedia Jasa.
- d) Usulan untuk pengujian pembebanan tiang pancang. Usulan ini mencakup metode pemberian beban, pengukuran beban dan penurunan serta penyajian data yang diusulkan.
- e) Persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan untuk pengajuan tersebut di atas harus diperoleh terlebih dahulu sebelum memulai setiap pekerjaan pemancangan.

10) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

Semen, agregat dan baja tulangan harus disimpan sebagaimana yang disyaratkan dalam Seksi 7.1 dan 7.3 dari Spesifikasi ini. Unit-unit beton bertulang atau prategang dan unit-unit baja harus ditempatkan bebas dari kontak langsung dengan permukaan tanah dan ditempatkan pada penyangga kayu di atas tanah keras yang tidak akan turun baik musin hujan maupun kemarau, akibat beban dari unit-unit tersebut. Bilamana unit-unit tersebut disusun dalam lapisan-lapisan, maka tidak melebihi dari 3 lapisan dengan penyangga kayu dipasang di antara tiap lapisan. Penyangga untuk setiap lapisan harus dipasang di atas lapisan yang terdahulu. Untuk gelagar dan tiang pancang, penyangga harus dipasang pada jarak tidak lebih dari 20% dari ukuran panjang unit, yang diukur dari setiap ujung.

11) Mutu Pekerjaan dan Perbaikan Atas Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Bilamana toleransi yang diberikan dalam Pasal 7.6.1.7) telah dilampaui, maka Penyedia Jasa harus menyelesaikan setiap langkah perbaikan yang dianggap perlu oleh Pengawas Pekerjaan dengan biaya sendiri.

		
---	---	---

- b) Setiap tiang pancang yang rusak akibat cacat dalam (*internal*) atau pemancangan tidak sebagaimana mestinya, dipancang keluar dari lokasi yang semestinya atau dipancang di bawah elevasi yang ditunjukkan dalam Gambar atau ditetapkan oleh Pengawas Pekerjaan, harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa.
- c) Pekerjaan perbaikan, seperti yang telah ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan dan dikerjakan atas biaya Penyedia Jasa, akan mencakup, tetapi tidak perlu dibatasi berikut ini :
  - i) Penarikan kembali tiang pancang yang rusak dan penggantian dengan tiang pancang baru atau lebih panjang, sesuai dengan yang diperlukan.
  - ii) Pemancangan tiang pancang kedua sepanjang sisi tiang pancang yang cacat atau pendek. Perpanjangan tiang pancang dengan cara penyambungan, seperti yang telah disyaratkan di bagian lain dari Seksi ini, untuk memungkinkan penempatan kepala tiang pancang yang sebagaimana mestinya dalam balok kepala tiang (*pile cap*).

## 7.6.2 BAHAN

### 1) Kayu

Kayu untuk tiang pancang penahan beban (bukan cerucuk) dapat diawetkan atau tidak diawetkan, dan dapat dipangkas sampai membentuk penampang yang tegak lurus terhadap panjangnya atau berupa batang pohon lurus sesuai bentuk aslinya. Selanjutnya semua kulit kayu harus dibuang.

Tiang pancang kayu harus seluruhnya keras dan bebas dari kerusakan, mata kayu, bagian yang tidak keras atau akibat serangan serangga. Pengawetan harus sesuai dengan AASHTO M133-12 *Preservatives and Pressure Treatment Processes for Timber*.

Cerucuk kayu harus terbuat dari jenis, diameter dan mutu yang ditunjukkan dalam Gambar.

### 2) Beton

Beton harus memenuhi ketentuan dari Seksi 7.1. Bilamana beton akan dicor di dalam air, seperti halnya dengan tiang beton cor langsung di tempat, maka beton harus dicor dengan cara tremi dan harus mempunyai proporsi campuran yang memenuhi kriteria kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan keawetan (*durability*).

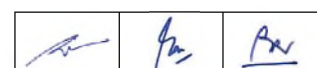
Beton Memadat Sendiri (SCC) digunakan untuk isian tiang pancang pipa baja dan tiang bor beton.

### 3) Baja Tulangan

Baja tulangan harus memenuhi ketentuan dari Seksi 7.3.

### 4) Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak

Tiang pancang beton pratekan pracetak harus memenuhi ketentuan dari Seksi 7.2.



5) Tiang Pancang Baja Struktur

Pipa baja yang digunakan harus memenuhi ketentuan dari ASTM A252-10 Grade 2. Pelat penutup untuk menutup ujung tiang pancang harus memenuhi ketentuan dari SNI 03-6764-2002 (ASTM A36/A36M-14).

Pipa baja harus mempunyai garis tengah sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Kecuali ditunjukkan lain dalam Gambar, tebal dinding tidak boleh kurang dari 4,8 mm. Pipa baja termasuk penutup ujung, harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk dipancang dengan metode yang ditentukan tanpa distorsi.

Pelat penutup dan las penyambung tidak boleh menonjol ke luar dari keliling ujung tiang pancang.

6) Sepatu dan Sambungan Tiang Pancang

Sepatu dan sambungan tiang pancang harus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

7) Turap Baja

Turap baja harus memenuhi ketentuan dari AASHTO M202M/M202-08(2012).

7.6.3 **TURAP**1) Umum

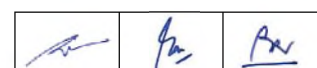
- a) Yang dimaksud dengan Turap adalah suatu jenis tiang pancang khusus yang digunakan untuk dinding penahan tanah atau untuk pengamanan terhadap gerusan.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam Seksi ini harus mencakup turap yang disediakan dan dipancang atau ditempatkan sesuai dengan Spesifikasi ini, dan sedapat mungkin mendekati Gambar menurut penetrasi atau kedalamannya sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Pekerjaan ini juga harus mencakup jenis-jenis turap berikut ini :
  - i) Turap Kayu
  - ii) Turap Baja
  - iii) Turap Beton Pracetak

Jenis turap yang akan digunakan harus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar.

2) Turap Kayu

Setiap turap kayu harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipancang untuk memastikan bahwa turap kayu tersebut memenuhi ketentuan dari bahan dan toleransi yang diizinkan.

Sebelum pemancangan, tindakan pencegahan kerusakan pada kepala turap harus diambil. Pencegahan ini dapat dilakukan dengan pemangkasan kepala turap sampai penampang melintang menjadi bulat dan tegak lurus terhadap panjangnya dan memasang cincin baja atau besi yang kuat atau dengan metode lainnya yang lebih efektif.



Setelah pemancangan, kepala turap harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya sampai bagian kayu yang keras.

Turap harus dilengkapi dengan sepatu yang sesuai untuk melindungi ujungnya selama pemancangan, kecuali bilamana seluruh pemancangan dilakukan pada tanah yang lunak. Posisi sepatu harus benar-benar sentris (pusat sepatu sama dengan pusat turap) dan dipasang dengan kuat pada ujungnya. Bidang kontak antara sepatu dan kayu harus cukup untuk menghindari tekanan yang berlebihan selama pemancangan.

Bilamana diperlukan untuk menggunakan turap yang terdiri dari dua batang atau lebih, permukaan ujungnya harus dipotong sampai tegak lurus terhadap panjangnya untuk menjamin bidang kontak seluas seluruh penampang tiang pancang. Pada turap yang digergaji, sambungannya harus diperkuat dengan kayu atau pelat penyambung baja, atau profil baja seperti profil kanal atau profil siku yang dilas menjadi satu membentuk kotak yang dirancang untuk memberikan kekuatan yang diperlukan. Turap harus diperkuat dengan baja penyambung. Sambungan di dekat titik-titik yang mempunyai lendutan maksimum harus dihindarkan.

### 3) Turap Beton Pracetak

Turap harus dirancang, dicor dan dirawat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan sehingga tahan terhadap pengangkutan, penanganan, dan tekanan akibat pemancangan tanpa kerusakan.




Baja tulangan harus disediakan untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkutan, penyusunan dan pengangkutan turap maupun tegangan yang terjadi akibat pemancangan dan beban-beban yang didukung. Selimut beton tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan dalam Seksi 7.3.1.5) dari Spesifikasi ini.

Penyambungan turap harus dihindarkan bilamana memungkinkan. Bilamana perpanjangan turap tidak dapat dihindarkan, Penyedia Jasa harus menyerahkan metode penyambungan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Tidak ada penyambungan turap sampai metode penyambungan disetujui secara tertulis dari Pengawas Pekerjaan.

Turap harus dilengkapi dengan sepatu yang datar atau mempunyai sumbu yang sama (*co-axial*), jika dipancang masuk ke dalam atau menembus jenis tanah seperti batu, kerikil kasar, tanah liat dengan berangkal, dan tanah jenis lainnya yang mungkin dapat merusak ujung turap beton. Sepatu tersebut dapat terbuat dari baja atau besi tuang. Untuk tanah liat atau pasir yang seragam, sepatu tersebut dapat ditiadakan. Luas ujung sepatu harus sedemikian rupa sehingga tegangan dalam beton pada bagian turap ini masih dalam batas yang aman seperti yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Turap dibuat dan dirawat sesuai dengan ketentuan dari Seksi 7.1 dan Seksi 7.3 dari Spesifikasi ini. Waktu yang diizinkan untuk memindahkan turap harus ditentukan dengan menguji empat buah benda uji yang telah dibuat dari campuran yang sama dan dirawat dengan cara yang sama seperti turap tersebut. Turap tersebut dapat dipindahkan bilamana pengujian kuat tekan pada keempat benda uji menunjukkan kekuatan yang lebih besar dari tegangan yang terjadi pada turap yang dipindahkan, ditambah dampak dinamis yang diperkirakan dan dikalikan dengan faktor keamanan, semuanya harus berdasarkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

Tidak ada turap beton pracetak yang boleh dipancang sebelum berumur minimum 28 hari atau telah mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan.

		
---	---	---

Setiap turap harus ditandai dengan tanggal pengecoran dan panjangnya, ditulis dengan jelas dekat kepala turap.

Penyedia Jasa dapat menggunakan semen dengan penambahan *admixture* agar bahan turap beton cepat mengeras. Penyedia Jasa harus memberitahu secara tertulis kepada Pengawas Pekerjaan atas penggunaan jenis dan penggunaan bahan tambah kimia (*admixture*) yang diusulkan. Bahan tambah kimia (*admixture*) yang akan digunakan untuk campuran beton harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum digunakan. Periode dan ketentuan perlindungan sebelum pemancangan harus sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

#### 4) Turap Baja

Pada umumnya, turap baja struktur harus berupa profil baja yang harus sesuai dengan AASHTO M202M/M202-08(2012).

Bilamana korosi pada turap baja mungkin dapat terjadi, maka panjang atau ruas-ruasnya yang mungkin terkena korosi harus dilindungi dengan galvanis sesuai AASHTO M111M/M111-15 atau dengan pengecatan menggunakan lapisan pelindung yang telah disetujui dan/atau digunakan logam yang lebih tebal bilamana daya korosi dapat diperkirakan dengan akurat dan beralasan. Umumnya seluruh panjang turap baja yang terekspos, dan setiap panjang yang terpasang dalam tanah yang terganggu di atas muka air terendah, harus dilindungi dari korosi.

Sebelum pemancangan, kepala turap harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya dan topi pemancang (*driving cap*) harus dipasang untuk mempertahankan sumbu tiang pancang segaris dengan sumbu palu. Setelah pemancangan, pelat topi, batang baja atau pantek harus ditambatkan pada balok kepala tiang (*pile cap*), atau tiang pancang dengan panjang yang cukup harus ditanamkan ke dalam balok kepala tiang (*pile cap*).

Pada pemancangan di tanah keras, maka ujungnya dapat diperkuat dengan menggunakan pelat baja tuang atau dengan mengelaskan pelat atau siku baja untuk menambah ketebalan baja.

### 7.6.4 TIANG PANCANG KAYU

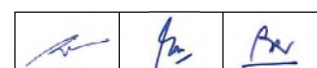
#### 1) Umum

Semua tiang pancang kayu harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipancang untuk memastikan bahwa tiang pancang kayu tersebut memenuhi ketentuan dari bahan dan toleransi yang diizinkan.

#### 2) Pengawetan (Tiang Pancang Kayu)

Semua kayu lunak yang digunakan untuk tiang pancang memerlukan pengawetan, yang harus dilaksanakan sesuai dengan AASHTO M133-12 dengan menggunakan instalasi peresapan bertekanan. Bilamana instalasi semacam ini tidak tersedia, pengawetan dengan tangki terbuka secara panas dan dingin, harus digunakan. Beberapa kayu keras dapat digunakan tanpa pengawetan, tetapi pada umumnya, kebutuhan untuk mengawetkan kayu keras tergantung pada jenis kayu dan beratnya kondisi pelayanan.

Persetujuan dari Pengawas Pekerjaan secara tertulis harus diperoleh sebelum pemancangan tiang pancang yang tidak diawetkan.



3) Kepala Tiang Pancang

Sebelum pemancangan, tindakan pencegahan kerusakan pada kepala tiang pancang harus diambil. Pencegahan ini dapat dilakukan dengan pemangkasan kepala tiang pancang sampai penampang melintang menjadi bulat dan tegak lurus terhadap panjangnya dan memasang cincin baja atau besi yang kuat atau dengan metode lainnya yang lebih efektif.

Setelah pemancangan, kepala tiang pancang harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya sampai bagian kayu yang keras dan diberi bahan pengawet sebelum balok kepala tiang (*pile cap*) dipasang.

Bilamana tiang pancang kayu lunak membentuk fondasi struktur permanen dan akan dipotong sampai di bawah permukaan tanah, maka perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa tiang pancang tersebut telah dipotong pada atau di bawah permukaan air tanah yang terendah yang diperkirakan.

Bilamana digunakan balok kepala tiang (*pile cap*) dari beton, kepala tiang pancang harus tertanam dalam balok kepala tiang tersebut dengan kedalaman yang cukup sehingga dapat memindahkan gaya. Tebal beton di sekeliling tiang pancang paling sedikit 150 mm dan harus diberi baja tulangan untuk mencegah terjadinya keretakan pada beton.

4) Sepatu Tiang Pancang




Tiang pancang harus dilengkapi dengan sepatu yang cocok untuk melindungi ujung tiang selama pemancangan, kecuali bilamana seluruh pemancangan dilakukan pada tanah yang lunak. Posisi sepatu harus benar-benar sentris (pusat sepatu sama dengan pusat tiang pancang) dan dipasang dengan kuat pada ujung tiang. Bidang kontak antara sepatu dan kayu harus cukup untuk menghindari tekanan yang berlebihan selama pemancangan.

5) Pemancangan

Pemancangan berat yang mungkin merusak kepala tiang pancang, memecah ujung dan menyebabkan retak tiang pancang harus dihindari dengan membatasi tinggi jatuh palu dan jumlah penumbukan pada tiang pancang. Umumnya, berat palu harus sama dengan beratnya tiang untuk memudahkan pemancangan. Perhatian khusus harus diberikan selama pemancangan untuk memastikan bahwa kepala tiang pancang harus selalu berada sesumbu dengan palu dan tegak lurus terhadap panjang tiang pancang dan bahwa tiang pancang dalam posisi yang relatif pada tempatnya.

6) Penyambungan

Bilamana diperlukan untuk menggunakan tiang pancang yang terdiri dari dua batang atau lebih, permukaan ujung tiang pancang harus dipotong sampai tegak lurus terhadap panjangnya untuk menjamin bidang kontak seluas seluruh penampang tiang pancang. Pada tiang pancang yang digergaji, sambungannya harus diperkuat dengan kayu atau pelat penyambung baja, atau profil baja seperti profil kanal atau profil siku yang dilas menjadi satu membentuk kotak yang dirancang untuk memberikan kekuatan yang diperlukan. Tiang pancang bulat harus diperkuat dengan pipa penyambung. Sambungan di dekat titik-titik yang mempunyai lendutan maksimum harus dihindarkan.

		
---	---	---

## 7.6.5 TIANG PANCANG BETON PRACETAK

### 1) Umum

Tiang pancang harus dirancang, dicor dan dirawat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan sehingga tahan terhadap pengangkatan, penanganan, dan tekanan akibat pemancangan tanpa kerusakan. Tiang pancang segi empat harus mempunyai sudut-sudut yang ditumpulkan. Pipa pancang berongga (*hollow piles*) dapat digunakan bilamana panjang tiang yang diperlukan melebihi dari biasanya atau sesuai dengan Gambar.

Baja tulangan harus disediakan untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkatan, penyusunan dan pengangkatan tiang pancang maupun tegangan yang terjadi akibat pemancangan dan beban-beban yang didukung. Selimut beton tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan dalam Seksi 7.3.1.5) dari Spesifikasi ini.

### 2) Penyambungan

Penyambungan tiang pancang harus dihindarkan bilamana memungkinkan. Bilamana penyambungan tiang pancang tidak dapat dihindarkan, Penyedia Jasa harus menyerahkan metode penyambungan kepada Pengawas Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Sambungan tiang pancang harus dilaksanakan dengan menggunakan las listrik, kemudian daerah sambungan tersebut harus dilapisi dengan jenis cat anti karat sebagaimana yang disyaratkan dalam Seksi 8.7. Tidak ada pekerjaan penyambungan tiang pancang sampai metode penyambungan disetujui secara tertulis dari Pengawas Pekerjaan. Perlindungan cat anti karat pada sambungan tiang pancang dilaksanakan pada daerah mulai 20 cm di atas pelat sambung sampai 20 cm di bawah pelat sambung pada daerah kering.

### 3) Perpanjangan Tiang Pancang

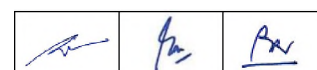
Perpanjangan tiang pancang beton pracetak dilaksanakan dengan penyambungan tumpang tindih (*overlap*) baja tulangan. Beton pada kepala tiang pancang akan dipotong hingga baja tulangan yang tertinggal mempunyai panjang minimum 40 kali diameter tulangan.

Perpanjangan tiang pancang beton harus dilaksanakan dengan menggunakan baja tulangan yang sama (mutu dan diameternya) seperti pada tiang pancang yang akan diperpanjang. Baja spiral harus dibuat dengan tumpang tindih sepanjang minimum 2 kali lingkaran penuh dan baja tulangan memanjang harus mempunyai tumpang tindih minimum 40 kali diameter.

Bilamana perpanjangan melebihi 1,50 m, acuan harus dibuat sedemikian hingga tinggi jatuh pengecoran beton tak melebihi 1,50 m.

Sebelum pengecoran beton, kepala tiang pancang harus dibersihkan dari semua bahan lepas atau pecahan dan kotoran lain, dibasahi sampai merata dan diberi adukan semen yang tipis. Mutu beton yang digunakan sekurang-kurangnya harus sama dengan mutu beton tiang pancang yang akan disambung. Mutu beton yang digunakan harus sama dengan mutu tiang pancang yang akan disambung, kecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

Acuan tidak boleh dibuka sekurang-kurangnya 7 hari setelah pengecoran atau setelah beton mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan. Perpanjangan tiang pancang harus dirawat dan dilindungi dengan cara yang sama seperti tiang pancang yang akan





disambung. Bilamana tiang pancang akan diperpanjang setelah operasi pemancangan, kepala tiang pancang direncanakan tertanam dalam balok kepala tiang (*pile cap*), maka perpanjangan baja tulangan yang diperlukan harus seperti yang ditunjukkan dalam Gambar. Bilamana tidak disebutkan dalam Gambar, maka panjang tumpang tindih baja tulangan harus minimum 40 kali diameter untuk tulangan memanjang, kecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

4) Sepatu Tiang Pancang

Tiang pancang harus dilengkapi dengan sepatu yang datar atau mempunyai sumbu yang sama (*co-axial*), jika dipancang masuk ke dalam atau menembus jenis tanah seperti batu, kerikil kasar, tanah liat dengan berangkal, dan tanah jenis lainnya yang mungkin dapat merusak ujung tiang pancang beton. Sepatu tersebut dapat terbuat dari baja atau besi tuang. Untuk tanah liat atau pasir yang seragam, sepatu tersebut dapat ditiadakan. Luas ujung sepatu harus sedemikian rupa sehingga tegangan dalam beton pada bagian tiang pancang ini masih dalam batas yang aman seperti yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

5) Pembuatan dan Perawatan

Tiang pancang dibuat dan dirawat sesuai dengan ketentuan dari Seksi 7.1 dan Seksi 7.3 dari Spesifikasi ini. Waktu yang diizinkan untuk memindahkan tiang pancang harus ditentukan dari hasil uji minimum 3 buah benda uji yang telah dibuat dari campuran yang sama dan dirawat dengan cara yang sama seperti tiang pancang tersebut. Tiang pancang tersebut dapat dipindahkan bilamana pengujian kuat tekan menunjukkan suatu nilai kekuatan rata-rata yang mewakili yang lebih besar dari tegangan yang terjadi pada tiang pancang pada saat dipindahkan, ditambah dampak dinamis yang diperkirakan dan dikalikan dengan faktor keamanan, semuanya harus berdasarkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.




Ruas tiang pancang yang akan terekspos untuk pemancangan yaitu tiang-tiang rangka pendukung, harus diselesaikan sesuai dengan Pasal 7.1.5.3).

Tiang pancang tidak boleh dipancang sebelum berumur paling sedikit 28 hari atau telah mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan.

Acuan samping dapat dibuka minimum 24 jam setelah pengecoran beton atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan, tetapi seluruh tiang pancang tidak boleh digeser dalam waktu minimum 7 hari setelah pengecoran beton, atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Perawatan harus dilaksanakan minimum selama 7 hari setelah pengecoran atau sampai beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan dengan mempertahankan tiang pancang dalam kondisi basah selama jangka waktu tersebut.

Selama operasi pengangkatan, tiang pancang harus didukung pada titik seperempat panjangnya atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Bilamana tiang pancang tersebut akan dibuat 1,5 m lebih panjang daripada panjang yang disebutkan dalam Gambar, Pengawas Pekerjaan akan memerintahkan menggunakan baja tulangan dengan diameter yang lebih besar dan/atau memakai tiang pancang dengan ukuran yang lebih besar dari yang ditunjukkan dalam Gambar.

Setiap tiang harus ditandai dengan tanggal pengecoran dan panjang, ditulis dengan jelas di dekat kepala tiang pancang.

		
---	---	---

Penyedia Jasa dapat menggunakan semen yang ditambah dengan bahan tambah kimia sehingga beton dapat cepat mengeras untuk tiang pancang bila disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Penyedia Jasa harus memberitahu secara tertulis kepada Pengawas Pekerjaan atas penggunaan mutu beton yang diusulkan. Periode dan ketentuan perlindungan sebelum pemancangan harus sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

6) Pengupasan Kepala Tiang Pancang

Beton harus dikupas sampai pada elevasi yang sedemikian sehingga beton yang tertinggal akan masuk ke dalam balok kepala tiang (*pile cap*) sedalam 50 mm sampai 100 mm atau sebagaimana ditunjukkan di dalam Gambar. Untuk tiang pancang beton bertulang, baja tulangan yang tertinggal setelah pengupasan harus cukup panjang sehingga dapat diikat ke dalam *pile cap* dengan baik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar. Untuk tiang pancang beton pratekan, panjang kawat prategang yang tertinggal setelah pengupasan harus dimasukkan ke dalam *pile cap* sedalam 50 mm sampai 100 mm. Pengankuran ini harus dilengkapi, jika perlu, dengan baja tulangan yang di cor ke dalam bagian atas tiang pancang. Sebagai alternatif, pengikatan dapat dihasilkan dengan baja tulangan lunak yang di cor ke dalam bagian atas dari tiang pancang pada saat pembuatan. Pengupasan tiang pancang beton harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah terjadinya pecah atau kerusakan lainnya pada sisa tiang pancang. Setiap beton yang retak atau cacat harus dipotong dan diperbaiki dengan beton baru yang direkatkan sebagaimana mestinya dengan beton yang lama.

Sisa bahan potongan tiang pancang, yang menurut pendapat Pengawas Pekerjaan, tidak perlu diamankan, harus dibuang sampai diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

## 7.6.6 TIANG PANCANG BAJA STRUKTUR

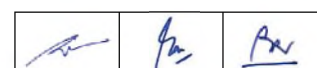
1) Umum

Pada umumnya, tiang pancang baja struktur berupa profil baja dilas biasa, pipa baja dan persegi dapat digunakan. Bilamana tiang pancang pipa atau persegi digunakan, dan akan diisi dengan beton, mutu beton tersebut minimum  $f_c' 30$  MPa hingga kedalaman minimum 8 meter di bawah permukaan tanah rencana sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar dengan beton SCC dan mutu seperti yang disyaratkan dan memenuhi kriteria keawetan (*durability*). Bahan isian pasir di dalam tiang pancang baja pipa harus dalam kondisi bersih dan tidak mengandung bahan yang korosif seperti pasir laut.

2) Perlindungan Terhadap Korosi

Bilamana korosi pada tiang pancang baja mungkin dapat terjadi, maka panjang atau ruas-ruasnya yang mungkin terkena korosi harus dilindungi dengan pengecatan menggunakan lapisan pelindung yang bersifat anti karat dan telah disetujui dan/atau digunakan logam yang lebih tebal bilamana daya korosi dapat diperkirakan dengan akurat dan beralasan. Umumnya seluruh panjang tiang baja yang terekspos, dan setiap panjang yang tertanam dalam tanah yang terganggu di atas muka air terendah, harus dilindungi dari korosi.

Tiang pancang baja yang berada pada daerah berair (sungai), maka tiang pancang tersebut harus diberi lapisan pelindung anti karat minimum 1,5 meter di atas muka air banjir terbesar dan 0,5 meter di bawah muka air terendah, sedangkan untuk tiang pancang yang berada pada daerah pasang surut diberi lapisan pelindung cat anti karat



pada daerah 1,5 meter di atas muka air pasang dan 0,5 meter di bawah muka air surut. Bahan cat anti karat dan ketebalan cat sesuai dengan yang disyaratkan dalam Seksi 8.7. Semua sambungan tiang pancang yang dilas harus diberi lapisan anti karat sesuai dengan yang disyaratkan Pasal 7.6.5.2) dalam Spesifikasi ini.

3) Kepala Tiang Pancang

Sebelum pemancangan, kepala tiang pancang harus dipotong tegak lurus terhadap panjangnya dan topi pemancang (*driving cap*) harus dipasang untuk mempertahankan sumbu tiang pancang segaris dengan sumbu palu. Setelah pemancangan, pelat topi, batang baja atau pantek harus ditambatkan pada balok kepala tiang, atau tiang pancang dengan panjang yang cukup harus ditanamkan ke dalam balok kepala tiang (*pile cap*).

4) Perpanjangan Tiang Pancang

Perpanjangan tiang pancang baja harus dilakukan dengan pengelasan dengan menggunakan las listrik. Pengelasan harus dikerjakan sedemikian rupa hingga kekuatan penampang baja semula dapat ditingkatkan. Sambungan harus dirancang dan dilaksanakan dengan cara sedemikian hingga dapat menjaga alinyemen dan posisi yang benar pada ruas-ruas tiang pancang. Bilamana tiang pancang pipa atau kotak akan diisi dengan beton setelah pemancangan, sambungan yang dilas harus kedap air.

5) Sepatu Tiang Pancang

Pada umumnya sepatu tiang pancang tidak diperlukan pada profil H atau profil baja gilas lainnya. Namun bilamana tiang pancang akan dipancang di tanah keras, maka ujungnya dapat diperkuat dengan menggunakan pelat baja tuang atau dengan mengelaskan pelat atau siku baja untuk menambah ketebalan baja. Tiang pancang pipa atau kotak dapat juga dipancang tanpa sepatu, tetapi bilamana sepatu tiang diperlukan, maka sepatu tiang ini dapat dikerjakan dengan cara mengelaskan pelat datar atau yang dibentuk sedemikian rupa dari pelat baja dengan mutu yang sama atau baja fabrikasi.




## 7.6.7 PEMANCANGAN TIANG

1) Umum

Penyedia Jasa harus menyediakan alat untuk memancang tiang yang sesuai dengan jenis tanah dan jenis tiang pancang dan mencapai kedalaman yang telah ditentukan atau mencapai daya dukung yang telah ditentukan, tanpa kerusakan. Bilamana diperlukan, Penyedia Jasa dapat melakukan penyelidikan tanah dengan tanggungan biaya sendiri.

Bilamana elevasi akhir kepala tiang pancang berada di bawah permukaan tanah asli, maka galian harus dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pemancangan. Perhatian khusus harus diberikan agar dasar fondasi tidak terganggu oleh penggalian diluar batas-batas yang ditunjukkan dalam Gambar.

Kepala tiang pancang baja harus dilindungi dengan bantalan topi atau mandrel dan kepala tiang kayu harus dilindungi dengan cincin besi tempa atau besi non-magnetik sebagaimana yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini. Palu, topi baja, bantalan topi, katrol dan tiang pancang harus mempunyai sumbu yang sama dan harus terletak dengan tepat satu di atas lainnya. Tiang pancang termasuk tiang pancang miring harus dipancang secara sentris dan diarahkan dan dijaga dalam posisi yang tepat. Semua pekerjaan pemancangan harus dihadiri oleh Pengawas Pekerjaan atau wakilnya, dan

		
---	---	---

palu pancang tidak boleh diganti dan dipindahkan dari kepala tiang pancang tanpa persetujuan dari Pengawas Pekerjaan atau wakilnya.

Tiang pancang harus dipancang sampai penetrasi maksimum atau penetrasi tertentu sesuai yang ditunjukkan dalam Gambar, sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, atau ditentukan dengan pengujian pembebanan sampai mencapai kedalaman penetrasi akibat beban pengujian tidak kurang dari dua kali beban yang dirancang, yang diberikan menerus untuk penurunan sekurang-kurangnya 60 mm. Dalam hal tersebut, posisi akhir kepala tiang pancang tidak boleh lebih tinggi dari yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan setelah pemancangan tiang pancang uji. Posisi tersebut dapat lebih tinggi jika disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Bilamana ketentuan rancangan tidak dapat dipenuhi, maka Pengawas Pekerjaan dapat memerintahkan untuk menambah jumlah tiang pancang dalam kelompok tersebut sehingga beban yang dapat didukung setiap tiang pancang tidak melampaui kapasitas daya dukung yang aman, atau Pengawas Pekerjaan dapat mengubah rancangan bangunan bawah jembatan bilamana dianggap perlu.




Alat pancang yang digunakan dapat dari jenis drop hammer, diesel atau hidrolik. Berat palu pada jenis drop hammer sebaiknya tidak kurang dari jumlah berat tiang beserta topi pancangnya. Sedangkan untuk diesel hammer berat palu tidak boleh kurang 2,2 ton, sesuai dengan perhitungan dengan menggunakan rumus pemancangan Hiley. Tinggi jatuh palu tidak boleh melampaui 2,5 meter atau sesuai dengan jenis alat pancang yang digunakan atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Alat pancang dengan jenis drop hammer, diesel atau hidrolik yang disetujui, harus mampu memasukkan tiang pancang dengan daya dukung yang diinginkan sebagaimana yang ditentukan dari rumus pemancangan yang disetujui

Pemancangan dengan gerakan tunggal (*single acting*) atau palu yang dijatuhkan harus dibatasi sampai 1,2 meter dan lebih baik 1 meter. Penumbukan dengan tinggi jatuh yang lebih kecil harus digunakan bilamana terdapat kerusakan pada tiang pancang. Contoh-contoh berikut ini adalah kondisi yang dimaksud :

- a) Bilamana terdapat lapisan tanah keras dekat permukaan tanah yang harus ditembus pada saat awal pemancangan untuk tiang pancang yang panjang.
- b) Bilamana terdapat lapisan tanah lunak yang dalam sedemikian hingga penetrasi yang dalam terjadi pada setiap penumbukan.
- c) Bilamana tiang pancang diperkirakan akan membal (*rebound*) akibat batu atau tanah yang benar-benar tak dapat ditembus lainnya.

Bilamana serangkaian penumbukan tiang pancang untuk 10 kali pukulan terakhir telah mencapai hasil yang memenuhi ketentuan (maksimum 25 mm/10 pukulan terakhir untuk tiang pancang baja dan maksimum 35 mm untuk tiang pancang beton), penumbukan ulangan harus dilaksanakan dengan hati-hati, dan pemancangan yang terus menerus setelah tiang pancang hampir berhenti penetrasi harus dicegah, terutama jika digunakan palu berukuran sedang. Suatu catatan pemancangan yang lengkap harus dilakukan sesuai dengan Pasal 7.6.1.9) tentang Pengajuan Kesiapan Kerja.

Setiap perubahan yang mendadak dari kecepatan penetrasi yang tidak dapat dianggap sebagai perubahan biasa dari sifat alamiah tanah harus dicatat dan penyebabnya harus dapat diketahui sebelum pemancangan dilanjutkan.

		
---	---	---

Tidak diperkenankan memancang tiang pancang dalam jarak 6 m dari beton yang berumur kurang dari 7 hari atau kurang dari kekuatan minimum yang disyaratkan. Bilamana pemancangan dengan menggunakan palu yang memenuhi ketentuan minimum, tidak dapat memenuhi Spesifikasi, maka Penyedia Jasa harus menyediakan palu yang lebih besar dan/atau menggunakan *water jet* atas biaya sendiri.

2) Penghantar Tiang Pancang (*Leads*)

Penghantar tiang pancang harus dibuat sedemikian hingga dapat memberikan kebebasan bergerak untuk palu dan penghantar ini harus diperkaku dengan tali atau palang yang kaku agar dapat memegang tiang pancang selama pemancangan. Kecuali jika tiang pancang dipancang dalam air, penghantar tiang pancang, sebaiknya mempunyai panjang yang cukup sehingga penggunaan bantalan topi tiang pancang panjang tidak diperlukan. Penghantar tiang pancang miring sebaiknya digunakan untuk pemancangan tiang pancang miring.

3) Bantalan Topi Tiang Pancang Panjang (*Followers*)

Pemancangan tiang pancang dengan bantalan topi tiang pancang panjang sedapat mungkin harus dihindari, dan hanya akan dilakukan dengan persetujuan tertulis dari Pengawas Pekerjaan.

4) Tiang Pancang yang Naik

Bilamana tiang pancang mungkin naik akibat naiknya dasar tanah, maka elevasi kepala tiang pancang harus diukur dalam interval waktu di mana tiang pancang yang berdekatan sedang dipancang. Tiang pancang yang naik sebagai akibat pemancangan tiang pancang yang berdekatan, harus dipancang kembali sampai kedalaman atau ketahanan semula, kecuali jika pengujian pemancangan kembali pada tiang pancang yang berdekatan menunjukkan bahwa pemancangan ulang ini tidak diperlukan.




5) Pemancangan Dengan Pancar Air (*Water Jet*)

Pemancangan dengan pancar air dilaksanakan hanya seizin Pengawas Pekerjaan dan dengan cara yang sedemikian rupa hingga tidak mengurangi kapasitas daya dukung tiang pancang yang telah selesai dikerjakan, stabilitas tanah atau keamanan setiap struktur yang berdekatan.

Banyaknya pancaran, volume dan tekanan air pada nosel semprot harus sekedar cukup untuk melonggarkan bahan yang berdekatan dengan tiang pancang, bukan untuk membongkar bahan tersebut. Tekanan air harus 0,5 MPa sampai 1 MPa tergantung pada kepadatan tanah. Perlengkapan harus dibuat, jika diperlukan, untuk mengalirkan air yang tergenang pada permukaan tanah. Sebelum penetrasi yang diperlukan tercapai, maka pancaran harus dihentikan dan tiang pancang dipancang dengan palu sampai penetrasi akhir. Lubang-lubang bekas pancaran di samping tiang pancang harus diisi dengan mortar semen setelah pemancangan selesai.

6) Tiang Pancang Yang Cacat

Prosedur pemancangan tidak mengizinkan tiang pancang mengalami tegangan yang berlebihan sehingga dapat mengakibatkan pengelupasan, pecahnya beton, pembelahan, pecahnya dan kerusakan kayu, atau deformasi baja. Apabila terjadi kesalahan posisi dalam pemancangan, maka upaya apa pun untuk memperbaiki tiang pancang dengan memaksa tiang pancang kembali ke posisi yang sebagaimana mestinya tidak akan diizinkan oleh Pengawas Pekerjaan. Tiang pancang yang cacat harus diperbaiki atas

		
---	---	---

biaya Penyedia Jasa sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.6.2 dan sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Bilamana pemancangan ulang untuk mengembalikan ke posisi semula tidak memungkinkan, tiang pancang harus dipancang sedekat mungkin dengan posisi semula, atau tiang pancang tambahan harus dipancang sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

7) Catatan Pemancangan/Kalendering

Sebuah catatan yang detail dan akurat tentang pemancangan harus disimpan oleh Pengawas Pekerjaan dan Penyedia Jasa harus membantu Pengawas Pekerjaan dalam menyimpan catatan ini yang meliputi: jumlah tiang pancang, posisi, jenis, ukuran, panjang aktual, tanggal pemancangan, panjang dalam balok kepala tiang, penetrasi pada saat 10 penumbukan terakhir, energi pukulan palu, berat dan jenis palu, panjang perpanjangan, panjang pemotongan dan panjang akhir yang dapat dibayar.

8) Rumus Dinamis untuk Perkiraan Kapasitas Tiang Pancang

Kapasitas daya dukung tiang pancang harus diperkirakan dengan menggunakan rumus dinamis (Hiley). Penyedia Jasa dapat mengajukan rumus lain untuk menghitung daya dukung dan mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

$$P_u = \frac{e_f W H}{S + (C_1 + C_2 + C_3)/2} \times \frac{W + n^2 W_p}{W + W_p}$$

$$P_a = P_u / N$$

di mana :

$P_u$  : Kapasitas daya dukung batas (kN)

$P_a$  : Kapasitas daya dukung yang diizinkan (kN)

$e_f$  : Efisiensi palu

$W$  : Berat palu atau ram (kN)

$W_p$  : Berat tiang pancang (kN)

$n$  : Koefisien restitusi

$H$  : Tinggi jatuh palu (m)

$H = 2 H'$  untuk palu diesel ( $H'$  = tinggi jatuh ram)

$S$  : Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir, atau "set" (m)

$C_1$  : Tekanan sementara yang diizinkan untuk kepala tiang dan balok kepala tiang (m)

$C_2$  : Tekanan sementara yang diizinkan untuk deformasi elastis dari batang tiang pancang (m) yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{P_u L}{AE} ; \text{ di mana :}$$

$L$  = Panjang tiang (m)

$E$  = Modulus elastisitas tiang (KN/m<sup>2</sup>)

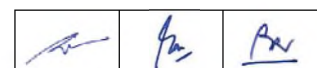
$A$  = Luas permukaan tiang.

$C_3$  : Tekanan sementara yang diizinkan gempa di lapangan (m) yang dapat diambil sebagai berikut:

$C_3 = 0,0$  untuk tanah keras (batu, pasir padat dan gravel)

$C_3 = 2,5$  mm s/d 5 mm untuk lainnya

$N$  : Faktor Keamanan



Tabel 7.6.7.1) Nilai Efisiensi Palu ( $e_f$ )

Jenis Palu	Efisiensi ( $e_f$ )
<i>Drop hammer</i>	0,75 – 1,00
<i>Single acting hammer</i>	0,75 – 0,85
<i>Double acting hammer</i>	0,85
<i>Diesel hammer</i>	0,85 – 1,00

Tabel 7.6.7.2) Nilai Koefisien Restitusi (n)

Material	N
Tiang pancang kayu	0,25
Bantalan kayu di atas tiang pancang baja	0,32
Bantalan kayu pada tiang pancang baja	0,4
Tiang pancang baja tanpa bantalan kayu/ tiang beton dengan bantalan	0,5
Palu besi cor di atas tiang pancang beton tanpa topi	0,4

Tabel 7.6.7.3) Nilai  $K_1$  –Nilai Perpendekan Elastik Kepala Tiang Pancang dan Topi Tiang Pancang

Bahan	$K_1$ ( mm )			
	Tegangan pemancangan pada kepala tiang pancang			
	3,5 MPa	7,0 MPa	10,5MPa	14,0MPa
Tiang atau pipa baja				
– Langsung pada kepala tiang	0	0	0	0
– Langsung pada kepala tiang kayu	1	1	3	5
Tiang pancang beton pracetak dengan topi setebal (75-100) mm	3	6	9	12,5
Topi baja yang mengandung paking kayu untuk tiang baja H atau tiang baja pipa	1	2	3	4
Cap Block terdiri dari 5 mm bahan fiber di antara dua pelat baja 10 mm	0,5	1	1,5	2

## 7.6.8 TIANG BOR BETON COR LANGSUNG DI TEMPAT

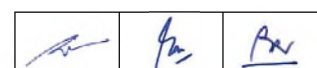
### 1) Umum

Contoh bahan yang digali harus disimpan untuk semua tiang bor. Pengujian penetrometer untuk bahan di lapangan harus dilakukan selama penggalian dan pada dasar tiang bor sesuai dengan yang diminta oleh Pengawas Pekerjaan. Pengambilan contoh bahan ini harus selalu dilakukan pada tiang bor pertama dari tiap kelompok.

### 2) Pengeboran Tiang Bor Beton

Penyedia Jasa harus menyediakan alat yang sesuai dengan jenis tanah sehingga lubang-lubang yang dibor dapat mencapai kedalaman seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau ditentukan berdasarkan pengujian hasil pengeboran. Semua lubang harus diperiksa, bilamana diameter dasar lubang kurang dari setengah diameter yang ditentukan, pekerjaan tersebut akan ditolak.

Sebelum pengecoran beton, semua lubang tersebut harus ditutup sedemikian rupa hingga keutuhan lubang dapat terjamin. Dasar selubung (*casing*) harus dipertahankan



tidak lebih dari 1,5 m dan tidak kurang dari 300 mm di bawah permukaan beton selama penarikan dan operasi penempatan, kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

Sampai kedalaman 3 m dari permukaan beton yang dicor harus digetarkan dengan alat penggetar bila menggunakan jenis beton biasa, sedangkan untuk kedalaman lebih dari 3 meter harus menggunakan beton memadat sendiri (SCC) dan tidak diperlukan penggetaran. Sebelum pengecoran, semua bahan lepas yang terdapat di dalam lubang bor harus dibersihkan. Air bekas pengeboran tidak diperbolehkan masuk ke dalam lubang.

Sebelum pengecoran, semua air yang terdapat dalam lubang bor harus dipompa keluar. Selubung (*casing*) harus digetarkan pada saat pencabutan untuk menghindari menempelnya beton pada dinding casing. Pengecoran beton dan pemasangan baja tulangan tidak diizinkan sebelum mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

### 3) Pengecoran Beton

Pengecoran beton harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 7.1 Di mana pun beton digunakan harus di cor ke dalam suatu lubang yang kering dan bersih. Beton harus di cor melalui sebuah corong dengan panjang pipa (*tremi*), seperti yang telah diuraikan dalam Pasal 7.1.4.3). Pengaliran harus diarahkan sedemikian rupa hingga beton tidak menimpa baja tulangan atau sisi-sisi lubang. Beton harus di cor secepat mungkin setelah pengeboran di mana kondisi tanah kemungkinan besar akan tidak stabil akibat terekspos. Bilamana elevasi akhir pemotongan berada di bawah elevasi muka air tanah, tekanan harus dipertahankan pada beton yang belum mengeras, sama dengan atau lebih besar dari tekanan air tanah, sampai beton tersebut selesai mengeras.

### 4) Pengecoran Beton di Bawah Air

Apabila dilakukan pengecoran beton di dalam air atau lumpur pengeboran, semua bahan lunak dan bahan lepas pada dasar lubang harus dihilangkan dan cara *tremi* yang telah disetujui harus digunakan.

Cara *tremi* harus mencakup sebuah pipa yang diisi dari sebuah corong di atasnya. Pipa harus diperpanjang sedikit di bawah permukaan beton baru dalam tiang bor sampai di atas elevasi air/lumpur.

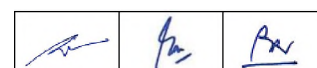
Bilamana beton mengalir keluar dari dasar pipa, maka corong harus diisi lagi dengan beton sehingga pipa selalu penuh dengan beton baru. Pipa *tremi* harus kedap air, dan harus berdiameter paling sedikit 150 mm. Sebuah sumbat harus ditempatkan di depan beton yang dimasukkan pertama kali dalam pipa untuk mencegah pencampuran beton dan air.

### 5) Penanganan Kepala Tiang Bor Beton

Pada umumnya tiang bor harus dicor sampai kira-kira satu meter di atas elevasi yang akan dipotong. Semua beton yang lepas, kelebihan dan lemah harus dikupas dari bagian puncak tiang bor dan baja tulangan yang tertinggal harus mempunyai panjang yang cukup sehingga memungkinkan pengikatan yang sempurna ke dalam balok kepala tiang (*pile cap*) atau struktur di atasnya.

### 6) Tiang Bor Beton Yang Cacat

Tiang bor harus dibentuk dengan cara dan urutan sedemikian rupa hingga dapat dipastikan bahwa tidak terdapat kerusakan yang terjadi pada tiang bor yang dibentuk





sebelumnya. Tiang bor yang cacat dan di luar toleransi harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa sesuai dengan Pasal 7.6.9.

## 7.6.9 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

### 1) Cara Pengukuran

#### a) Cerucuk

Cerucuk harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah meter panjang untuk penyediaan dan pemancangan cerucuk memenuhi garis dan elevasi yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

#### b) Dinding Turap

Dinding turap kayu, baja atau beton yang permanen, harus diukur sebagai jumlah dalam meter persegi yang dipasang memenuhi garis dan elevasi yang ditunjukkan pada Gambar atau sebagaimana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Luas dinding turap merupakan panjang turap yang diukur dari ujung turap sampai elevasi bagian puncak turap yang dipotong, dikalikan dengan panjang struktur yang diukur pada elevasi bagian puncak turap yang dipotong. Batang tarik, tiang ankur atau balok, balok ganjal dasar dan sebagainya yang ditunjukkan dalam Gambar tidak akan diukur untuk pembayaran.




Dinding turap sementara, dalam bahan apapun untuk *cofferdam*, pengendalian drainase, penahan lereng galian atau penggunaan tidak permanen lainnya tidak akan diukur untuk pembayaran, tetapi harus dianggap telah dicakup dalam berbagai mata pembayaran untuk galian, drainase, struktur dan lain-lain.

#### c) Penyediaan Tiang Pancang

Satuan pengukuran untuk pembayaran tiang pancang kayu dan beton pracetak (bertulang atau pratekan) dan tiang pancang baja harus diukur dalam meter panjang dari tiang pancang yang disediakan dalam berbagai panjang dari setiap ukuran dan jenisnya. Dalam segala hal, jenis dan panjang yang diukur adalah sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, disediakan sesuai dengan ketentuan bahan dari Spesifikasi ini dan disusun dalam kondisi baik di lapangan dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan. Panjang tiang pancang yang dibayar untuk penyediaan adalah dari ujung tiang sampai batas potong tiang (*cut off level*). Tidak ada pembayaran terhadap sisa potongan tiang atau penyediaan tiang pancang yang tidak terpasang. Kuantitas dalam meter panjang yang akan dibayar, termasuk panjang tiang uji dan tiang tarik yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, tetapi tidak termasuk panjang yang disediakan menurut pendapat Penyedia Jasa.

Tiang pancang yang disediakan oleh Penyedia Jasa, termasuk tiang uji tidak diizinkan untuk menggantikan tiang pancang yang telah diterima sebelumnya oleh Pengawas Pekerjaan, yang ternyata kemudian hilang atau rusak sebelum penyelesaian Pekerjaan selama penumpukan atau penanganan atau pemancangan, dan akan yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan untuk disingkirkan dari tempat pekerjaan atau dibuang dengan cara lain.

Bilamana perpanjangan tiang pancang diperlukan, panjang perpanjangan akan dihitung dalam meter panjang dan akan diukur untuk pembayaran.

		
---	---	---

Penyetelan, sepatu dan penyambungan bilamana diperlukan, acuan tidak akan diukur untuk pembayaran.

Bilamana Penyedia Jasa mengecor tiang pancang beton pracetak lebih panjang dari yang diperlukan, sebagaimana seluruh panjang baja tulangan untuk memudahkan pemancangan, maka tidak ada pengukuran untuk bagian beton yang harus dibongkar agar supaya batang baja tulangan itu dapat dimasukkan ke dalam struktur yang mengikatnya.

Tidak ada pembayaran terpisah untuk pasir yang digunakan sebagai bahan isian tiang pancang pipa baja sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Beton SCC sebagai isian tiang pancang diukur dan dibayar sesuai Seksi 7.1. dan baja tulangan dibayar sesuai Seksi 7.3.

d) Pemancangan Tiang Pancang

Tiang pancang kayu, baja dan beton akan diukur untuk pemancangan sebagai jumlah meter panjang dari tiang pancang yang diterima dan tertinggal dalam struktur yang telah selesai, termasuk penyambungan dengan las listrik dan lapisan anti karat pada daerah sambungan tiang tersebut.

Panjang dari masing-masing tiang pancang harus diukur dari ujung tiang pancang sampai sisi bawah balok kepala tiang (*pile cap*) untuk tiang pancang yang seluruh panjangnya masuk ke dalam tanah, atau dari ujung tiang pancang sampai permukaan tanah untuk tiang pancang yang hanya sebagian panjangnya masuk ke dalam tanah.

e) Pelaksanaan Tiang Pancang Di Tempat Yang Berair




Pengukuran untuk biaya tambahan terhadap tiang pancang yang dilaksanakan di bawah air harus dihitung dalam meter panjang yang diukur dari permukaan dasar danau, sungai atau selat sampai ke permukaan air normal rata-rata. Tidak ada pengukuran untuk pembayaran tambahan yang akan dilakukan jika kedalaman air dari dasar danau, sungai atau selat sampai ke permukaan air normal rata-rata kurang dari 50 cm.

f) Tiang Bor Beton Cor Langsung Di Tempat

Pengukuran tiang bor beton cor langsung di tempat harus merupakan jumlah aktual dalam meter panjang tiang bor yang telah selesai dibuat dan diterima sebagai suatu struktur. Panjang untuk pembayaran harus diukur dari ujung tiang bor sebagaimana yang dibuat atau disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan, sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong seperti ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang dirancang oleh Pengawas Pekerjaan.

g) Pelaksanaan Tiang Bor Beton Cor Langsung Di Tempat Yang Berair

Pengukuran untuk biaya tambahan terhadap tiang bor beton cor langsung di tempat yang dilaksanakan di bawah air harus dihitung dalam meter panjang, dari ujung tiang bor yang dirancang atau disetujui sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong bilamana kepala tiang bor berada di bawah permukaan air normal. Bilamana elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong di atas permukaan air normal, panjang yang dihitung harus dari ujung tiang bor yang dirancang atau disetujui sampai elevasi permukaan air normal.

		
---	---	---

h) Tiang Uji

Tiang uji akan diukur dengan cara yang sama, untuk penyediaan dan pemancangan seperti yang diuraikan dalam Pasal 7.6.9.1).c) dan 7.6.9.1).d) di atas.

i) Pengujian Daya Dukung dan Integritas Tiang

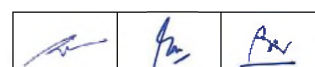
Pengujian daya dukung dan atau integritas tiang akan diukur berdasarkan jenis dan hasil akhir pelaksanaan pekerjaan yang telah ditentukan.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas yang ditentukan seperti diuraikan di atas, akan dibayar dengan Harga Kontrak per satuan pengukuran, untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan, penanganan, pemancangan, penyambungan, perpanjangan, pemotongan kepala tiang, pengecatan, perawatan, pengujian, baja tulangan atau baja pra-tegang dalam beton, penggunaan peledakan, pengeboran atau peralatan lainnya yang diperlukan untuk penetrasi ke dalam lapisan keras, dan juga termasuk hilangnya selubung (*casing*), semua tenaga kerja dan setiap peralatan yang diperlukan dan semua biaya lain yang perlu dan biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.6.(1)	Fondasi Cerucuk, Penyediaan dan Pemancangan	Meter Panjang
7.6.(2)	Dinding Turap Kayu Tanpa Pengawetan, Penyediaan dan Pemancangan	Meter Persegi
7.6.(3)	Dinding Turap Kayu Dengan Pengawetan, Penyediaan dan Pemancangan	Meter Persegi
7.6.(4)	Dinding Turap Baja, Penyediaan dan Pemancangan	Meter Persegi
7.6.(5)	Dinding Turap Beton, Penyediaan dan Pemancangan	Meter Persegi
7.6.(6)	Penyediaan Tiang Pancang Kayu Tanpa Pengawetan Ukuran ..... mm	Meter Panjang
7.6.(7)	Penyediaan Tiang Pancang Kayu Dengan Pengawetan Ukuran ..... mm	Meter Panjang
7.6.(8a)	Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm tebal 10 mm	Meter Panjang
7.6.(8b)	Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm tebal ..... mm	Meter Panjang
7.6.(8c)	Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter .... mm tebal ..... mm	Meter Panjang

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.6.(9a)	Penyediaan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran 300 mm x 300 mm x 10 mm x 15 mm	Meter Panjang
7.6.(9b)	Penyediaan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran ... mm x ... mm x ... mm x ... mm	Meter Panjang
7.6.(10a)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran 350 mm x 350 mm	Meter Panjang
7.6.(10b)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran ..... mm x ..... mm	Meter Panjang
7.6.(11a)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	Meter Panjang
7.6.(11b)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran .....mm x ..... mm	Meter Panjang
7.6.(12a)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 450 mm	Meter Panjang
7.6.(12b)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter ..... mm	Meter Panjang
7.6.(13)	Pemancangan Tiang Pancang Kayu Ukuran ..... mm	Meter Panjang
7.6.(14a)	Pemancangan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm	Meter Panjang
7.6.(14b)	Pemancangan Tiang Pancang Baja Diameter ..... mm	Meter Panjang
7.6.(15a)	Pemancangan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran 300 mm x 300 mm x 10 mm x 15 mm	Meter Panjang
7.6.(15b)	Pemancangan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran ... mm x ... mm x ... mm x ... mm	Meter Panjang
7.6.(16a)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran 350 mm x 350 mm	Meter Panjang
7.6.(16b)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran ..... mm x ..... mm	Meter Panjang
7.6.(17a)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	Meter Panjang
7.6.(17b)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran .....mm x ..... mm	Meter Panjang



Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.6.(18a)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 450 mm	Meter Panjang
7.6.(18b)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter ..... mm	Meter Panjang
7.6.(19a)	Tiang Bor Beton, diameter 800 mm	Meter Panjang
7.6.(19b)	Tiang Bor Beton, diameter ..... mm	Meter Panjang
7.6.(20)	Tambahkan Biaya untuk Nomor Mata Pembayaran 7.6.(13) s/d 7.6.(18) bila Tiang Pancang dikerjakan di Tempat Yang Berair.	Meter Panjang
7.6.(21)	Tambahkan Biaya untuk Nomor Mata Pembayaran 7.6.(19) bila Tiang Bor Beton dikerjakan di Tempat Yang Berair.	Meter Panjang
7.6.(22)	Pengujian Pembebanan Pada Tiang Dengan Diameter sampai 600 mm.	Buah
7.6.(23)	Pengujian Pembebanan Pada Tiang Dengan Diameter di atas 600 mm.	Buah
7.6 (24)	Tiang Uji jenis ... ukuran .....	Meter Panjang
7.6 (25a)	Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan beban hidrolik Cara Beban Siklik	Buah
7.6 (25b)	Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan beban hidrolik Cara Beban Bertahap	Buah
7.6 (26a)	Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan meja beban statis Cara Beban Siklik	Buah
7.6 (26b)	Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan meja beban statis Cara Beban Bertahap	Buah
7.6 (27a)	Pengujian <i>Crosshole Sonic Logging</i> (CSL) pada Tiang Bor Beton diameter ...	Buah
7.6 (27b)	Pengujian Pembebanan Dinamis Jenis PDLT ( <i>Pile Dynamic Load Testing</i> ) pada Tiang ukuran / diameter ....	Buah
7.6 (28)	Pengujian Keutuhan Tiang dengan <i>Pile Integrity Test</i> (PIT)	Buah





## SEKSI 7.7

## FONDASI SUMURAN

## 7.7.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan Fondasi Sumuran adalah elemen utama struktur dari sumuran beton yang berinteraksi langsung dengan tanah, yang berfungsi sebagai penopang akhir dan menyalurkan beban dari struktur jembatan ke tanah pendukung.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam Seksi ini harus mencakup penyediaan dan penurunan dinding sumuran yang dicor di tempat atau pracetak yang terdiri dari unit-unit beton pracetak, sesuai dengan Spesifikasi ini dan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar, atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan. Jenis dan dimensi sumuran terbuka yang digunakan akan ditunjukkan dalam Gambar.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja detail pelaksanaan fondasi sumuran untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |              |
|----|---------------------------------|--------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : Seksi 1.9  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup     | : Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                  | : Seksi 1.21 |
| e) | Galian                          | : Seksi 3.1  |
| f) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi  | : Seksi 7.1  |
| g) | Baja Tulangan                   | : Seksi 7.3  |

4) Toleransi

Pekerjaan fondasi sumuran terbuka harus memenuhi kriteria toleransi yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.1.5) dari Spesifikasi ini.

5) Standar Rujukan

Standar Rujukan seperti yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.1.6) dari Spesifikasi ini, digunakan.

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

Pengajuan kesiapan kerja seperti yang disyaratkan dalam Seksi 7.1 dan 7.3 dari Spesifikasi ini, digunakan.

7) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

Penyimpanan dan perlindungan bahan seperti yang disyaratkan dalam Seksi 7.1 dan 7.3 dari Spesifikasi ini, digunakan.

8) Kondisi Tempat Kerja

Kondisi tempat kerja seperti disyaratkan dalam Seksi 7.1 dan 7.3 dari Spesifikasi ini, digunakan.

7.7.2 **BAHAN**

Bahan yang digunakan harus sama dengan yang ditunjukkan dalam Gambar. Dinding sumuran dibuat dari beton bertulang. Pekerjaan beton dan baja tulangan harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Pasal 7.1.2 dan 7.3.2. Kecuali jika ditunjukkan lain dalam Gambar, maka mutu beton adalah  $f_c' = 20$  MPa dan mutu baja BJT 280. Kecuali jika ditunjukkan lain dalam Gambar, maka bahan pengisi Fondasi sumuran adalah beton siklop yang harus memenuhi ketentuan dalam Seksi 7.1

7.7.3 **PELAKSANAAN**1) Umum

Fondasi sumuran harus dibuat memenuhi ketentuan dimensi dan fungsinya. Penyedia Jasa harus menyediakan alat yang sesuai dengan jenis tanah sehingga penggalian tanah dapat mencapai kedalaman yang telah ditentukan atau mencapai daya dukung yang telah ditentukan. Bilamana diperlukan, Penyedia Jasa dapat melakukan penyelidikan tanah dengan tanggungan biaya sendiri.

2) Unit Beton Pracetak.

Unit beton pracetak harus dicor pada landasan pengecoran yang sebagaimana mestinya. Acuan harus memenuhi garis dan elevasi yang tepat dan terbuat dari logam. Acuan harus kedap air dan tidak boleh dibuka sebelum beton berumur minimum 3 hari setelah pengecoran atau setelah beton mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan. Unit beton pracetak yang telah selesai dikerjakan harus bebas dari segregasi, keropos, atau cacat lainnya dan harus memenuhi dimensi yang disyaratkan.




Unit beton pracetak tidak boleh digeser sebelum 7 hari setelah pengecoran, atau sampai pengujian menunjukkan bahwa beton telah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan. Unit beton pracetak tidak boleh diangkat atau dipasang sampai beton tersebut mengeras paling sedikit 14 hari setelah pengecoran, atau sampai pengujian menunjukkan bahwa beton telah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan.

3) Dinding Sumuran dari Unit Beton Pracetak

Beton pracetak yang pertama dibuat harus ditempatkan sebagai unit yang terbawah. Bilamana beton pracetak yang pertama dibuat telah diturunkan, beton pracetak berikutnya harus dipasang di atasnya dan disambung sebagaimana mestinya dengan adukan semen untuk memperoleh kekakuan dan stabilitas yang diperlukan. Penurunan dapat dilanjutkan minimum 24 jam setelah penyambungan selesai dikerjakan.

4) Dinding Sumuran Cor Di Tempat

Acuan untuk dinding sumuran yang dicor di tempat harus memenuhi garis dan elevasi yang tepat, kedap air dan tidak boleh dibuka paling sedikit 3 hari setelah pengecoran atau sampai pengujian menunjukkan bahwa beton telah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan.

		
---	---	---



Beton harus dicor dan dirawat sesuai dengan ketentuan dari Spesifikasi ini. Penurunan tidak boleh dimulai paling sedikit 7 hari setelah pengecoran atau sampai pengujian menunjukkan bahwa beton telah mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan.

5) Pengisian Sumuran dengan Beton Siklop

Beton siklop yang diisikan pada Fondasi Sumuran sesuai dengan Seksi 7.1.

6) Galian dan Penurunan

Bilamana penggalian dan penurunan fondasi sumuran dilaksanakan, perhatian khusus harus diberikan untuk hal-hal berikut ini :

- a) Semua pekerjaan harus dilaksanakan dengan aman, teliti, mematuhi undang-undang keselamatan kerja, dan sebagainya.
- b) Penggalian hanya boleh dilanjutkan bilamana penurunan telah dilaksanakan dengan tepat dengan memperhatikan pelaksanaan dan kondisi tanah. Gangguan, pergeseran dan guncangan pada dinding sumuran harus dihindarkan selama penggalian.
- c) Dinding sumuran dapat diturunkan dengan cara akibat beratnya sendiri, dengan menggunakan beban tambahan (*superimposed loads*), dan mengurangi ketahanan geser (*frictional resistance*), dan sebagainya atau dapat juga dengan melakukan pengecoran langsung pada galian terbuka apabila disarankan dalam Gambar dengan menggunakan acuan sesuai dengan dimensi, dengan memperhatikan kecukupan *bearing capacity* sesuai kondisi tanah terganggu. Pengembalian kondisi galian terbuka ke kondisi permukaan tanah semula harus dilaksanakan dengan memperhatikan ketentuan dalam Seksi 1.17 dari Spesifikasi ini
- d) Dinding sumuran tidak boleh langsung diletakkan ke dalam lubang galian, kecuali ditentukan dalam Gambar.




e) Sumbat Dasar Sumuran

Dalam pembuatan sumbat dasar sumuran, perhatian khusus harus diberikan untuk hal-hal berikut ini :

- i) Pengecoran beton dalam air umumnya harus dilaksanakan dengan cara tremi atau pompa beton setelah yakin bahwa tidak terdapat fluktuasi muka air dalam sumuran
- ii) Air dalam sumuran umumnya tidak boleh dikeluarkan setelah pengecoran beton untuk sumbat dasar sumuran.

f) Pengisian Sumuran

Sumuran harus diisi dengan beton siklop  $f_c' 15$  MPa yang dicorkan di atas lapisan beton kedap air mutu  $f_c' 25$  MPa dengan tebal minimum 150 mm, sampai elevasi satu meter di bawah telapak fondasi. Sisa satu meter tersebut harus diisi dengan beton  $f_c' 20$  MPa, atau sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar.

		
---	---	---

g) Pekerjaan Dinding Penahan Rembesan (Cut-Off Wall Work)

Dinding penahan rembesan (*cut-off wall*) harus kedap air dan harus mampu menahan gaya-gaya dari luar seperti tekanan tanah dan air selama proses penurunan dinding sumuran, dan harus ditarik setelah pelaksanaan sumuran selesai dikerjakan

h) Pembongkaran Bagian Atas Sumuran Terbuka

Bagian atas dinding sumuran yang telah terpasang yang lebih tinggi dari sisi dasar Fondasi telapak harus dibongkar. Pembongkaran harus dilaksanakan dengan menggunakan alat pemecah bertekanan (*pneumatic breakers*). Peledakan tidak boleh digunakan dalam setiap pembongkaran ini.

Baja tulangan yang diperpanjang masuk ke dalam Fondasi telapak harus mempunyai panjang paling sedikit 40 kali diameter tulangan.

i) Pengendalian Keselamatan

Dalam melaksanakan pembuatan Fondasi sumuran, standar keselamatan yang tinggi harus digunakan untuk para tenaga kerja dengan ketat mematuhi undang-undang dan peraturan yang berkaitan.

#### 7.7.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas penyediaan dan penurunan dinding sumuran yang akan diukur untuk pembayaran, harus jumlah panjang sumuran terpasang dalam meter yang diukur dari tumit sumuran sampai sisi dasar fondasi telapak.




Tidak ada pengukuran terpisah untuk pembayaran yang akan dilakukan untuk penggalian, pemompaan, acuan dan setiap pekerjaan sementara untuk pembuatan sumuran, di mana semua pekerjaan tersebut dipandang telah termasuk dalam pengukuran dan pembayaran sumuran.

Isian beton kedap air dan beton siklop pada Fondasi sumuran akan diukur berdasarkan beton terpasang sesuai dengan ketentuan Seksi 7.1. dengan mata pembayaran sesuai Seksi 7.1.

2) Dasar Pembayaran

Pembayaran untuk yang disebutkan di atas harus dilakukan dengan Harga Satuan Kontrak menurut Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan semua pekerja, bahan, peralatan, perkakas, galian untuk penurunan termasuk pembuangan bahan yang digali, pembongkaran (jika diperlukan) bagian atas sumuran untuk memperoleh elevasi yang disyaratkan, penghubung, sambungan dan semua pekerjaan kecil dan sementara yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Pembayaran untuk beton kedap air dengan mutu  $f_c' 25$  Mpa, beton siklop, dan beton setinggi satu meter di bawah telapak fondasi dengan mutu  $f_c' 20$  MPa akan dibayar sesuai dengan mata pembayaran pada Seksi 7.1.

		
---	---	---

Pembayaran untuk besi ankur yang menghubungkan sumuran dengan telapak fondasi akan dibayar sesuai dengan mata pembayaran pada Seksi 7.3.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.7.(1)	Dinding Sumuran Silinder terpasang, Diameter .....	Meter Panjang



## SEKSI 7.8

## ADUKAN MORTAR SEMEN

## 7.8.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini harus mencakup pembuatan dan pemasangan adukan semen yang berupa mortar untuk penggunaan dalam beberapa pekerjaan dan sebagai pekerjaan akhir permukaan pada pasangan batu atau struktur lain sesuai dengan Spesifikasi ini.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                   |   |            |
|----|-----------------------------------|---|------------|
| a) | Pengamanan Lingkungan Hidup       | : | Seksi 1.17 |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja   | : | Seksi 1.19 |
| c) | Manajemen Mutu                    | : | Seksi 1.21 |
| d) | Pasangan Batu Dengan Mortar       | : | Seksi 2.2  |
| e) | Gorong-gorong dan Drainase Beton  | : | Seksi 2.3  |
| f) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi    | : | Seksi 7.1  |
| g) | Pasangan Batu                     | : | Seksi 7.9  |
| h) | Pasangan Batu Kosong dan Bronjong | : | Seksi 7.10 |

3) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI) :

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 0302:2014    | : | Semen Portland Pozolan  |
| SNI 2049:2015    | : | Semen Portland  |
| SNI 03-6378-2000 | : | Spesifikasi kapur hidrat untuk keperluan pasangan batu                                  |
| SNI 03-6820-2002 | : | Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen |
| SNI 7064:2014    | : | Semen Portland Komposit   |




ASTM :

- |              |   |  |
|--------------|---|--|
| ASTM C476-16 | : | <i>Mortar and Grout for Reinforcement of Masonry</i> |
|--------------|---|--|

## 7.8.2 BAHAN DAN CAMPURAN

1) Bahan

- a) Semen harus memenuhi ketentuan dalam pasal 7.1.2.1) Spesifikasi ini.
- b) Agregat halus harus memenuhi ketentuan dalam SNI 03-6820-2002.
- c) Kapur tohor harus memenuhi ketentuan dalam jumlah residu, letupan dan lekukan (*popping & pitting*), dan penahan air sisa untuk kapur jenis N dalam SNI 03-6378-2000
- d) Air harus memenuhi ketentuan dalam Pasal 7.1.2.2) dari Spesifikasi ini.

		
---	---	---

2) Campurana) Adukan Mortar Semen untuk Pekerjaan Akhir dan Perbaikan.

Adukan yang digunakan untuk pekerjaan akhir atau perbaikan kerusakan pada pekerjaan beton, sesuai dengan Pasal yang bersangkutan dari Spesifikasi ini, harus terdiri dari semen dan pasir halus yang dicampur dalam proporsi yang sama dalam beton yang sedang dikerjakan atau diperbaiki. Adukan mortar yang disiapkan harus memiliki kuat tekan yang memenuhi ketentuan yang disyaratkan untuk beton di mana adukan mortar semen dipakai. Untuk keperluan perbaikan beton atau pekerjaan pemasangan pada bagian yang berhubungan langsung dengan elemen struktural, adukan mortar semen harus memiliki sifat tahan susut.

b) Adukan Mortar Semen untuk Pasangan

Kecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan, adukan mortar semen untuk pasangan harus mempunyai kuat tekan paling sedikit  $50 \text{ kg/cm}^2$  (4,5 MPa) pada umur 28 hari dengan benda uji mortar  $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ . Dalam adukan semen tersebut kapur tohor dapat ditambahkan sebanyak 10% berat semen.

7.8.3 **PENCAMPURAN DAN PEMASANGAN**1) Pencampuran untuk pekerjaan pasangan

a) Seluruh bahan kecuali air harus dicampur, baik dalam kotak yang rapat atau dalam alat pencampur adukan yang disetujui, sampai campuran menunjukkan warna yang merata, kemudian air ditambahkan dan pencampuran dilanjutkan lima sampai sepuluh menit. Jumlah air harus sedemikian sehingga menghasilkan adukan dengan konsistensi (kekentalan) yang diperlukan tetapi tidak boleh melebihi 70 % dari berat semen yang digunakan.

b) Adukan mortar semen dicampur hanya dalam kuantitas yang diperlukan untuk penggunaan langsung. Bilamana diperlukan, adukan mortar semen boleh diaduk kembali dengan air dalam waktu 30 menit dari proses pengadukan awal. Pengadukan kembali setelah waktu tersebut tidak diperbolehkan.




c) Adukan mortar semen yang tidak boleh digunakan dalam waktu 45 menit setelah air ditambahkan dan harus dibuang.

2) Pencampuran untuk pekerjaan perbaikan

Seluruh bahan kecuali air harus dicampur, baik dalam kotak yang rapat atau dalam alat pencampur adukan yang disetujui, sampai campuran menunjukkan warna yang merata, kemudian air ditambahkan dan pencampuran dilanjutkan lima sampai sepuluh menit. Jumlah air harus sedemikian sehingga menghasilkan adukan dengan konsistensi (kekentalan) yang diperlukan dengan perbandingan air semen yang menghasilkan kekuatan setara dengan bagian beton yang diperbaiki.

3) Pemasangan

a) Permukaan yang akan menerima adukan mortar semen harus dibersihkan dari minyak atau lempung atau bahan terkontaminasi lainnya dan telah dibasahi

		
---	---	---




sampai merata sebelum adukan mortar semen ditempatkan. Air yang tergenang pada permukaan harus dikeringkan sebelum penempatan adukan mortar semen.

- b) Bilamana digunakan sebagai lapis permukaan, adukan mortar semen harus ditempatkan pada permukaan yang bersih dan lembab dengan jumlah yang cukup sehingga menghasilkan tebal adukan mortar minimum 1,5 cm, dan harus dibentuk menjadi permukaan yang halus dan rata.
- 4) Penyelesaian akhir
- a) Segera setelah pekerjaan pemasangan adukan mortar selesai, permukaan harus segera ditutup dengan kain/goni basah dan harus dijaga tetap basah selama 4 hari.
  - b) Setelah semua pekerjaan selesai, semua sisa bahan (*debris*) yang masih menempel harus dibersihkan dari tempat kerja.

#### 7.8.4

#### DASAR PEMBAYARAN

Adukan mortar atau pasta semen tidak akan diukur untuk pembayaran yang terpisah. Pekerjaan ini harus dianggap sebagai pelengkap terhadap berbagai jenis pekerjaan yang diuraikan dalam Spesifikasi ini dan biaya dari pekerjaan telah termasuk dalam Harga Kontrak yang telah dimasukkan dalam berbagai mata pembayaran.

		
---	---	---





## SEKSI 7.9

## PASANGAN BATU

## 7.9.1 UMUM

1) Uraian

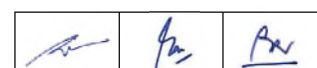
- a) Pekerjaan ini harus mencakup pembuatan struktur yang ditunjukkan dalam Gambar atau seperti yang diperintahkan Pengawas Pekerjaan, yang dibuat dari Pasangan Batu. Pekerjaan harus meliputi pemasokan semua bahan, penyiapan seluruh formasi atau fondasi termasuk galian dan seluruh pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan struktur sesuai dengan Spesifikasi ini dan memenuhi garis, ketinggian, potongan dan dimensi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan secara tertulis oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) Umumnya, pasangan batu harus digunakan hanya untuk struktur seperti dinding penahan tanah, talud, gorong-gorong pelat, dan tembok kepala gorong-gorong besar dari pasangan batu yang digunakan untuk menahan beban luar yang cukup besar. Bilamana fungsi utama suatu pekerjaan sebagai penahan gerusan, bukan sebagai penahan beban, seperti lapisan selokan, lubang penangkap, lantai gorong-gorong (*spillway apron*) atau pekerjaan pelindung lainnya pada lereng atau di sekitar ujung gorong-gorong, maka Pasangan Batu dengan Mortar (*Mortared Stonework*) atau pasangan batu kosong yang diisi (*grouted rip rap*) seperti yang disyaratkan masing-masing dalam Seksi 2.2 dan 7.10, akan digunakan untuk pekerjaan ini.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja detail pelaksanaan pasangan batu untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                   |              |
|----|-----------------------------------|--------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan            | : Seksi 1.9  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup       | : Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja   | : Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                    | : Seksi 1.21 |
| e) | Selokan dan Saluran Air           | : Seksi 2.1  |
| f) | Pasangan Batu Dengan Mortar       | : Seksi 2.2  |
| g) | Gorong-gorong dan Drainase Beton  | : Seksi 2.3  |
| h) | Drainase Porous                   | : Seksi 2.4  |
| i) | Galian                            | : Seksi 3.1  |
| j) | Timbunan                          | : Seksi 3.2  |
| k) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi    | : Seksi 7.1  |
| l) | Adukan Semen                      | : Seksi 7.8  |
| m) | Pasangan Batu Kosong dan Bronjong | : Seksi 7.10 |
| n) | Pemeliharaan Kinerja Jalan        | : Seksi 10.1 |



- 4) Toleransi Dimensi, Pengaluan Kesiapan Kerja, Persetujuan, Jadwal Kerja, Kondisi Tempat Kerja, Perbaikan Atas Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan atau Rusak

Ketentuan yang disyaratkan untuk pekerjaan pasangan batu dengan mortar dalam Seksi 2.2 dari Spesifikasi ini harus digunakan.

## 7.9.2 BAHAN

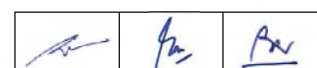
- 1) Batu
- a) Batu harus bersih, keras, tanpa bagian yang tipis atau retak dan harus dari jenis yang diketahui awet. Bila perlu, batu harus dibentuk untuk menghilangkan bagian yang tipis atau lemah. Batu yang terdiri dari bahan yang porous atau batu kulit harus ditolak.
  - b) Batu harus lancip atau lonjong bentuknya dan dapat ditempatkan saling mengunci bila dipasang bersama-sama.
  - c) Ukuran batu dalam arah manapun tidak boleh kurang dari 15 cm.
- 2) Adukan Mortar Semen

Adukan mortar semen haruslah adukan mortar semen yang memenuhi kebutuhan dari Seksi 7.8 dari Spesifikasi ini.

- 3) Drainase Porous
- Bahan untuk membentuk landasan, lubang sulingan atau kantung penyaring untuk pekerjaan pasangan batu harus memenuhi kebutuhan dari Seksi 2.4 dari Spesifikasi ini.

## 7.9.3 PELAKSANAAN PASANGAN BATU

- 1) Persiapan Fondasi
- a) Fondasi untuk struktur pasangan batu harus disiapkan sesuai dengan syarat untuk Seksi 3.1, Galian.
  - b) Terkecuali disyaratkan lain atau ditunjukkan pada Gambar, dasar fondasi untuk struktur dinding penahan harus tegak lurus, atau bertangga yang juga tegak lurus terhadap muka dari dinding. Untuk struktur lain, dasar fondasi harus mendatar atau bertangga yang juga horisontal.
  - c) Lapis landasan yang rembes air (*permeable*) dan kantung penyaring harus disediakan bilamana disyaratkan sesuai dengan ketentuan dalam Seksi 2.4, Drainase Porous.
  - d) Bilamana ditunjukkan dalam Gambar, atau yang diminta lain oleh Pengawas Pekerjaan, suatu fondasi beton mungkin diperlukan. Beton yang digunakan harus memenuhi ketentuan dari Seksi 7.1 dari Spesifikasi ini.



2) Pemasangan Batu

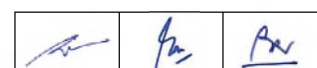
- a) Landasan dari adukan mortar semen baru paling sedikit 3 cm tebalnya harus dipasang pada fondasi yang disiapkan sesaat sebelum penempatan masing-masing batu pada lapisan pertama. Batu besar pilihan harus digunakan untuk lapis dasar dan pada sudut-sudut. Perhatian harus diberikan untuk menghindari pengelompokan batu yang berukuran sama.
- b) Batu harus dipasang dengan muka yang terpanjang mendatar dan muka yang tampak harus dipasang sejajar dengan muka dinding dari batu yang terpasang.
- c) Batu harus ditangani sedemikian hingga tidak menggeser atau memindahkan batu yang telah terpasang. Peralatan yang cocok harus disediakan untuk pemasangan batu yang lebih besar dari ukuran yang dapat ditangani oleh dua orang. Menggelindingkan atau menggulingkan batu pada pekerjaan yang baru dipasang tidak diperkenankan.

3) Penempatan Adukan Mortar Semen

- a) Sebelum pemasangan, batu harus dibersihkan dan dibasahi sampai merata dan dalam waktu yang cukup untuk memungkinkan penyerapan air mendekati titik jenuh. Landasan yang akan menerima setiap batu juga harus dibasahi dan selanjutnya landasan dari adukan harus disebar pada sisi batu yang bersebelahan dengan batu yang akan dipasang.
- b) Tebal dari landasan adukan mortar semen harus pada rentang antara 2 cm sampai 5 cm dan merupakan kebutuhan minimum untuk menjamin bahwa seluruh rongga antara batu yang dipasang terisi penuh.
- c) Banyaknya adukan mortar semen untuk landasan yang ditempatkan pada suatu waktu haruslah dibatasi sehingga batu hanya dipasang pada adukan mortar semen baru yang belum mengeras. Bilamana batu menjadi longgar atau lepas setelah adukan mortar semen mencapai pengerasan awal, maka batu tersebut harus dibongkar, dan adukannya dibersihkan dan batu tersebut dipasang lagi dengan adukan mortar semen yang baru.

4) Ketentuan Lubang Sulingan dan Delatasi

- a) Dinding dari pasangan batu harus dilengkapi dengan lubang sulingan. Kecuali ditunjukkan lain pada Gambar atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, lubang sulingan harus ditempatkan dengan jarak antara tidak lebih dari 2 m dari sumbu satu ke sumbu lainnya dan harus berdiameter 50 mm.
- b) Pada struktur panjang yang menerus seperti dinding penahan tanah, maka delatasi harus dibentuk untuk panjang struktur tidak lebih dari 20 m. Delatasi harus 30 mm lebarnya dan harus diteruskan sampai seluruh tinggi dinding. Batu yang digunakan untuk pembentukan sambungan harus dipilih sedemikian rupa sehingga membentuk sambungan tegak yang bersih dengan dimensi yang disyaratkan di atas.
- c) Timbunan di belakang delatasi haruslah dari bahan Drainase Porous berbutir kasar dengan gradasi menerus yang dipilih sedemikian hingga tanah yang ditahan tidak dapat hanyut jika melewatinya, juga bahan Drainase Porous tidak hanyut melewati sambungan.

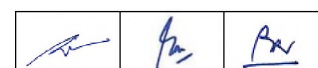


- 5) Pekerjaan Akhir Pasangan Batu
- a) Sambungan antar batu pada permukaan harus dikerjakan hampir rata dengan permukaan pekerjaan, tetapi tidak sampai menutup batu, sebagaimana pekerjaan dilaksanakan.
  - b) Terkecuali disyaratkan lain, permukaan horisontal dari seluruh pasangan batu harus dikerjakan dengan tambahan adukan mortar semen tahan cuaca setebal 2 cm, dan dikerjakan sampai permukaan tersebut rata, mempunyai lereng melintang yang dapat menjamin pengaliran air hujan, dan sudut yang dibulatkan. Lapisan tahan cuaca tersebut harus dimasukkan ke dalam dimensi struktur yang disyaratkan.
  - c) Segera setelah batu ditempatkan, dan sewaktu adukan mortar semen masih baru, seluruh permukaan batu harus dibersihkan dari bekas adukan.
  - d) Permukaan yang telah selesai harus dirawat seperti yang disyaratkan untuk Pekerjaan Beton dalam Pasal 7.1.5.4) dari Spesifikasi ini.
  - e) Bilamana pekerjaan pasangan batu yang dihasilkan cukup kuat, dan dalam waktu yang tidak lebih dini dari 14 hari setelah pekerjaan pasangan selesai dikerjakan, penimbunan kembali harus dilaksanakan seperti disyaratkan, atau seperti diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan, sesuai dengan ketentuan yang berkaitan dengan Seksi 3.2, Timbunan, atau Seksi 2.4, Drainase Porous.
  - f) Lereng yang bersebelahan dengan bahu jalan harus dipangkas dan untuk memperoleh bidang antar muka rapat dan halus dengan pasangan batu sehingga akan memberikan drainase yang lancar dan mencegah gerusan pada tepi pekerjaan pasangan batu.

#### 7.9.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

- 1) Pengukuran untuk Pembayaran
  - a) Pasangan batu harus diukur untuk pembayaran dalam meter kubik sebagai volume pekerjaan yang diselesaikan dan diterima, dihitung sebagai volume teoritis yang ditentukan oleh garis dan penampang yang disyaratkan dan disetujui.
  - b) Setiap bahan yang dipasang sampai melebihi volume teoritis yang disetujui harus tidak diukur atau dibayar.
  - c) Landasan rembes air (*permeable bedding*), penimbunan kembali dengan bahan porous atau kantung penyaring harus diukur dan dibayar sebagai Drainase Porous, seperti yang disebutkan dalam Pasal 2.4.4 dari Spesifikasi ini. Tidak ada pengukuran atau pembayaran terpisah yang harus dilakukan untuk penyediaan atau pemasangan lubang sulingan atau pipa, juga tidak untuk acuan lainnya.
  - d) Pekerjaan galian untuk menyiapkan fondasi struktur pasangan batu sebagaimana yang diuraikan pada Pasal 7.9.3.1.)a) tidak diukur untuk pembayaran secara terpisah.
- 2) Dasar Pembayaran

Kuantitas, ditentukan sebagaimana diuraikan di atas, harus dibayar dengan Harga Kontrak per satuan dari pengukuran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan



ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan dan pemasangan semua bahan, dan persiapan seluruh formasi atau fondasi termasuk galian, untuk pembuatan lubang sulingan dan sambungan konstruksi, untuk pemompaan air, dan pekerjaan akhir dan untuk semua pekerjaan lainnya atau biaya lain yang diperlukan atau lazim untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Pasal ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.9.(1)	Pasangan Batu	Meter Kubik



## SEKSI 7.10

## PASANGAN BATU KOSONG DAN BRONJONG

## 7.10.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan baik batu yang diisikan ke dalam bronjong kawat (*gabion*), pasangan batu kosong (*non-grouted rip rap*), maupun pasangan batu kosong yang diisi adukan mortar (*grouted rip rap*) pada landasan yang disetujui sesuai dengan detail yang ditunjukkan dalam pada Gambar dan memenuhi Spesifikasi ini.

Pemasangan harus dilakukan pada tebing sungai, lereng timbunan, lereng galian, dan permukaan lain yang terdiri dari bahan yang mudah tererosi di mana perlindungan terhadap erosi dikehendaki.

2) Gambar Kerja

Sebelum memulai pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar Kerja detail pelaksanaan pasangan batu kosong dan/atau bronjong untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

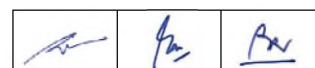
- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : | Seksi 1.9  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup     | : | Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                  | : | Seksi 1.21 |
| e) | Selokan dan Saluran Air         | : | Seksi 2.1  |
| f) | Drainase Porous                 | : | Seksi 2.4  |
| g) | Galian                          | : | Seksi 3.1  |
| h) | Timbunan                        | : | Seksi 3.2  |

4) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI) :

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| SNI 03-0090-1999 | : | Bronjong kawat   |
| SNI 2417:2008    | : | Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.  |
| SNI 03-3046-1992 | : | Kawat bronjong dan bronjong berlapis PVC (Polivinil chlorida)  |
|                  | : | ⋮  |
|                  | : | ⋮  |
| SNI 03-6154-1999 | : | Kawat bronjong   |
| SNI 07-6443-2000 | : | Metode pengujian untuk menentukan daerah lapisan seng paling tipis dengan cara preece pada besi atau baja yang digalvanis. |

ASTM :

- |              |   |   |
|--------------|---|---|
| ASTM B117-16 | : | <i>Operating Salt Spray (Fog) Apparatus</i> |
|--------------|---|---|



- 5) Pengaiuan Kesiapan Kerja
- a) Dua contoh batu untuk pasangan batu kosong (*rip rap*) dengan lampiran hasil pengujian seperti yang disyaratkan dalam Pasal 7.10.2.2) di bawah.
  - b) Contoh dari keranjang kawat dengan sertifikat dari pabrik bila ada.

## 7.10.2 BAHAN

### 1) Kawat Bronjong

Harus memenuhi salah satu dari SNI berikut ini : SNI 03-6154-1999, SNI 03-0090-1999, atau SNI 03-3046-1992.

- a) Karakteristik kawat bronjong adalah :

Tulangan tepi, diameter	:	min. 3,4 mm
Jaringan, diameter	:	min. 2,7 mm
Pengikat, diameter	:	min. 2,0 mm
Kuat Tarik	:	41 kg/mm <sup>2</sup>
Perpanjangan diameter	:	10% (minimum)

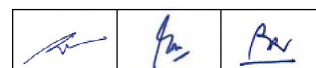
Anyaman : Anyaman haruslah merata berbentuk segi enam yang teranyam dengan tiga lilitan dengan lubang kira-kira 80 mm x 100 mm yang dibuat sedemikian rupa hingga tidak lepas-lepas dan dirancang untuk diperoleh kelenturan dan kekuatan yang diperlukan. Keliling tepi dari anyaman kawat harus diikat pada kerangka bronjong sehingga sambungan-sambungan yang diikatkan pada kerangka harus sama kuatnya seperti pada badan anyaman.

- b) Keranjang haruslah merupakan unit tunggal dan disediakan dengan dimensi yang disyaratkan dalam Gambar atau sesuai petunjuk Pengawas Pekerjaan dan dibuat sedemikian sehingga dapat dikirim ke lapangan sebelum diisi dengan batu.
  - c) Jenis lapisan kawat pada bronjong yang digunakan harus sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Gambar dengan memperhatikan kondisi lingkungan dan umur rencana.
  - d) Untuk menahan perpindahan tanah setempat tanpa terjadinya penyumbatan dalam jangka panjang maka geotekstil jenis filter sesuai dengan ketentuan Seksi 3.5 dari Spesifikasi ini harus digunakan.
- 2) Batu

Batu untuk pasangan batu kosong dan bronjong harus terdiri dari batu yang keras dan awet dengan sifat sebagai berikut :

- a) Keausan agregat dengan mesin Los Angeles harus kurang dari 40%.
- b) Berat jenis kering lebih besar dari 2,3.
- c) Penyerapan Air tidak lebih besar dari 4%.

Kekekalan bentuk agregat terhadap natrium sulfat atau magnesium sulfat dalam pengujian 5 siklus (daur) kehilangannya masing-masing harus kurang dari 12% atau 18%.





Batu untuk pasangan batu kosong haruslah bersudut tajam, memiliki dimensi minimum 200 mm. Pengawas Pekerjaan dapat memerintahkan batu yang ukurannya lebih besar jika kecepatan aliran sungai cukup tinggi.

3) Landasan

Landasan haruslah dari bahan drainase porous seperti yang disyaratkan dalam Pasal 2.4.2.1), dengan gradasi yang dipilih sedemikian hingga tanah fondasi tidak dapat hanyut melewati bahan landasan dan juga bahan landasan tidak hanyut melewati pasangan batu kosong atau bronjong.

4) Adukan Mortar Pengisi (Grout)

Adukan mortar pengisi untuk pasangan batu kosong yang diberikan harus adukan mortar semen dengan kekuatan (5 MPa seperti yang disyaratkan dalam Pasal 7.8.2.2b). dari Spesifikasi ini.

### 7.10.3 PELAKSANAAN

1) Persiapan

Galian harus memenuhi ketentuan dari Seksi 3.1, Galian, termasuk kunci pada tumit yang diperlukan untuk pasangan batu kosong dan bronjong. Landasan harus dipasang sesuai dengan Pasal 2.4.3 dari Spesifikasi ini. Seluruh permukaan yang disiapkan harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sebelum penempatan pasangan batu kosong atau bronjong.

2) Penempatan Bronjong

a) Keranjang bronjong harus dibentangkan dengan kuat untuk memperoleh bentuk serta posisi yang benar dengan menggunakan batang penarik atau ulir penarik kecil sebelum pengisian batu ke dalam kawat bronjong. Sambungan antara keranjang haruslah sekuat seperti anyaman itu sendiri. Setiap segi enam harus menerima paling sedikit dua lilitan kawat pengikat dan kerangka bronjong antara segi enam tepi paling sedikit satu lilitan. Paling sedikit 15 cm kawat pengikat harus ditinggalkan sesudah pengikatan terakhir dan dibengkokkan ke dalam keranjang.

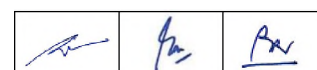
b) Batu harus dimasukkan satu demi satu sehingga diperoleh kepadatan maksimum dan rongga seminimal mungkin. Bilamana tiap bronjong telah diisi setengah dari tingginya, dua kawat pengaku horinsontal dari muka ke belakang harus dipasang. Keranjang selanjutnya diisi sedikit berlebihan agar terjadi penurunan (*settlement*). Sisi luar batu yang berhadapan dengan kawat harus mempunyai permukaan yang rata dan bertumpu pada anyaman.

c) Setelah pengisian, tepi dari tutup harus dibentangkan dengan batang penarik atau ulir penarik pada permukaan atasnya dan diikat.

d) Bilamana keranjang dipasang satu di atas yang lainnya, sambungan vertikal harus dibuat berselang seling.

3) Penempatan Pasangan Batu Kosong

Terkecuali diletakkan untuk membentuk lantai (*apron*) mendatar, pasangan batu kosong harus dimulai dengan penempatan lapis pertama dari batu yang paling besar dalam galian parit di tumit lereng. Batu harus ditempatkan dengan mobil derek (*crane*) atau dengan



tangan sesuai dengan panjang, tebal dan kedalaman yang diperlukan. Selanjutnya batu harus ditempatkan pada lereng sedemikian hingga dimensi yang paling besar tegak lurus terhadap permukaan lereng, jika tidak maka dimensi yang demikian akan lebih besar dari tebal dinding yang disyaratkan. Pembentukan batu tidak diperlukan bilamana batu-batu tersebut telah bersudut, tetapi pemasangan harus menjamin bahwa struktur dibuat sepadat mungkin dan batu terbesar berada di bawah permukaan air tertinggi. Batu yang lebih besar harus juga ditempatkan pada bagian luar dari permukaan pasangan batu kosong yang telah selesai.

4) Penimbunan Kembali

Seperti ketentuan dari Seksi 3.2, Timbunan.

5) Penempatan Pasangan Batu Kosong yang Diisi Adukan

Seluruh permukaan batu harus dibersihkan dan dibasahi sampai jenuh sebelum ditempatkan. Beton harus diletakkan di atas batu yang telah dipasang sebelumnya selanjutnya batu yang baru akan diletakkan di atasnya. Batu harus ditanamkan secara kokoh pada lereng dan dipadatkan sehingga bersinggungan dengan batu-batu yang berdekatan sampai membentuk ketebalan pasangan batu kosong yang diperlukan.

Celah-celah antar batu dapat diisi sebagian dengan batu baji atau batu-batu kecil, sedemikian hingga sisa dari rongga-rongga tersebut harus diisi dengan beton sampai padat dan rapi dengan ketebalan tidak lebih dari 10 mm dari permukaan batu-batu tersebut.

Lubang sulingan (*weep holes*) harus dibuat sesuai dengan yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

Pekerjaan ini harus dilengkapi peneduh dan dilembabi selama tidak kurang dari 3 hari setelah selesai dikerjakan.




#### 7.10.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Cara Pengukuran

Kuantitas yang diukur untuk pembayaran haruslah jumlah meter kubik dari bronjong atau pasangan batu kosong lengkap di tempat dan diterima. Dimensi yang digunakan untuk menghitung kuantitas ini haruslah dimensi nominal dari masing-masing keranjang bronjong atau pasangan batu kosong seperti yang diuraikan dalam Gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas, yang ditentukan seperti diuraikan di atas, harus dibayar pada Harga Kontrak per satuan pengukuran, untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga di mana harga dan pembayaran tersebut haruslah merupakan kompensasi penuh untuk seluruh galian guna penyiapan seluruh formasi dan fondasi, untuk pemasokan, pembuatan, penempatan semua bahan, termasuk semua pekerja, peralatan, perkakas, pengujian dan pekerjaan lain yang diperlukan untuk penyelesaian yang memenuhi ketentuan dari pekerjaan seperti yang diuraikan dalam Gambar dan Spesifikasi ini.

		
---	---	---

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.10.(1)	Pasangan Batu Kosong yang Diisi Adukan	Meter Kubik
7.10.(2)	Pasangan Batu Kosong	Meter Kubik
7.10.(3a)	Bronjong dengan Kawat yang dilapisi Galvanis	Meter Kubik
7.10.(3b)	Bronjong dengan Kawat yang dilapisi PVC	Meter Kubik
7.10.(4)	Tambahkan Biaya untuk Anyaman Penulangan Tanah dengan Kawat yang dilapisi PVC	Meter Persegi



## SEKSI 7.11

SAMBUNGAN SIAR MUAI (*EXPANSION JOINT*)

## 7.11.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini akan terdiri dari pemasokan dan pemasangan sambungan siar muai lantai yang terbuat dari logam atau elastomer atau tipe *asphaltic plug*, dan setiap bahan pengisi (*filler*) dan penutup (*sealer*), untuk sambungan antar struktur baik dalam arah memanjang maupun melintang, sesuai dengan Gambar dan sebagaimana diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup           | : | Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                        | : | Seksi 1.21 |
| e) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi        | : | Seksi 7.1  |
| f) | Beton Pratekan                        | : | Seksi 7.2  |

3) Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok, kecakapan kerja dan hasil akhir harus dipantau dan diawasi seperti yang dirinci dalam Standar Rujukan dalam Pasal 7.11.1.4).

4) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI):

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| SNI ISO 188:2012 | : | Karet, vulkanisat atau termoplastik – Pengujian keusangan yang dipercepat dan ketahanan panas (ISO 188:2011, IDT). |
| SNI 1969:2016    | : | Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.   |
| SNI 03-4426-1997 | : | Metode pengujian ketahanan agregat dengan alat tumbuk  |
| SNI 03-4432-1997 | : | Spesifikasi karet spon siap pakai sebagai bahan pengisi siar muai pada perkerasan beton dan konstruksi bangunan.   |
| SNI 03-4814-1998 | : | Spesifikasi bahan penutup sambungan beton tipe elastis tuang panas   |
| SNI 03-4815-1998 | : | Spesifikasi pengisi siar muai siap pakai untuk perkerasan dan bangunan beton.                                      |
| SNI 06-4889-1998 | : | Penentuan pampatan tetap karet vulkanisat atau karet termoplastik.   |
| SNI 06-4892-1998 | : | Penentuan kuat rekat antara logam dengan karet vulkanisat - Metode satu pelat                                      |
| SNI 06-4894-1998 | : | Ketahanan karet vulkanisat atau karet termoplastik terhadap keretakan oleh ozon (uji peregangan statik).           |
| SNI 06-4966-1999 | : | Penentuan sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan karet termoplastik.                          |
| SNI 06-4999-1999 | : | Penentuan kekerasan karet vulkanisat dengan menggunakan durometer shore.   |
| SNI 7396:2008    | : | Spesifikasi <i>Asphaltic plug joint</i> untuk jembatan   |

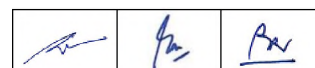
SE No.11/SE/M/2005 : Pedoman Perencanaan Sambungan Siar Muai pada Lantai Jembatan

AASHTO :

- AASHTO M102M/102-06(2011) : *Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use.*  
 AASHTO LRFD 2014 : *Bridge Design Specifications, Section 14*

ASTM:

- ASTM C639-15 : *Standard Test Method for Rheological (Flow) Properties of Elastomeric Sealants.*  
 ASTM C661-15 : *Standard Test Method for Indentation Hardness of Elastomeric-Type Sealants by Means of a Durometer.*  
 ASTM C679-15 : *Standard Test Method for Tack-Free Time of Elastomeric Sealants.*  
 ASTM C793-05(2017) : *Standard Test Method for Effects of Laboratory Accelerated Weathering on Elastomeric Joint Sealants.*  
 ASTM D36/D36M-14e1 : *Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus).*  
 ASTM D113-17 : *Standard Test Method for Ductility of Asphalt Materials.*  
 ASTM D412-16 : *Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension.*  
 ASTM D471-16a : *Standard Test Method for Rubber Property—Effect of Liquids.*  
 ASTM D573-04(2015) : *Standard Test Method for Rubber—Deterioration in an Air Oven.*  
 ASTM D575-91(2012) : *Standard Test Methods for Rubber Properties in Compression.*  
 ASTM D1149-16 : *Standard Test Method for Rubber Deterioration – Cracking in an Ozone Controlled Environment*  
 ASTM D2202 - 00(2014) : *Standard Test Method for Slump of Sealants.*  
 ASTM D2628-91(2016) : *Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements.*  
 ASTM D3542-08(2013) : *Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Bridges.*  
 ASTM D5167-13 : *Standard Practice for Melting of Hot-Applied Joint and Crack Sealant and Filler for Evaluation.*  
 ASTM D5329-16 : *Standard Test Methods for Sealants and Fillers, Hot-Applied, for Joints and Cracks in Asphalt Pavements and Portland Cement Concrete Pavements.*  
 ASTM D5325-03(2014) : *Standard Test Method for Determination of Weight Percent Volatile Content of Water-Borne Aerosol Paints*  
 ASTM D5893/D5893M-16 : *Standard Specification for Cold Applied, Single Component, Chemically Curing Silicone Joint Sealant for Portland Cement Concrete Pavements.*  
 ASTM D5973-97(2017) : *Standard Specification for Elastomeric Strip Seals with Steel Locking Edge Rails Used in Expansion Joint Sealing.*  
 ASTM D6297-13 : *Standard Specification for Asphaltic Plug Joints for Bridges.*



ASTM D6690-15 : *Standard Specification for Joint and Crack Sealants, Hot Applied, for Concrete and Asphalt Pavements.*

European Organisation for Technical Approvals (ETAG)

ETAG 032-2013 : *Guideline for European Technical Approval of Expansion Joints for Road Bridges*

5) Pengaluan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian dari semua bahan pengisi (*filler*) sambungan dan penutup (*seal*) yang diusulkan untuk digunakan untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
- b) Bilamana sambungan jenis patent yang diusulkan, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian sambungan yang lengkap untuk mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan, termasuk gambar kerja dan sertifikat pabrik pembuatnya untuk produk dan bahan yang digunakan di dalamnya. Jika data tersebut tidak tersedia, Pengawas Pekerjaan harus memerintahkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pengujian pada lembaga yang independen untuk memastikan kualitas dan sifat lain dari bahan tersebut. Rincian setiap modifikasi terhadap pekerjaan struktur harus juga diserahkan.

6) Perbaikan Atas Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Bahan pengisi sambungan (*joint filler*) yang belum mengisi celah sambungan sampai penuh sebelum penutupan (*sealing*) harus dikeluarkan dan diisi kembali dengan bahan pengisi sampai penuh.
- b) Penutup (*sealer*) yang gagal mengeras, mengalir atau bergelembung harus dikeluarkan dan diganti.

Sambungan jenis patent yang dan rusak sebelum, selama atau sesudah pemasangan yang disebabkan oleh kelalaian dalam penanganan, penyimpanan, pemasangan atau operasi selanjutnya di lapangan harus dikeluarkan dan diganti. Semua sambungan tersebut harus diperiksa pada saat tiba di tempat kerja dan setiap kerusakan harus dilaporkan secara tertulis kepada Pengawas Pekerjaan. Bagaimanapun juga, Penyedia Jasa harus bertanggungjawab untuk melindungi dan menjaga keamanan sambungan tersebut sesuai fungsinya selama Masa Kontrak dengan jaminan (garansi) selama minimum 2 tahun.

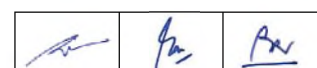
7) Pemeliharaan Pekerjaan Yang Telah Diterima

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan atau gagal sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.11.1.6) di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan semua sambungan siar muai yang telah selesai dan diterima selama Masa Pelaksanaan.

7.11.2 **BAHAN**

1) Struktur Sambungan Siar Muai (*Expansion Joint Structure*)

Jenis struktur sambungan siar muai tergantung pada jumlah pergerakan lantai yang diperlukan dan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Sambungan pelat atau siku,



sambungan baja bergerigi (*steel finger joint*), *asphaltic plug* dan sambungan berpenutup *neoprene* harus mempunyai bentuk yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Bahan Pengisi Sambungan (*Joint Filler*)

Bahan pengisi sambungan harus dari jenis kenyal yang tidak dikeluarkan pracetak (*premoulded non-extruding resilient type*), sesuai dengan SNI 03-4432-1997 atau SNI 03-4815-1998.

Bahan pengisi sambungan yang terbuat karet harus memenuhi Sifat fisik sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Yang dibuktikan dengan sertifikat mutu bahan yang dikeluarkan oleh pabrikasi pembuatnya atau dilakukan pengujian bahan.

3) Penutup Sambungan (*Joint Sealer*)

Bahan untuk penutup sambungan horisontal harus sesuai dengan SNI 03-4814-1998, sebagai alternatif, penutup dari bitumen karet yang dicor panas atau yang sejenis dapat digunakan dengan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan. Sambungan vertikal dan miring harus ditutup dengan sambungandempul bitumen, dari bahan yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Persenyawaan dasar sambungan (*joint priming compound*) harus sebagaimana yang disarankan oleh pabrik bahan penutup yang dipilih untuk digunakan.

Bahan sambungan untuk dasar (*primer*) dan penutup (*sealer*) sambungan harus dicampur dan digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.

4) Bahan *Asphaltic Plug*

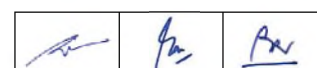
Bahan aspal yang di pakai untuk pencampuran sebagai bahan pengisi sambungan siar muai dan juga penutup akhir (*top coat*) harus memenuhi ketentuan berdasarkan metode pengujian sebagai berikut :

Tabel 7.11.2.1) Ketentuan Sifat-sifat *Asphaltic Plug*

Jenis Pengujian	Standar	Sifat-sifat Fisik
Titik Lembek, min.	SNI 2434:2011	83°C
Adhesi Tarik, min.	ASTM D5329-16	700%
Daktilitas pada 25°C, min.	SNI 2432:2011	400mm
Penetrasi pada 25°C, 150 g, 5 detik, maks.	ASTM D5329-16	7,5 mm
Pelelehan pada 60°C, 5 jam	ASTM D5329-16	3,0 mm
Resiliensi pada 25°C, min. – maks.	ASTM D5329-16	40 - 70%
Kompatibilitas Aspal	ASTM D5329-16	Memenuhi
Temperatur Aplikasi yang disarankan		182 - 199°C
Rentang Temperatur Pemanasan yg Aman		199 - 216°C
Ikatan 3 Siklus pada -7°C, elongasi 100%	ASTM D5329-16	Memenuhi
Kelenturan pada -23°C	ASTM D5329-16	Memenuhi

5) Agregat

Agregat untuk campuran siar muai *asphaltic plug* harus terdiri dari material yang bersih, keras, awet dan bebas dari bahan-bahan kotoran organik dan bahan kotoran lain yang tidak dikehendaki dan memenuhi ketentuan sifat-sifat seperti pada Tabel 7.11.2.2)





dan mempunyai gradasi seragam dalam ukuran nominal tunggal yaitu ukuran 14, 20 dan 28 mm atau boleh dicampur antara ketiga ukuran ini.

Tabel 7.11.2.2) Ketentuan Sifat-sifat Agregat

Sifat-sifat	Standar	Nilai
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	Maks.25%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12% - Natrium
		Maks.18% - Magnesium

6) Elastomer (*Polychloroprene (Neoprene)*)

Elastomer/karet *polychloroprene* jenis *neoprene* ini digunakan sebagai bahan pengisi celah dari sambungan siar muai tipe *Compression Seal*, *Strip Seal*, maupun *modular*. Persyaratan bahan mengikuti ketentuan dari Tabel 7.11.2.3) di bawah ini :

Tabel 7.11.2.3) Persyaratan Bahan *Preformed Elastomeric Joint Seal*

Sifat-sifat	Metode Pengujian	Persyaratan
Kuat Tarik, min. psi (MPa)	ASTM D412-16	2.000 (13,8)
Perpanjangan saat putus, min. %	ASTM D412-16	250
Kekerasan, Tipe A durometer, <i>points</i>	ASTM D2240 (modifikasi) <sup>1</sup>	55 ± 5
Pemuaian dengan Oven, 70 jam pada 100°C	ASTM D573-04(2015)	
- Kuat Tarik, kehilangan, maks., %		20
- Perpanjangan, kehilangan, maks., %		20
- Kekerasan, Tipe A durometer, kehilangan <i>points</i>		0 - 10
<i>Oil Swell</i> , ASTM Oil No.3, 70 jam pada 100°C		
- Perubahan berat, maks., %	ASTM D471-16a	45
Ketahanan terhadap Ozon <sup>2</sup>	ASTM D1149-16 <sup>3</sup>	
- Regangan 20%, ozon di udara 303 MPa (volume fraksi ozon 300 pphm di udara pada 1 atm), 70 jam pada 40°C, seka dengan toluene untuk menyingkirkan kontaminasi permukaan		Tidak ada yang retak
<i>Stiffening</i> pada temperatur rendah, 7 hari, - 10°C	ASTM D1149-16	0 - 15
- Kekerasan, Tipe A durometer, kehilangan <i>points</i>		
Pemulihan pada Temperatur Rendah <sup>3</sup> , 72 jam pada - 10°C, 50%;		
- Lendutan, min., %	Section 9.3 <sup>4</sup>	88
Pemulihan pada Temperatur Rendah <sup>3</sup> , 22 jam pada - 29°C, 50%;		
- Lendutan, min., %	Section 9.3 <sup>4</sup>	83
Pemulihan pada Temperatur Tinggi <sup>3</sup> , 70 jam pada - 100°C, 50%;		
- Lendutan, min., %	Section 9.3 <sup>4</sup>	85
Sifat-sifat Tekanan-Lendutan pada 80% lebar nominal, min., (N/m)	ASTM D575-91(2012) Metode A (modifikasi) <sup>5</sup>	613

## Catatan:

- Istilah “modifikasi” dalam tabel berhubungan dengan penyiapan benda uji. Penggunaan *joint seal* sebagai sumber benda uji memerlukan yang lebih berlapis-lapis daripada salah satu yang disebutkan dalam modifikasi prosedur pengujian yang digunakan. Modifikasi benda uji yang demikian harus disepakati antara pembeli dan supplier sebelum pengujian.
- Benda uji yang disiapkan sesuai dengan ASTM D518-99 (ditarik 2008)

3. Benda uji yang retak, terbelah atau meerkat selama pengujian pemulihan harus berarti hasil pengujian benda uji tersebut gagal.
4. Rujukan seksi dan sub-seksi adalah yang disebutkan dalam ASTM D3542-08(2013)
5. Kecepatan pengujian harus  $13 \pm 1,3$  mm, minimum pada temperature kamar  $23 \pm 2,2$  °C. Ampelas tidak digunakan.

#### 7) Silikon

Silikon yang dimaksud adalah silikon/*sealant* tuang yang digunakan sebagai bahan pengisi celah pada sambungan siar muai tipe *Silicone Seal*. Bahan pengisi ini mengikuti ketentuan Tabel 7.11.2.4).

Tabel 7.11.2.4) Ketentuan Bahan Silikon

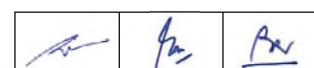
Jenis Pengujian	Standar	Nilai
Masa <i>Curing</i> , maks.		Maks. 21 hari
Slump untuk Tipe NS	ASTM D2202-00(2014)	$\leq 7,6$ mm
Kecepatan Ekstruksi Tipe S	ASTM C1183	$> 50$ ml/menit
<i>Tack-Free</i> selama 5 jam $\pm 10$ menit	ASTM C679	<i>Tack-Free</i> (tidak lengket)
<i>Effect of Heat Aging</i>	ASTM C792	Tidak ada retak atau bekas jejak
		Kehilangan berat $< 10\%$
<i>Bond</i> :	ASTM D5329	
- Tidak direndam		Kohesi atau adhesi 0%
- Direndam H <sub>2</sub> O		gagal
- Dioven 7 hari pada $-29 \pm 1^\circ\text{C}$ untuk 5 siklus lengkap dari 100 % ekstensi masing-masing		Tidak ada retak atau pemisahan
<i>Hardness</i> pada $-29 \pm 1^\circ\text{C}$ :	ASTM C661	
- Durometer Type A-2		$\leq 25$
- Durometer Type 00		$\leq 30$
<i>Flow</i> pada $93.3 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 72 jam $\pm 30$ menit	ASTM D5329	Tidak ada <i>Flow</i>
Elongasi pada $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , kecepatan elongasi $500 \pm 20$ mm/menit (%)	ASTM D412	$\geq 600$
Tegangan Tarik pada $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , kecepatan elongasi $500 \pm 20$ mm/menit, elongasi 150%	ASTM D412	$\leq 310$ kPa (45 psi)
<i>Effects of Accelerated Weathering</i> ,	ASTM C793	Tidak mengalir,
- Terekspos selama 5.000 jam		menunjukkan kelengketan
Resilience (%)	ASTM D5329	$\geq 75$

#### 8) Pelat Baja

Pelat baja penutup lubang celah siar muai harus mempunyai lebar minimum 5 cm atau disesuaikan dengan jarak lubang celah. Pelat baja harus memiliki lubang untuk angkur sebagai pengikat. Angkur diikat pada celah dengan bantuan karet sintesis yang menutupi lubang celah tersebut. Tebal pelat baja minimum 3 mm, dan karet penutup lubang celah harus mempergunakan jenis *polyethylene* yang mempunyai tebal antara 30 mm atau/sampai 50 mm.

Bagian baja dan baut ankur harus sesuai dengan AASHTO M102M/M102-06(2011) Kelas A. Bagian logam harus dilindungi terhadap korosi.

Pelat baja penutup lubang celah terbuka harus sesuai dengan Tabel 7.11.2.5) di bawah ini.



Tabel 7.11.2.5) Ukuran Lebar Celah dan Tebal Pelat Penutup

Lebar Celah Maks. (mm)	Tebal Pelat Baja (mm)
< 45	2
45 - 70	3
70 - 95	6

9) Ankur

Ankur merupakan komponen penahan yang berbentuk baut tertanam maupun baut pengikat. Ankur yang dipasang harus dapat menahan dampak pemuaian akibat panas yang ditimbulkan pada saat pelaksanaan terutama saat penguangan bahan pengisi jenis aspal dan/atau silikon.

10) Baja Siku

Mutu baja siku yang digunakan mengikuti mutu baja pada RSNI T-03-2005 atau minimal mempunyai mutu SNI 6764:2016. Baja siku yang akan diterapkan harus memenuhi metode persiapan permukaan sesuai ISO 12944-4:2017 dan kemudian harus dilapisi dengan bahan anti karat.

11) Waterstops

Jenis dan bahan *waterstops* harus terinci dalam Gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

12) Bahan-bahan Lain

Semua bahan lainnya yang diperlukan untuk sambungan harus sesuai dengan Gambar dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

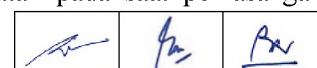
## 7.11.3 PELAKSANAAN

1) Penyimpanan Bahan

Bahan sambungan yang dikirim ke lapangan harus disimpan, ditutupi, pada landasan di atas permukaan tanah. Bahan ini harus selalu dilindungi dari kerusakan dan bilamana ditempatkan harus bebas dari kotoran, minyak, gemuk atau benda-benda asing lainnya.

2) Pengisi Sambungan Pracetak (*premoulded joint filler*) dan Penutup Sambungan Elastis

Sambungan pada lantai, dinding dan sebagainya harus dibentuk dengan akurat memenuhi garis dan elevasi sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi sambungan harus digunakan dalam lembaran yang sebesar mungkin. Luas yang lebih kecil dari 0,25 m<sup>2</sup> harus dibuat dalam satu lembaran. Bahan tersebut harus dipotong dengan perkakas yang tajam untuk memberikan tepi yang rapi. Tepi yang kasar atau tidak teratur tidak diperkenankan. Bahan tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terpasang dengan kokoh dalam rongga dan terikat dengan baik pada satu tepi dari beton, menggunakan paku tembaga, jika perlu, untuk memastikan bahwa bahan tidak terlepas selama operasi pelaksanaan berikutnya atau pergerakan dari struktur. Bahan pengisi (*filler*) sambungan tidak boleh diisi sampai melebihi rongga yang seharusnya diisi dengan penutup (*sealer*) kecuali bilamana lembaran bahan pengisi yang terpisah digunakan sebagai acuan. Ukuran celah sambungan siar muai harus sesuai dengan temperatur rata-rata jembatan pada saat pemasangan.



Temperatur ini harus ditentukan sesuai dengan pengaturan yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Penutup sambungan harus sedikit cembung atau sedikit cekung terhadap permukaan sambungan pada saat mengeras. Penutup sambungan harus dikerjakan sampai penyelesaian yang halus dengan menggunakan sebuah spatula atau alat yang sejenis. Pencampuran, penggunaan dan perawatan semua bahan jenis patent harus memenuhi ketentuan pabrik pembuatnya.

3) Struktur Sambungan Siar Muai

Sambungan harus dapat meredam pergerakan dan suara serta merupakan struktur yang kedap air. Struktur sambungan siar muai harus dipasang sesuai dengan Gambar dan petunjuk pabrik pembuatnya. Ukuran celah harus sesuai (*compatible*) dengan temperatur jembatan rata-rata pada saat pemasangan. Temperatur ini harus ditentukan sesuai dengan pengaturan yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Posisi semua baut yang dicor di dalam beton atau semua lubang bor yang dibuat dalam beton harus ditentukan dengan akurat dengan menggunakan mal. Uliran baut atau skrup harus dijaga agar tetap bersih dan bebas dari karat. Jalan alih harus disediakan dan dipelihara untuk melindungi semua sambungan siar muai dari beban kendaraan sampai sambungan ini diterima dan Pengawas Pekerjaan mengizinkan pembongkaran jalan alih tersebut.

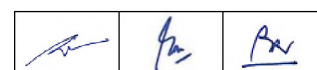
4) Sambungan Siar Muai Jenis *Asphaltic Plug*

- a) Daerah yang akan dipasang sambungan siar muai harus diberi tanda dan dipotong sesuai dengan lokasinya yaitu 20 cm ke kiri dan kanan dari celah ke arah perkerasan dengan rata, dengan menggunakan *jack hammer* dan dibersihkan dengan kompresor dan sikat kawat.
- b) Agregat yang akan digunakan pada sambungan siar muai ini harus dipanaskan sampai 130°C, demikian juga dengan *binder* (aspal) dipanaskan sampai 130°C, yang kemudian dicampur menjadi satu dan merata untuk kemudian dipasang. Panas campuran agregat dan *binder* pada waktu pengecoran bahan *asphaltic* ini mempunyai panas minimum 120°C. Pelaksanaan ini harus dilaksanakan lapis demi lapis dengan perbandingan berat antara agregat dan binder 2:1 dan dipadatkan menjadi 20 – 30 mm. Lapisan terakhir harus berbentuk cembung dari kiri dan kanan sumbu sambungan siar muai dengan kemiringan 2% yang akhirnya ditutupi dengan lapis penutup (*cover*) dengan perbandingan berat agregat dan binder dalam keadaan panas 10:1.
- c) Bagian celah yang akan diberi sambungan siar muai ini harus dalam kondisi bersih, untuk kemudian diberi lapisan binder yang sudah dipanaskan terlebih dulu sebelum dilaksanakan pengecoran bahan *asphaltic plug*nya.
- d) Nilai kepadatan campuran sambungan siar muai individual minimum harus mencapai 95% dan nilai kepadatan rata-rata minimum adalah 98% terhadap kepadatan di laboratorium. Cara pengambilan benda uji campuran untuk kepadatan sesuai dengan SNI 06-2489-1991. Jumlah benda uji minimum adalah 3 buah.

#### 7.11.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Cara Pengukuran

Suatu pengukuran struktur sambungan siar muai akan berupa jumlah meter panjang sambungan yang selesai dipasang di tempat dan diterima. *Waterstops*, bahan pengisi



sambungan siar muai pracetak, penutup sambungan pracetak dan penutup sambungan elastis yang dituang tidak diukur secara terpisah dan dianggap telah termasuk dalam penyediaan dan pemasangan siar muai sesuai mata pembayaran yang tersedia dalam Daftar Kuantitas dan Harga.

2) Pembayaran

Kuantitas yang diukur sebagaimana disyaratkan di atas akan dibayar dengan Harga Kontrak untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran ini harus dianggap kompensasi penuh untuk penyediaan dan pemasangan semua bahan, tenaga kerja, perkakas, peralatan dan biaya tambahan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang diuraikan. Semua jenis sambungan lainnya akan dibayar dengan memasukkannya ke dalam harga satuan untuk mata pembayaran lainnya di mana sambungan tersebut dikerjakan atau di mana sambungan itu dihubungkan dan tidak dibayar dalam mata pembayaran yang terpisah.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.11.(1a)	Sambungan Siar Muai Tipe <i>Asphaltic Plug, Fixed</i>	Meter Panjang
7.11.(1b)	Sambungan Siar Muai Tipe <i>Asphaltic Plug, Movable</i>	Meter Panjang
7.11.(2)	Sambungan Siar Muai Tipe <i>Silicone Seal</i>	Meter Panjang
7.11.(3)	Sambungan Siar Muai Tipe <i>Strip Seal</i>	Meter Panjang
7.11.(4)	Sambungan Siar Muai Tipe <i>Compression Seal</i>	Meter Panjang
7.11.(5)	Sambungan Siar Muai Expansion Joint Tipe <i>Modular</i> , lebar .....	Meter Panjang
7.11.(6)	Sambungan Siar Muai Expansion Joint Tipe <i>Finger Plate</i> , lebar .....	Meter Panjang
7.11.(7)	Sambungan Siar Muai Tipe Karet dengan Lebar Celah ..... cm	Meter Panjang
7.11.(8)	Joint Filler untuk Sambungan Konstruksi	Meter Panjang
7.11.(9)	Sambungan Siar Muai Tipe Modular, lebar .....	Meter Panjang



## SEKSI 7.12

LANDASAN (*BEARING*)

## 7.12.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini akan terdiri dari penyediaan dan pemasangan landasan logam atau elastometrik untuk menopang gelagar atau pelat seperti yang ditunjukkan pada Gambar dan disyaratkan dalam Spesifikasi ini, termasuk angkur penahan gempa, *stopper lateral*, *stopper longitudinal*.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Pengamanan Lingkungan Hidup           | : | Seksi 1.17 |
| c) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| d) | Manajemen Mutu                        | : | Seksi 1.21 |
| e) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi        | : | Seksi 7.1  |
| f) | Beton Pratekan                        | : | Seksi 7.2  |
| g) | Baja Tulangan                         | : | Seksi 7.3  |
| h) | Baja Struktural                       | : | Seksi 7.4  |
| i) | Adukan Semen                          | : | Seksi 7.8  |

3) Jaminan Mutu

Mutu bahan yang dipasok, kecakapan kerja dan hasil akhir harus sesuai dengan Standar Rujukan dalam Pasal 7.12.1.5) di bawah ini.

4) Toleransia) Penempatan Landasan

Landasan, baut pengunci dan dowel pelengkap harus diletakkan sedemikian hingga sumbunya berada dalam rentang  $\pm 3$  mm dari posisi yang seharusnya. Elevasi permukaan landasan tunggal atau permukaan rata-rata dari landasan yang lebih dari satu pada setiap penyangga harus berada dalam rentang toleransi  $\pm 0,0001$  kali jumlah bentang-bentang yang bersebelahan dari suatu gelagar menerus tetapi tidak melebihi  $\pm 5$  mm.

b) Permukaan Beton

Permukaan beton untuk penempatan langsung dari landasan tidak boleh melampaui lebih dari 1/200 dari sebuah bidang datar rencana untuk landasan dan ketidakrataan setempat tersebut tidak boleh melampaui 1 mm tingginya.

c) Landasan Landasan

Landasan harus dilandasi pada seluruh bidang dasarnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Setelah pemasangan, tidak boleh terdapat rongga atau bintik-bintik yang nyata pada landasan.

Bahan landasan harus mampu meneruskan beban yang diberikan struktur tanpa kerusakan. Permukaan yang akan diberi adukan semen untuk landasan harus disiapkan sebagaimana mestinya sampai suatu keadaan yang sesuai (*compatible*) dengan adukan semen yang dipilih. Permukaan atas dari setiap bidang landasan di luar landasan harus mempunyai kelandaian yang menurun dari landasan.

d) Penyetel Berulir

Penyetel berulir harus dikencangkan sampai merata untuk menghindari tegangan berlebihan pada suatu bagian landasan. Bilamana terdapat getaran yang cukup berarti, maka pengencang yang digunakan haruslah dari jenis yang tahan getaran.

e) Ukuran Landasan

Toleransi dimensi landasan harus memenuhi Tabel 7.12.1.1).

Tabel 7.12.1.1) Toleransi Dimensi Total Landasan Yang Diizinkan

Jenis Landasan	Toleransi Ukuran Total	
	Bidang Datar	Tebal atau Tinggi
Elastomer dengan ketebalan atau tinggi sampai 200 mm	+ 6 mm - 3 mm	$\pm 1$ mm
Elastomer dengan ketebalan atau tinggi di atas 200 mm	+ 6 mm - 3 mm	$\pm 5\%$
Selain Elastomer	+ 3 mm	+ 3 mm

f) Sifat Sejajar Permukaan Luar

Bilamana dirancang sejajar, maka toleransi bagian atas landasan yang sejajar, sebagai titik duga, harus 0,2% dari diameter untuk permukaan bundar dalam bidang datar dan 0,2% dari sisi yang lebih panjang untuk permukaan segi panjang dalam bidang datar.

g) Landasan Rol (*Roller Bearing*)

i) Umum

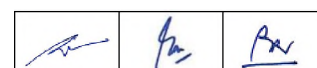
Toleransi mendatar pelat rol diukur dari segala arah harus 0,025 mm untuk panjang sampai dengan dan termasuk 250 mm dan 0,01 % dari panjang dalam arah pengukuran untuk panjang di atas 250 mm. Kekasaran permukaan permukaan rol tidak boleh melampaui 0,8 mikron.

ii) Rol Silinder

Toleransi kesilinderan harus 0,025 mm. Toleransi ukuran rol tunggal terhadap diameter nominalnya harus + 0,5 mm dan - 0,0 mm. Toleransi ukuran rol berganda terhadap diameter nominalnya harus + 0,08 mm dan - 0,0 mm.

iii) Rol Bukan Silinder

Permukaan kurva harus mempunyai toleransi profil atau permukaan 0,3% dari radius yang dimaksudkan. Toleransi ukuran terhadap tinggi pada sumbu landasan harus + 0,5 mm dan - 0,0 mm. Toleransi sifat sejajar





antara garis lengkung (*chord line*) yang menghubungkan ujung-ujung dasar permukaan rol sebagai titik duga harus 1 mm. Toleransi kepersegian antara bidang yang melewati pusat-pusat permukaan rol sebagai titik duga dan, puncak dan dasar garis penghubung yang menghubungkan ujung-ujung permukaan rol harus 1 mm.

h) Landasan Govang (*Rocker Bearing*)

Toleransi mendatar pelat yang berpasangan dengan rocker harus 0,075 mm untuk ukuran panjang sampai dengan dan termasuk 250 mm dan 0,03 % dari panjang untuk ukuran panjang di atas 250 mm. Toleransi profil dan permukaan untuk panjang permukaan di mana dapat terjadi kontak harus 0,025 mm. Kekasaran permukaan untuk permukaan yang bergoyang (*rocking surface*) harus tidak melebihi 0,8 mikron.

i) Landasan Sendi (*Knuckle Bearing*)

Landasan sendi silinder dan berbentuk bola : Toleransi mendatar dan profil permukaan untuk landasan sendi silinder dan toleransi profil permukaan untuk landasan sendi berbentuk bola harus  $0,0002 \times h$  mm atau 0,24 mm, dipilih yang lebih besar, di mana  $x$  adalah panjang tali (*chord*) (dalam mm) antara ujung-ujung dari permukaan PTFE (dalam mm) dalam arah rotasi dan  $h$  adalah proyeksi dari PTFE (dalam mm) di atas puncak ceruk (*recess*) yang mengikat, untuk PTFE yang terikat, atau ketebalan (dalam mm) untuk PTFE yang direkat. Toleransi ukuran terhadap radius permukaan kurva pada landasan yang telah selesai harus 3 % dari radius yang dimaksudkan. Kekasaran permukaan dari permukaan geser logam yang melengkung tidak boleh melebihi 0,5 mikron. Bilamana PTFE membentuk salah satu permukaan kontak maka harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang diberikan dalam (j).

j) Landasan Bidang Geser (*Plane Sliding Bearing*)

Toleransi mendatar dari lembaran PTFE (*Polytetrafluoroethylene*) harus 0,2 mm untuk diameter atau diagonal adalah kurang dari 800 mm dan 0,025 % dari diameter atau diagonal tersebut untuk dimensi yang lebih besar atau sama dengan 800 mm. Pada permukaan PTFE yang terbuat lebih dari satu lapis PTFE maka ketentuan-ketentuan tersebut di atas akan berlaku untuk diameter diagonal dari dimensi lingkaran atau empat persegi panjang sekeliling PTFE yang digoreskan. Toleransi dimensi pada lembaran PTFE disyaratkan dalam Tabel 7.12.1.2).

Tabel 7.12.1.2) Toleransi Dimensi pada Lembaran PTFE

Diameter atau Diagonal (mm)	Toleransi pada Dimensi Bidang (mm)	Toleransi Ketebalan (mm)	
		PTFE yang dice-ruk (recessed)	PTFE yang direkat
< 600	$\pm 1,0$	+ 0,5 - 0,0	+ 0,1 - 0,0
> 600 dan < 1200	$\pm 1,5$	+ 0,6 - 0,0	+ 0,2 - 0,0
> 1200	$\pm 2,0$	+ 0,7 - 0,0	Tidak digunakan

Celah antara tepi lembaran PTFE dan tepi ceruk (*recess*) yang diikat dalam segala hal tidak boleh melebihi 0,5 mm atau 0,1 % dari dimensi bidang datar lembaran PTFE yang sesuai, dalam arah yang diukur, dipilih yang lebih besar.

Toleransi profil pada proyeksi yang ditetapkan dari PTFE di atas ceruk (*recess*) diikat harus memenuhi Tabel 7.12.1.3).

Tabel 7.12.1.3) Toleransi Profil.

Dimensi Maksimum dari PTFE (diamater atau diagonal) (mm)	Toleransi pada Proyeksi yang ditetapkan di atas Ceruk ( <i>recess</i> ) (mm)
> 600	+ 0,5 - 0
> 600 dan < 1200	+ 0,6 - 0
> 1200 dan < 1500	+ 0,8 - 0

Semua pengukuran atas lembaran PTFE harus dilakukan pada temperatur 20 °C sampai 25 °C.

Permukaan-permukaan Yang Berpasangan :

Untuk permukaan-permukaan yang berpasangan dengan PTFE, maka toleransi mendatar dalam semua arah harus 0,0002.L.h mm, di mana L adalah panjang (dalam mm) permukaan PTFE dalam arah yang diukur dan h adalah proyeksi PTFE (dalam mm) di atas puncak ceruk (*recess*) yang terikat untuk PTFE yang terikat, atau ketebalan (dalam mm) untuk PTFE yang terikat, atau tebal (dalam mm) untuk PTFE yang direkat.

Kekasaran lajur permukaan geser logam tidak boleh melebihi 0,15 mikron.

k) Landasan Karet Elastomer (*Elastomeric Bearing*)

i) Sifat Seiajar

Batas toleransi kelurusan lapisan baja dapat dihitung mengacu pada SNI 3967:2013.

ii) Ukuran

Landasan karet tipe polos dan landasan karet tipe berlapis yang dibuat berdasarkan ukuran rancangan, harus diperiksa dimensi dari setiap bantalan. Jika ada ukuran yang berada di luar batas toleransi yang tercantum pada Tabel 7.12.1.4), bantalan tersebut harus ditolak. Kecuali toleransi lain tercantum pada gambar rancangan

Tabel 7.12.1.4) Toleransi Landasan Elastomer

Uraian	Dimensi (mm)
Dimensi vertikal keseluruhan:	
Tebal 32 mm atau kurang	-0, +3
Tebal lebih dari 32 mm	-0, +6
Dimensi horizontal keseluruhan:	
Untuk pengukuran 914 mm atau kurang	-0, +6
Untuk pengukuran lebih dari 914 mm	-0, +12
Tebal lapisan karet seluruh bagian (bantalan berlapis)	±3
Variasi terhadap permukaan teoritis:	
Atas	Kemiringan relatif terhadap dasar tidak lebih dari 0,005 radian
Samping	-0, +6
Posisi elemen penyambung yang terekpos	± 3
Penutup ujung elemen penyambung	- 0, +3
Ukuran lubang, celah dan sisipan	± 3
Posisi lubang, celah dan sisipan	± 3

l) Landasan Blok Berongga (Pot Bearing)

- Toleransi ketepatan antara piston dan blok berongga harus + 0,75 mm sampai + 1,25 mm.
- Pedoman kekasaran permukaan geser logam tidak boleh melebihi 0,5 mikron.
- Lubang penyetulan pada pelat landasan. Bilamana toleransi yang diperlukan pada posisi untuk titik pusat lubang-lubang penyetulan harus sebagaimana dirinci atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

m) Ankur Penahan Gempa

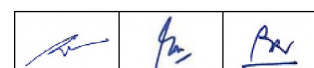
Persyaratan ankur penahan gempa yang ditempatkan pada diafragma ujung mengikuti Seksi 7.3 atau Seksi 7.4 dari Spesifikasi ini.

5) Standar RujukanStandard Nasional Indonesia:

- SNI 3967:2013 : Spesifikasi dan metode uji bantalan karet (elastomer) untuk perletakan jembatan.  
 SNI 6764:2016 : Spesifikasi baja karbon struktural (ASTM A36/A36M-12, IDT).

AASHTO:

- AASHTO LRFD : *Bridge Design Specifications 8<sup>th</sup> Edition 2017*  
 AASHTO LRFD : *Bridge Construction Specifications 4<sup>th</sup> Edition 2017*  
 AASHTO M102M/M102-06(2011) : *Carbon Steel forging or General Industrial Use.*  
 AASHTO M105-09(2013) : *Gray Iron Castings.*  
 AASHTO M163M/M163-07(2012) : *Corrosion-resistant Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel and Nickel-based Castings for General Application.*



AASHTO M169-15	: Cold-finished Carbon Steel Bars and Shafting.
AASHTO M251-06(2011)	: Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings.
AASHTO M270M/M270-15	: Structural Steel for Bridges

ASTM:




ASTM A47/A47M99(2014)	: Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings.
ASTM A167-99(2009)	: Standard Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip (withdrawn 2014, no replacement).
ASTM A240/A240M-17	: Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications.
ASTM A486/A486M-82	: Specification for Steel Castings for Highway Bridges (withdrawn 1987, no replacement).
ASTM A788/A788M-18	: Standard Specification for Steel Forgings, General Requirements.
ASTM A802-95(2015)	: Standard Practice for Steel Castings, Surface Acceptance Standards, Visual Examination.
ASTM D3183-10(2015)	: Rubber - Preparation of Pieces for Test Purposes from Products.
ASTM D4014-03(2018)	: Standard Specification for Plain and Steel-Laminated Elastomeric Bearings for Bridges.
ASTM B36/B36M-13	: Standard Specification for Brass Plate, Sheet, Strip, And Rolled Bar.
ASTM B100-13	: Standard Specification for Wrought Copper-Alloy Bearing and Expansion Plates and Sheets for Bridge and Other Structural Use.
ASTM B121/B121M-16	: Standard Specification for Leaded Brass Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar.

British Standard (BS) :

BS EN 1337-3:2005	: Structural bearings. Elastomeric bearings
-------------------	---

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian jenis landasan yang diusulkan untuk digunakan bersama dengan sertifikat pabrik yang menunjukkan bahwa bahan yang digunakan sesuai dengan Spesifikasi ini 30 hari sebelum pemasangan. Bilamana bahan Jika ini disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus membuat gambar kerja yang menunjukkan cara penempatan dan pemasangan, dengan memperhitungkan ketentuan toleransi dan temperatur pemasangan. Rincian juga harus menunjuk-kan setiap perubahan detail pada bangunan bawah (*sub-structure*) dan bangunan atas jembatan di mana landasan tersebut akan ditempatkan, untuk menentukan lokasi dan menyatel landasan tersebut.
- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh bahan yang diusulkan pada Pengawas Pekerjaan untuk disetujui. Bahan yang dipasok akan dibandingkan dengan bahan yang telah disetujui. Setiap perubahan mutu, bentuk atau sifat-sifat fisik dari bahan yang telah disetujui akan mengakibatkan ditolaknya bahan tersebut oleh Pengawas Pekerjaan.

		
---	---	---

7) Penyimpanan dan Pengamanan Bahan

Setelah pengiriman landasan tiba di tempat maka landasan tersebut harus diperiksa untuk menjamin bahwa landasan tersebut sesuai dengan yang diperlukan dan tidak mengalami kerusakan selama pengiriman dan penanganan. Kerusakan pada landasan harus segera diberitahukan kepada Pengawas Pekerjaan secara tertulis.

Landasan harus disimpan di gudang lapangan yang kedap di atas permukaan tanah dan harus selalu dilindungi dari kerusakan akibat cuaca maupun fisik serta harus bebas dari akumulasi debu, kotoran, minyak, gemuk, kelembaban dan benda-benda lainnya yang tidak dikehendaki.




Untuk menghindari terjadinya resiko elektrolisis, maka kontak antara bahan-bahan yang tidak sejenis harus dihindarkan. Dalam hal ini, baja lunak dan baja tahan karat adalah tidak sejenis. Kontak langsung antara tembaga, nikel dan logam paduannya (misalnya kuningan dan perunggu) dengan aluminium, dan aluminium dengan baja harus dihindarkan. Tembaga dapat dipengaruhi oleh kontak langsung dengan beton.

8) Perbaikan Atas Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Landasan yang tidak memenuhi toleransi dimensi tidak boleh dipasang dalam pekerjaan, kecuali dapat ditunjukkan dengan pengujian dan perhitungan yang dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan, bahwa kinerja landasan tidak terganggu dengan dimensi di luar toleransi yang diizinkan dan tidak ada beban tambahan yang dilimpahkan pada bangunan atas atau bagian bangunan bawah jembatan. Bilamana pengujian dan perhitungan ini tidak dapat dibuktikan, maka perle-takan yang tidak memenuhi toleransi dimensi harus disingkirkan dari tempat kerja dan diganti.
- b) Landasan yang dipasang tidak memenuhi toleransi pemasangan yang memperhitungkan pengaruh temperatur, harus dibongkar dan bilamana tidak mengalami kerusakan dapat dipasang kembali atas persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
- c) Landasan yang rusak selama penanganan, pemasangan, termasuk pelepasan dan pemasangan kembali sesuai dengan (b) di atas, atau selama operasi lanjutan, harus disingkirkan dari tempat kerja dan diganti.
- d) Sebelum landasan dipasang, Penyedia Jasa harus dapat menunjukkan bukti tertulis kepada Pengawas Pekerjaan yang menyatakan bahwa seluruh landasan telah memenuhi persyaratan (mekanis maupun fisik) untuk digunakan. Perbaikan atau penggantian atas landasan yang telah terpasang dan tidak memenuhi persyaratan menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

9) Pemeliharaan Pekerjaan Yang Telah Diterima

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan atau gagal sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.12.1.(8) di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan semua landasan yang telah selesai dan diterima selama Masa Pelaksanaan

		
---	---	---

## 7.12.2 BAHAN

1) Baja untuk Landasana) Lapisan Pelat Baja

Lapisan penulangan pelat baja untuk landasan elastomer berlapis pelat baja harus memenuhi SNI 6764:2016 atau standar lain yang setara. Tepi-tepi pelat harus dikerjakan dengan rapi untuk menghindari penakikan. Pelat harus terbungkus penuh dalam elastomer untuk mencegah korosi.

b) Rolled Steel

*Rolled steel* harus memenuhi persyaratan AASHTO M270M/M270-15 (ASTM A709/A709M-17e1), *Grade 36 (Grade 250)* dan tidak menimbulkan reaksi elektrolit atau kimia dengan komponen lainnya dan bebas dari korosi.

c) Baja Tuang (Cast Steel)

Baja tuang harus memenuhi persyaratan ASTM A802-95(2015) dan bebas dari cacat lubang dan kotoran yang lebih besar dari 3 mm.

d) Baja Tempa (Forged Steel)

Baja tempa harus memenuhi persyaratan menurut ASTM A788/A788M-18.

e) Baja Anti Korosi (Stainless Steel)

Baja anti korosi harus memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM A167-99(2009), Tipe 304 atau ASTM A240/A240M-17, Tipe 304, ketebalan minimum 0,91 mm dan permukaan akhir pada saat sudah menjadi perletakan harus lebih besar atau sama dengan 8  $\mu$ m.

f) Sealing Rings

*Sealing rings* antara piston baja dan elemen rotasi elastomerik bantalan panci harus terbuat dari kuningan yang sesuai dengan ASTM B36/B36M-13 untuk cincin penampang persegi panjang dan ASTM B121/B121M-16 untuk bagian melingkar.

g) Rolled Copper-Alloy

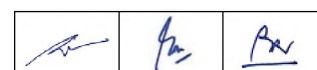
*Rolled Copper-Alloy* harus sesuai dengan ASTM B100-13

h) Landasan Logam

Landasan logam harus berupa landasan blok berongga (*pot*), geser (*sliding*), sendi (*knuckle*), goyang (*rocker*), *spherical* yang disetel atau landasan lainnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan harus memenuhi spesifikasi AASHTO yang berkaitan.

2) Elemen Rotasi Elastomer (Elastomeric Rotational Element)

Bahan-bahan campuran karet yang digunakan dalam pembuatan bantalan ini harus berupa *polychloprene* sintesis (karet sintesis) tahan kristalisasi atau *polyisoprene* alami (karet alam) saja sebagai polimer mentah. Bantalan elastomer yang terbuat dari gabungan






*polycholoprene* dan *polyisoprene* atau bahan lain, yang digabung dalam bentuk campuran, bentuk lapisan penyusun atau bentuk lainnya tidak diperkenankan. Seluruh bahan harus baru dan bukan daur ulang yang diambil dari bantalan yang telah jadi.

Landasan elastomer yang akan dipasang harus dilakukan pengujian oleh laboratorium independent baik pengujian secara mekanis maupun pengujian bahan dan memenuhi ketentuan yang tercantum dalam SNI 3967:2013 dengan ketentuan jumlah benda uji sebagai berikut :

- a) Pengambilan benda uji, pengujian dan pertimbangan penerimaan dibuat berdasarkan kelompok produksi.
  - i) Satu kelompok landasan elastomer harus dipertimbangkan dalam bentuk satu kelompok yang terdiri dari 100 buah landasan atau kurang yang diproduksi dengan cara terus menerus dari campuran karet yang sama, dirawat di bawah kondisi yang sama, dan semuanya terdiri dari ukuran dan tipe yang sama (polos, berlapis anyaman atau berlapis baja).
  - ii) Satu kelompok dapat mencakup 100 buah landasan atau kurang yang mengandung lembaran anyaman (*fabric*) dari ukuran rencana yang berbeda jika dipotong dari lembaran besar atau lembaran yang memenuhi persyaratan ini.
- b) Untuk pengujian bahan/material, jumlah benda uji yang harus diambil adalah:
  - i) Landasan tipe polos: dua buah landasan utuh dari setiap kelompok;
  - ii) Landasan tipe berlapis: satu landasan utuh per sepuluh buah landasan dalam satu kelompok landasan, dengan jumlah minimum dua buah landasan.

Jika contoh karet yang diambil gagal memenuhi persyaratan manapun yang tercantum, kelompok landasan tersebut harus ditolak.

- c) Untuk pengujian mekanis harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
  - i) Setiap landasan contoh harus dibebani beban tekan berlebih (*overload*) sampai 1,5 kali beban rencana maksimum. Beban tersebut harus ditahan selama 5 menit, dilepaskan, dan dibebani kembali untuk yang kedua kalinya selama 5 menit. Landasan tersebut harus diamati secara visual pada pembebanan kedua. Jika landasan menunjukkan adanya kerusakan seperti bagian sudut yang melipat secara berlebihan, retak secara terpisah pada permukaan sedalam  $> 2$  mm dan atau selebar  $> 2$  mm atau satu keretakan dengan kedalaman  $> 3$  mm dan atau lebar  $> 6$  mm, kelompok landasan tersebut harus ditolak. Untuk tipe berlapis, pola tonjolan mempengaruhi penempatan lapisan yang tidak memenuhi kriteria perencanaan dan toleransi produksi, atau apabila tonjolan tersebut akibat ikatan antar lapisan yang buruk, lot tersebut harus ditolak;
  - ii) Satu dari setiap 10 landasan yang lolos uji beban tekan berlebih, harus diuji untuk menentukan regangan tekan pada beban tekan rencana maksimum sesuai metoda uji dalam standar ini, jika perancang struktur menentukan nilai maksimum regangan tekan pada beban tersebut.

		
---	---	---

- iii) pengujian-pengujian mekanis sebagaimana tersebut di atas dapat saja dilakukan kembali terhadap landasan utuh lainnya untuk memastikan bahwa tidak semua landasan dari suatu kelompok landasan memiliki kualitas yang buruk, dengan catatan hasil pengujian tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

Sebagai pilihan pengujian tambahan jika diperlukan dapat dilakukan pengujian modulus geser landasan harus dilakukan pada temperatur  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sesuai dengan petunjuk pada metoda uji dalam standar ini. Modulus geser harus ditentukan dengan menguji landasan yang diambil dari landasan contoh. Dengan kata lain atas pilihan Pengguna Jasa, suatu uji kekakuan yang tidak merusak sebagai pembanding dapat dilakukan pada sepasang landasan contoh. Jika uji tidak merusak telah dilakukan, modulus gesernya dapat dihitung dari kekakuan geser landasan yang telah terukur, dihitung besarnya pengaruh kekakuan geser terhadap ukuran landasan dan beban tekan. Modulus geser yang didapat harus berkisar 15% dari nilai yang disyaratkan. Jika modulus gesernya tidak memenuhi persyaratan minimum, lot tersebut harus ditolak.

Baja laminasi harus memenuhi persyaratan bahan sesuai dengan AASHTO M 251-06 (2011).

Tabel 7.12.2.1) Sifat-sifat Karet Alam dan Karet Sintetis (*Neoprene*)

Pengujian		Standar ASTM	Karet alam			Karet sintetis ( <i>Neoprene</i> )			Satuan
			50 duro	60 duro	70 duro	50 duro	60 duro	70 duro	
Sifat fisik	Modulus geser minimum	D. 412	0,80	0,80	0,80	0,55	0,55	0,55	MPa
	Kekerasan shore "A"	D.2240	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	Point
	Kuat tarik minimum	D. 412	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	MPa
	Perpanjangan ultimit minimum		450	400	300	400	350	300	%
Ketahanan terhadap panas ( <i>heat resistance</i> )	Temperatur spesifik pengujian	D. 573	70	70	70	100	100	100	$^{\circ}\text{C}$
	Lama pengusangan ( <i>aging</i> )		168	168	168	70	70	70	Jam
	Perubahan mak. kekerasan "shore A"		+ 10	+ 10	+ 10	+ 15	+ 15	+ 15	Point
	Perubahan maksimum pada kuat tarik		-25	-25	-25	-15	-15	-15	%
	Perubahan maksimum pada perpanjangan ultimit		-25	-25	-25	-40	-40	-40	%
Perubahan akibat tekanan ( <i>compression set</i> )	Temperatur spesifik pengujian	D. 395 Metoda B	70	70	70	100	100	100	$^{\circ}\text{C}$
	Perubahan mak. yang diizinkan setelah 22 jam		-25	-25	-25	-35	-35	-35	%
Kuat lekat ( <i>adhesion strength</i> )	Kuat lekat minimum yang diijinkan	D. 429 Metoda E	40	40	40	40	40	40	lb/in
Ketahanan ozon	Konsentrasi ozon	D.1149	25	25	25	100	100	100	MPa
	Lama pengujian		48	48	48	100	100	100	Jam
	Dengan regangan 20% pada temperatur $\pm 37,7^{\circ}\text{C}$ prosedur penempatan D. 518, prosedur A		Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	

### 7.12.3 PEMASANGAN

#### 1) Umum

Landasan harus ditandai dengan jelas tentang jenis dan tempat pemasangan pada saat tiba di tempat kerja. Alat-alat penanganan yang cocok harus disediakan sebagaimana diperlukan. Alat-alat penjepit sementara harus digunakan untuk menjaga orientasi bagian-



bagian dengan tepat, tetapi tidak boleh digunakan untuk menyandang atau menggantung landasan kecuali dirancang khusus untuk maksud tersebut.

Pemindahan beban bangunan atas jembatan pada landasan tidak akan diperkenankan sampai kekuatan landasan telah cukup untuk menahan beban yang diberikan. Alat-alat pengjepit sementara harus disingkirkan pada waktu yang cocok sebelum landasan tersebut diperlukan untuk menahan gerakan. Perhatian khusus harus diberikan pada setiap penanganan yang diperlukan untuk lubang-lubang yang terekspos pada saat pelepasan penjepit transit sementara. Bilamana lubang-lubang penyetulan akan digunakan kembali, maka bahan yang dipilih untuk mengisinya tidak hanya memberikan perlindungan terhadap kerusakan, tetapi juga merupakan bahan yang mudah dapat dikeluarkan tanpa merusak uliran manapun.

Bilamana diperlukan, pengaturan yang cocok harus dilaksanakan untuk menampung pergerakan termal dan deformasi elastis dari bangunan atas jembatan yang belum selesai. Bilamana penyangga sementara di bawah pelat dasar landasan disediakan, maka penyangga tersebut harus tahan tekanan menurut beban rancangan atau dikeluarkan sewaktu bahan landasan telah mencapai kekuatan yang diperlukan. Setiap rongga yang ditinggalkan sebagai akibat dari pengeluaran tersebut harus diperbaiki dengan menggunakan bahan yang sejenis dengan bahan landasan.

Baji perancah baja dan landasan karet cocok untuk penyangga sementara di bawah pelat dasar landasan.

Untuk menampung rangkai dan penyusutan beton ditambah pergerakan akibat terpe-ratur pada bangunan atas jembatan, maka landasan harus disetel sebelumnya sesuai dengan petunjuk Pengawas Pekerjaan.

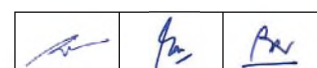
## 2) Dudukan Landasan

Pemilihan bahan dudukan landasan harus berdasarkan cara pemasangan perletakan, ukuran celah yang akan diisi, kekuatan yang diperlukan dan waktu pengerasan (*setting time*) yang diperlukan. Dalam pemilihan bahan dudukan landasan, maka faktor-faktor berikut harus diper-timbangkan : jenis perletakan; ukuran peletakan; pembebanan pada perletakan; urutan dan waktu pelaksanaan; pembebanan dini; ketentuan geser (*friction*); pengaturan dowel; ruangan untuk mencapai perletakan; tebal bahan yang diperlukan; rancangan dan kondisi permukaan pada lokasi perletakan; penyusutan bahan landasan.

Komposisi dan kelecakan (*workability*) bahan dudukan landasan harus dirancang berdasarkan pengujian dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas. Dalam beberapa hal, mung-kin perlu melakukan percobaan untuk memastikan bahan yang paling cocok. Bahan yang umum digunakan adalah adukan mortar semen atau resin kimiawi, adukan encer (*grout*) dan kemasan kering. Penggunaan bahan seperti timbal, yang cenderung meleleh di bawah tekanan beban, meninggalkan bintik-bintik besar, harus dihindarkan.

Untuk menjamin agar pembebanan yang merata pada perletakan dan struktur penyangga, maka perlu digarisbawahi bahwa adalah setiap bahan dudukan landasan, baik di atas maupun di bawah perletakan, harus diperluas ke seluruh daerah perletakan.

Penggunaan bahan dudukan landasan perletakan dengan bahan dasar mortar semen, harus mengikuti seksi 7.8 spesifikasi ini.



3) Penyetelan Landasan Selain Elastomer

Untuk mengatasi getaran dan benturan yang kebetulan, maka penyetelan harus dilaksanakan. Sambungan geser atau baut ankur harus dipasang dengan akurat dalam ceruk yang dicetak di dalam struktur dengan menggunakan mal dan rongga yang tertinggal dalam ceruk harus diisi dengan suatu bahan yang mampu menahan beban yang berkaitan. Baut toleransi rapat harus dipasang dengan menggunakan landasan sebagai mal. Dalam hal yang khusus ini, pencegahan harus diambil untuk mencegah pengotoran landasan selama pemasangan baut.

Landasan yang akan dipasang pada penyangga sementara harus ditanam dengan kokoh pada struktur dengan baut ankur atau cara lain untuk mencegah gangguan selama operasi-operasi berikutnya. Cara pengencangan baut harus sedemikian rupa sehingga tidak mengubah bentuk landasan. Akhirnya, rongga di bawah landasan harus diisi sepenuhnya dengan bahan dudukan landasan.

Tempat-tempat yang sulit harus dihindari, misalnya paking sementara menahan getaran harus dikeluarkan dan digunakan ring pegas. Sebagai alternatif, landasan dapat disetel langsung pada pelat landasan logam yang ditempatkan ke dalam atau ditanamkan pada permukaan struktur penyangga. Hanya adukan pasta semen tipis untuk landasan yang boleh digunakan dan jika selain adukan resin sintesis yang digunakan untuk maksud ini, maka adukan resin sintesis harus ditempatkan dalam suatu ceruk yang cocok untuk diberi tulangan pada semua sisi.

Bilamana bangunan bawah jembatan terbuat dari baja maka landasan dapat langsung dibaut padanya. Dalam hal ini, perlengkapan harus disediakan untuk menjamin bahwa garis dan elevasi berada dalam rentang toleransi yang diizinkan.

Bilamana landasan telah dipasang sebelumnya (*pre-setting*) maka pabrik pembuatnya harus diberitahu pada waktu pemesanan sedemikian hingga perlengkapan lainnya dapat disediakan untuk pergerakan dari bagian-bagian yang berkaitan. Bilamana memungkinkan, maka pemasangan sebelumnya harus dihindarkan.

4) Penyetelan Landasan Karet Elastomer

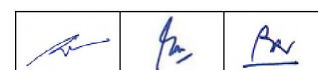
Landasan karet elastomer dapat diletakkan langsung pada beton, asalkan berada dalam toleransi yang disyaratkan untuk kedataran dan kerataan. Sebagai alternatif, landasan tersebut harus diletakkan pada suatu lapisan bahan dudukan landasan.

5) Landasan Yang Menunjang Lantai Beton Cor Langsung Di Tempat

Bilamana landasan dipasang sebelum pengecoran langsung lantai beton, maka acuan sekitar landasan harus ditutup dengan rapi untuk mencegah kebocoran adukan encer. Landasan, terutama permukaan bidang kontak, harus dilindungi sepenuhnya selama operasi pengecoran. Pelat geser harus ditunjang sepenuhnya dan perhatian khusus harus diberikan untuk mencegah pergeseran, pemindahan atau distorsi landasan akibat beban beton yang masih basah di atas landasan. Setiap adukan semen yang mengotori perletakan harus dibuang sampai bersih sebelum mengeras.

6) Landasan Yang Menvangga Unit-unit Beton Pracetak atau Baja

Suatu lapisan tipis adukan resin sistesis harus ditempatkan antara landasan dan balok. Sebagai alternatif, landasan dengan pelat landasan sisi luar dapat dibaut pada pelat ankur, pada soket yang tertanam dalam elemen pracetak, atau pada pelat tunggal yang dibuat dengan mesin di atas elemen baja.



#### 7.12.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

##### 1) Cara Pengukuran

Kuantitas landasan logam dan angkur gempa akan dihitung berdasarkan jumlah setiap jenis landasan logam dan angkur gempa yang dipasang dan diterima.

Kuantitas landasan karet elastomer dan stopper akan dihitung berdasarkan jumlah tiap jenis, ukuran dan ketebalan elastomer yang selesai dikerjakan di tempat dan diterima. Landasan strip akan diukur sebagai jumlah meter panjang yang selesai dikerjakan di tempat dan diterima.

##### 2) Pembayaran

Kuantitas yang diukur sebagaimana disyaratkan di atas untuk jenis tertentu yang ditentukan harus dibayar dengan harga satuan Kontrak untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan dan penempatan semua bahan termasuk pelat baja penahan getaran, plin beton, bahan dudukan landasan, adukan mortar semen, lapisan perekat *epoxy*, dowel, batang ankur, semua tenaga kerja, perkakas, peralatan, pengujian untuk pengendalian mutu dan biaya lainnya yang diperlukan atau yang lazim untuk penyelesaian yang memenuhi ketentuan dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.12.(1a)	Landasan Logam Tipe <i>Fixed</i>	Buah
7.12.(1b)	Landasan Logam Tipe <i>Moveable</i>	Buah
7.12.(1c)	Landasan Logam Tipe .....	Buah
7.12.(2)	Landasan Elastomerik Karet Alam Berlapis Baja Ukuran ..... mm x ..... mm x ..... mm	Buah
7.12.(3)	Landasan Elastomerik Karet Sintetis Berlapis Baja Ukuran ..... mm x ..... mm x ..... mm	Buah
7.12.(4)	Landasan Karet Strip	Meter Panjang
7.12.(5)	Landasan Tipe Logam Berrongga ( <i>Pot Bearing</i> )	Buah
7.12.(6)	Landasan Tipe Logam Jenis <i>Spherical</i>	Buah



## SEKSI 7.13

SANDARAN (*RAILING*)

## 7.13.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan ini terdiri dari pengecoran beton untuk tembok sandaran yang mengacu pada Seksi 7.1. Sedangkan pekerjaan sandaran terdiri dari penyediaan, fabrikasi dan pemasangan sandaran baja untuk jembatan dan pekerjaan lainnya seperti galvanisasi, pengecatan, tiang sandaran, pelat dasar, baut pemegang, dan sebagainya, sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan dan memenuhi Spesifikasi ini.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

a)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	: Seksi 1.8
b)	Pengamanan Lingkungan Hidup	: Seksi 1.17
c)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	: Seksi 1.19
d)	Manajemen Mutu	: Seksi 1.21
e)	Beton	: Seksi 7.1
f)	Baja Struktur	: Seksi 7.4
g)	Adukan Semen	: Seksi 7.8

3) Jaminan Mutu

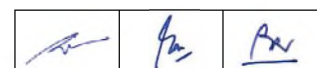
Mutu bahan yang dipasok, kecakapan kerja dan hasil akhir harus dipantau dan dikendalikan sebagaimana yang disyaratkan dalam Standar Rujukan dalam Pasal 7.13.1.5).

4) Toleransi

Diameter lubang	: + 1 mm, - 0,4 mm
Tiang Sandaran	: Akan dipasang baris demi baris serta ketinggian, tiang-tiang harus tegak dengan toleransi tidak melampaui 3 mm per meter tinggi.
Sandaran ( <i>railing</i> )	: Panel sandaran yang berbatasan harus segaris satu dengan lainnya dalam rentang 3 mm.
Kelengkungan	: Sandaran harus memenuhi kurva jembatan. Kurva ini dapat dibentuk dengan serangkaian tali antara tiang.
Tampak	: Sandaran harus menunjukkan penampilan yang halus dan seragam jika dalam posisi akhir.

5) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI):

SNI 6764:2016	: Spesifikasi baja karbon struktural (ASTM A36/A36M-12, IDT).
SNI 2052:2017	: Baja tulangan beton
SNI 03-2495-1991	: Spesifikasi bahan tambahan untuk beton
SNI 07-3015-1992	: Baja canai panas untuk konstruksi dengan pengelasan



AASHTO:

- AASHTO M111M/M111-15 : *Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.*  
 AASHTO M235M/M235-13 : *Epoxy Resin Adhesives*

ASTM:

- ASTM A307-14e1 : *Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength*  
 ASTM A6/A6M-17a : *Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.*

American Welding Society (AWS):

- AWS D1.1/D1.1M:2015 : *Structural Welding Code – Steel*  
 AWS D1.5M/D1.5:2015 : *Bridge Welding Code*

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar kerja untuk disetujui Pengawas Pekerjaan untuk setiap jenis sandaran baja yang akan dipasang. Fabrikasi tidak boleh dimulai sebelum gambar kerja disetujui.  
 b) Penyedia Jasa harus menyerahkan sertifikat pabrik pembuat sandaran baja yang menunjukkan mutu baja, pengelasan, dan sebagainya.

7) Penyimpanan dan Penanganan Bahan

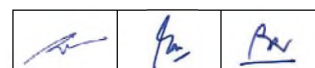
Bagian-bagian baja harus ditangani dan disimpan dengan hati-hati dalam tempat tertentu, rak atau landasan, dan tidak boleh bersentuhan langsung dengan permukaan tanah serta harus dilindungi dari korosi. Bahan harus dijaga agar bebas dari debu, minyak, gemuk dan benda-benda asing lainnya. Permukaan yang dicat harus dilindungi baik di bengkel maupun di lapangan. Baut-baut harus dilindungi dari kerusakan.

8) Perbaikan Terhadap Pekerjaan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a) Selama pengangkutan, penyimpanan, penanganan atau pemasangan, setiap sandaran yang mengalami kerusakan berat seperti melengkung atau penyok, harus diganti. Sandaran yang mengalami kerusakan pada pengelasan harus dikembalikan ke bengkel untuk diperbaiki pengelasannya dan digalvanisasi ulang.  
 b) Sandaran yang mengalami kerusakan pada galvanisasi atau pengecatan harus dikembalikan ke bengkel dan diperbaiki sampai baik. Kerusakan kecil pada pekerjaan cat mungkin dapat diperbaiki di lapangan, sesuai dengan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

9) Pemeliharaan Pekerjaan Yang Telah Diterima

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan atau gagal sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.13.1.8) di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan semua sandaran jembatan yang telah selesai dan diterima selama Masa Pelaksanaan.



### 7.13.2 BAHAN

#### 1) Baja

Bahan untuk sandaran jembatan harus baja rol dengan tegangan leleh 2.500 kg/cm<sup>2</sup> memenuhi SNI 6764:2016 atau standar lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Atas perintah Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menguji baja rol di instansi pengujian yang disetujui bilamana tidak terdapat sertifikat pabrik pembuatnya.

#### 2) Baut Pemegang (Holding Down Bolt)

Baut pemegang harus berbentuk U dan berdiameter 25 mm memenuhi ASTM A307-14e1 atau, bila disetujui oleh Pengawas Pekerjaan, setara dengan Baut Ankur Dengan Perekat Epoxy (*Epoxy Bonded Stud Anchor Bolts*). Paku ankur jenis lainnya tidak diizinkan. Semua baut pemegang harus diproteksi terhadap korosi atau digalvanisasi.

#### 3) Beton

Bahan pekerjaan beton mengacu kepada Seksi 7.1 dengan mutu beton  $f_c'$  30 MPa

### 7.13.3 PERALATAN

#### 1) Umum

Fabrikasi umumnya harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan dari Seksi 7.4 Baja Struktur. Sandaran harus difabrikasi di bengkel yang disetujui. Sambungan pada panel yang berbatasan harus sangat tepat (*match-marked*) untuk maksud pemasangan.




#### 2) Pengelasan

Pengelasan harus dilaksanakan oleh tenaga yang trampil, dengan cara yang ahli, mengetahui detail semua sifat-sifat bahan. Lapisan yang terekspos harus dikupas, digosok, dikikir dan dibersihkan untuk mendapatkan penampilan yang bersih sebelum digalvanisasi.

Pelat dasar harus dilas ke tiang-tiang untuk menghitung setiap ketinggian yang diberikan dalam Gambar dan dengan cara yang sedemikian hingga tiang-tiang ini akan tegak jika dalam posisi akhir.

#### 3) Galvanisasi

Semua bagian baja harus digalvanisasi sesuai dengan AASHTO M111M/M111-15 *Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products*, kecuali jika galvanisasi ini telah mempunyai tebal minimum 80 mikron. Pekerjaan pengeboran dan pengelasan harus sudah selesai sebelum galvanisasi. Agar kondensasi uap air dapat lolos setelah fabrikasi sebelum galavanisasi, pipa harus dilengkapi dengan lubang yang ditunjukkan dalam Gambar. Setiap penambahan lubang yang diperlukan untuk pengaliran atau diperlukan untuk galvanisasi harus diletakkan dalam posisi yang sedemikian hingga tidak langsung tampak dan tidak mengurangi kapasitas pipa terhadap beban. Pipa harus digalvanisasi luar dan dalam. Setelah galvanisasi elemen-elemen sandaran selesai, pengelasan atau pengeboran tidak boleh dilakukan tanpa persetujuan Pengawas Pekerjaan. Perbaikan galvanisasi, selanjutnya akan dilaksanakan (setelah semua karat, uap air, galvanisasi yang mengelupas, minyak dan benda-benda asing lainnya telah

		
---	---	---

dibersihkan) dengan 3 lapis cat dasar serbuk seng (*zinc dust*) yang bermutu tinggi dan awet seperti yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

#### 7.13.4 PELAKSANAAN

Pemasangan harus sesuai dengan Seksi 7.4 Baja Struktur. Sandaran harus dipasang dengan hati-hati sesuai dengan garis dan ketinggian yang ditunjukkan dalam Gambar. Sandaran harus disetel dengan hati-hati sebelum dimatikan agar dapat memperoleh sambungan yang tepat, alinyemen yang benar dan lendutan balik (*camber*) pada seluruh panjang. Persetujuan dari Pengawas Pekerjaan harus diperoleh sebelum sandaran dimatikan. Penyedia Jasa akan memberitahukan Pengawas Pekerjaan bilamana pemeriksaan dan persetujuannya diperlukan.

#### 7.13.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

##### 1) Cara Pengukuran

Sandaran baja harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah meter panjang sandaran dari jenis yang ditunjukkan dalam Gambar, selesai di tempat dan diterima. Pengukuran harus dilaksanakan sepanjang permukaan elemen-elemen sandaraan antara pusat-pusat tiang tepi dan harus termasuk semua tiang-tiang bagian tengah, penyangga sandaran dan elemen-elemen ujung. Tidak ada pembayaran tersendiri yang dibuat untuk pelat dasar, baut pemegang, panel-panel yang dimasukkan dan setiap perlengkapan lain yang diperlukan untuk menyelesaikan sandaran. Untuk tangga, pengukuran dilaksanakan dalam meter panjang yang diambil sepanjang permukaan atas pegangan (*hand rail*).

##### 2) Dasar Pembayaran

Kuantitas sandaran baja diukur seperti yang disyaratkan di atas akan dibayar dengan Harga Kontrak per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang tercantum di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga. Harga dan pembayaran yang demikian harus dipandang sebagai kompensasi penuh untuk penyediaan sandaran, tiang-tiang tepi dan bagian tengah, penyangga sandaran, pelat dasar, baut pemegang, panel-panel yang dimasukkan, panel dan perlengkapan ujung, ditambah pengiriman, pema-sangan, penanganan permukaan dan penyediaan semua pekerja, peralatan, perkakas dan lain-lain yang diperlukan untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.13.(1)	Sandaran ( <i>Railing</i> )	Meter Panjang



## SEKSI 7.14

## PAPAN NAMA JEMBATAN

## 7.14.1 UMUM

1) Uraian

Arti dari papan nama jembatan dalam Spesifikasi ini adalah papan monumen yang menerangkan nama, nomor, lokasi, tahun pembuatan, panjang jembatan yang dipasang di parapet jembatan. Pekerjaan ini terdiri dari penyediaan dan pemasangan papan nama jembatan dalam bentuk dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Pengamanan Lingkungan Hidup     | : | Seksi 1.17 |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| c) | Adukan Semen                    | : | Seksi 7.8  |
| d) | Pasangan Batu                   | : | Seksi 7.9  |

## 7.14.2 BAHAN

Bahan yang digunakan adalah marmer atau batu alam dengan ukuran sesuai dengan Gambar. Papan nama ini harus diukir nama dan lambang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR), dan nama jembatan yang telah disetujui secara tertulis, jumlah bentang, panjang jembatan, tipe jembatan dan lokasi jembatan (dinyatakan Km. dari kota asal, dan GPS dengan 4 digit) jenis dan kedalaman fondasi yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

## 7.14.3 PERALATAN

Peralatan yang digunakan untuk memasang papan nama jembatan harus disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan.




## 7.14.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

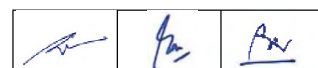
Kuantitas yang dibayar adalah jumlah aktual papan nama jembatan yang telah selesai dipasang dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas yang diukur seperti disyaratkan di atas harus dibayar berdasarkan Harga Kontrak per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang tercantum di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut sudah merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan bahan, pekerja, peralatan, perkakas dan semua keperluan lainnya atau biaya untuk menyelesaikan pekerjaan yang sebagaimana mestinya seperti disyaratkan dalam Seksi ini.

		
---	---	---

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.14.(1)	Papan Nama Jembatan	Buah



## SEKSI 7.15

## PEMBONGKARAN STRUKTUR

## 7.15.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini harus mencakup pembongkaran, baik keseluruhan ataupun sebagian, dan pembuangan bahan hasil pembongkaran jembatan lama, gorong-gorong, tembok kepala dan apron, bangunan dan struktur lain sehingga memungkinkan pembangunan atau perluasan atau perbaikan struktur yang mempunyai fungsi yang sama seperti struktur yang lama (atau bagian dari struktur) yang akan dibongkar.
- b) Pekerjaan harus juga meliputi pembuangan bahan ke tempat yang ditunjuk oleh Direski Pekerjaan menurut Pasal 7.15.1.1.a) di atas, yang meliputi baik pembuangan atau pengamanan, penanganan, pengangkutan, penyimpanan dan pengamanan dari kerusakan atas bahan yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Sebelum melakukan pekerjaan Penyedia Jasa berkewajiban menyiapkan metode pelaksanaan kerja dan mempresentasikan kepada Pengawas Pekerjaan.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini




- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Kajian Teknis Lapangan                | : | Seksi 1.9  |
| c) | Pengamanan Lingkungan Hidup           | : | Seksi 1.17 |
| d) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| e) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi        | : | Seksi 7.1  |
| f) | Pasangan Batu                         | : | Seksi 7.9  |

3) Pengajuan Kesiapan Kerja

Seluruh bahan bongkaran yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan untuk diamankan harus segera diukur segera setelah pekerjaan pembongkaran dan suatu catatan tertulis yang memberikan data lokasi semula, sifat, kondisi dan kuantitas bahan harus dilaporkan kepada Pengawas Pekerjaan.

4) Kewajiban Penyedia Jasa untuk Mengamankan Bahan dan Struktur Lama

Bilamana pelebaran, perpanjangan atau peningkatan lain terhadap jembatan atau gorong-gorong yang memerlukan pembongkaran lantai, gelegar, tembok kepala, atau bagian struktur lainnya, pembongkaran semacam ini harus dilaksanakan tanpa menimbulkan kerusakan pada bagian struktur yang akan dipertahankan. Setiap kerusakan atau, kehilangan, bagian yang diamankan atau dilepas sementara, atau setiap kerusakan pada bagian struktur yang akan dipertahankan akibat kelalaian Penyedia Jasa, harus diperbaiki kembali atas biaya Penyedia Jasa.

		
---	---	---

5) Pengaturan Pembuangan Sisa Bahan Bangunan

Penyedia Jasa harus melakukan seluruh pengaturan yang diperlukan dengan Pemilik Tanah dan menanggung semua biaya, untuk memperoleh lokasi yang sesuai untuk pembuangan akhir sisa bahan bangunan dan penyimpanan sementara untuk bahan yang diamankan.

6) Pengaturan Lalu Lintas

Jembatan, gorong-gorong dan struktur lain yang digunakan oleh lalu lintas tidak boleh dibongkar sampai pengaturan untuk memperlancar arus lalu lintas dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan sesuai dengan ketentuan Seksi 1.8, Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas.

7.15.2 **PROSEDUR PEMBONGKARAN**1) Pelepasan Struktur




- a) Jembatan baja dan jembatan kayu, bila disyaratkan oleh Pengawas Pekerjaan untuk diamankan, harus dilepas dengan hati-hati tanpa menimbulkan kerusakan.
- b) Jembatan kayu dengan bentang lebih besar dari 2,0 m atau bagian yang perlu disesuaikan atau terganggu karena Pekerjaan harus dilepas seperlunya dengan dan dipasang kembali dengan bahan semula. Struktur kayu di atas dua tumpuan dengan bentang kurang dari 2,0 m yang menghalangi kegiatan Pekerjaan harus dibongkar dengan hati-hati dan diserahkan kepada Pengguna Jasa atau dipindahkan sebagaimana yang diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Pembongkaran Struktur

- a) Terkecuali diperintahkan lain, bangunan bawah jembatan dari struktur lama harus dibongkar sampai dasar sungai asli dan bagian yang tidak terletak pada sungai harus dibongkar paling sedikit 30 cm di bawah permukaan tanah aslinya. Bilamana bagian struktur lama semacam ini terletak seluruhnya atau sebagian dalam batas-batas untuk struktur baru, maka bagian tersebut harus dibongkar seperlunya untuk memudahkan pembangunan struktur yang diusulkan dan setiap lubang atau rongga harus ditimbun kembali dan dipadatkan sampai dapat diterima oleh Pengawas Pekerjaan.
- b) Peledakan atau operasi lainnya yang diperlukan untuk pembongkaran terhadap struktur lama atau penghalang, yang dapat merusak struktur baru, harus selesai dikerjakan sebelum penempatan setiap pekerjaan baru di sekitarnya, terkecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

7.15.3 **PEMBUANGAN BAHAN BONGKARAN**1) Bahan Yang Diamankan

- a) Semua bahan yang diamankan tetap menjadi milik Pengguna Jasa yang sah sebelum pekerjaan pembongkaran dilakukan. Tidak ada bahan bongkaran yang akan menjadi milik Penyedia Jasa.

		
---	---	---

- b) Semua bahan yang diamankan harus disimpan sebagaimana yang diminta oleh Pengawas Pekerjaan.
- c) Terkecuali tidak dituntut secara tertulis oleh Pengawas Pekerjaan, semua beton yang dibongkar yang ukuran bahannya cocok untuk pasangan batu kosong (*rip rap*) dan tidak diperlukan untuk digunakan dalam proyek, harus ditumpuk pada lokasi yang ditunjuk oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Bahan yang Dibuang

Bahan dan sampah yang tidak ditetapkan untuk dipertahankan atau diamankan dapat dibakar atau dikubur atau dibuang seperti yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

#### 7.15.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Cara Pengukuran

Kuantitas yang dihitung untuk pembongkaran untuk semua jenis bahan harus berdasarkan jumlah aktual dari hasil pembongkaran dalam meter kubik, kecuali untuk pembongkaran bangunan gedung, pembongkaran rangka baja termasuk lantai jembatan, pembongkaran lantai jembatan kayu, pembongkaran jembatan kayu dalam meter persegi dan pembongkaran batangan baja dalam meter panjang.

Untuk pengangkutan hasil bongkaran ke tempat penyimpanan atau pembuangan yang melebihi 5 km harus dibayar per kubik meter per kilometer.

2) Dasar Pembayaran

Pekerjaan diukur seperti ditentukan di atas harus dibayar berdasarkan Harga Kontrak per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga, di mana harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk pembuangan atau pengamanan, penanganan, pengangkutan, penyimpanan dan pengamanan dari kerusakan, untuk semua pekerja, peralatan, perkakas, dan semua pekerjaan lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang sebagaimana mestinya seperti disyaratkan dalam Seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.15.(1)	Pembongkaran Pasangan Batu	Meter Kubik
7.15.(2)	Pembongkaran Beton	Meter Kubik
7.15.(3)	Pembongkaran Beton Pratekan	Meter Kubik
7.15.(4)	Pembongkaran Bangunan Gedung	Meter Persegi
7.15.(5)	Pembongkaran Rangka Baja	Meter Persegi
7.15.(6)	Pembongkaran Balok Baja ( <i>Steel Stringers</i> )	Meter Panjang
7.15.(7)	Pembongkaran Lantai Jembatan Kayu	Meter Persegi

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.15.(8)	Pembongkaran Jembatan Kayu	Meter Persegi
7.15.(9)	Pengangkutan Hasil Bongkaran yang melebihi 5 km	Meter Kubik per km

## SEKSI 7.16

## DRAINASE LANTAI JEMBATAN

## 7.16.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan drainase lantai adalah elemen yang ada pada sepanjang lantai untuk membuang air dari lantai tanpa mengenai elemen lain.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam seksi ini harus mencakup penyediaan dan pemasangan *deck drain*, pipa penyalur, pipa drainase untuk jembatan yang terbuat dari pipa baja yang sudah digalvanisasi, pipa pvc, dan pekerjaan lainnya seperti galvanisasi, pengecatan, angkur dudukan, sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan dan memenuhi spesifikasi ini.

2) Pekerjaan Seksi Lain yang Berkaitan dengan Seksi Ini

- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Pengamanan Lingkungan Hidup     | : | Seksi 1.17 |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| c) | Manajamen Mutu                  | : | Seksi 1.21 |
| d) | Beton                           | : | Seksi 7.1  |
| e) | Baja Struktur                   | : | Seksi 7.4  |
| f) | Adukan Semen                    | : | Seksi 7.8  |

3) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI):

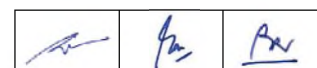
- |                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| SNI 06-0162-1987   | : | Pipa PVC untuk saluran air buangan di dalam dan di luar bangunan.            |
| SNI 06-0178-1987   | : | Pipa PVC untuk saluran air buangan di luar dan di dalam bangunan, Sambungan. |
| SNI 07-0722-1989   | : | Baja canai panas untuk konstruksi umum.                                      |
| SNI 02-2406-1991   | : | Tata cara ini memuat perencanaan drainase perkotaan.                         |
| SE No.23/SE/M/2015 | : | Pedoman perancangan drainase jembatan.                                       |

AASHTO:

- AASHTO M111M/M111-15 : *Zinc (Hot-Dip Galvanized)Coatings on Iron and Steel Products.*

ASTM:

- |               |   |   |
|---------------|---|---|
| ASTM A252-10  | : | <i>Standard Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles</i>  |
| ASTM D2665-14 | : | <i>Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings.</i>  |
| ASTM D4396-15 | : | <i>Standard Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds for Plastic Pipe and Fittings Used in Nonpressure Applications.</i> |



American Welding Society:

AWS D1.5M/D1.5:2015 : *Bridge Welding Code.*

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar kerja untuk disetujui Pengawas Pekerjaan untuk setiap jenis pipa drainase dan *deck drain* yang akan dipasang. Tidak boleh dimulai sebelum Gambar Kerja disetujui.
- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan sertifikat pabrik pembuat pipa drainase yang menunjukkan mutu baja, pengelasan, dan sebagainya.

5) Penerimaan Bahan

Bahan yang diterima harus diperiksa oleh pengawas penerimaan bahan dengan mengecek/ memeriksa bukti tertulis yang menunjukkan bahwa bahan-bahan yang telah diterima harus sesuai dengan ketentuan persyaratan bahan pada Pasal 7.16.2 dari Spesifikasi ini.

6) Penyimpanan dan Penanganan Bahan

Bagian-bagian pipa harus ditangani dan disimpan dengan hati-hati dalam tempat tertentu, rak atau landasan, dan tidak boleh bersentuhan langsung dengan permukaan tanah serta harus dilindungi dari korosi.

7) Perbaikan Terhadap Pekerjaan yang Tidak Memenuhi Ketentuan.

- a) Selama pengangkutan, penyimpanan, penanganan atau pemasangan, setiap pipa drainase yang mengalami kerusakan berat seperti melengkung atau penyok, harus diganti. Pipa drainase yang mengalami kerusakan pada pengelasan harus dikembalikan ke bengkel untuk diperbaiki pengelasannya dan digalvanisasi ulang.
- b) Pipa drainase yang mengalami kerusakan pada galvanisasi atau pengecatan harus dikembalikan ke bengkel dan diperbaiki sampai baik. Kerusakan kecil pada pekerjaan cat mungkin dapat diperbaiki di lapangan, sesuai dengan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

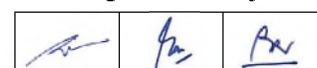
8) Pemeliharaan Pekerjaan yang Telah Diterima

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan atau gagal sebagaimana disyaratkan dalam Butir 7.16.1.7) di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggung jawab atas pemeliharaan semua pipa drainase jembatan yang telah selesai dan diterima selama Masa Pelaksanaan.

## 7.16.2 BAHAN

1) Baja

Bahan untuk Deck Drain berbahan besi tuang yang terpasang dengan bentuk sesuai gambar. Diameter pipa drainase jembatan minimum 150 mm (6 *inch*) dan tebal minimal 2 mm atau sesuai Gambar yang terbenam atau terpasang pada struktur jembatan. Mutu pipa baja dengan tegangan leleh 280 MPa dan harus memenuhi standar SNI 07-0722-1989 atau ASTM A252-10, atau standar lain yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.





Atas perintah Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menguji baja di instansi pengujian yang disetujui apabila tidak terdapat sertifikat pabrik pembuatnya.

Semua bagian baja harus digalvanisasi sesuai dengan AASHTO M111M/M111-15, kecuali jika galvanisasi ini telah mempunyai tebal minimum 80 mikron.

2) PVC

Bahan untuk pipa PVC harus sesuai dengan SNI 06-0162-1987 dan SNI 06-0178-1987 atau sesuai dengan ASTM D2665-14 dengan bahan dasar (*basic material*) yang terbuat dari *virgin PVC compounds* yang memenuhi kelas 12454 menurut ASTM D1784-11.

### 7.16.3 PELAKSANAAN

Pemasangan harus sesuai dengan garis dan ketinggian dan lokasi yang ditunjukkan dalam Gambar. Panjang pipa drainase harus melebihi 200 mm dari bagian elevasi terbawah dari elemen struktur utama bangunan atas.

### 7.16.4 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Pipa drainase dan pipa penyalur harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah meter panjang pipa seperti yang ditunjukkan dalam Gambar. Pengukuran harus dilaksanakan sepanjang pipa drainase terpasang sesuai gambar dan spesifikasi yang telah ditentukan.

*Deck Drain* harus diukur untuk pembayaran dalam buah, dari jenis yang ditunjukkan dalam Gambar, selesai di tempat dan diterima. Pengukuran harus dilaksanakan sejumlah buah yang terpasang dengan sesuai Gambar dan Spesifikasi yang telah disyaratkan.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas pipa drainase, pipa penyalur dan *Deck Drain* diukur seperti yang disyaratkan di atas akan dibayar dengan Harga Kontrak per satuan pengukuran untuk mata pembayaran yang tercantum di bawah dan ditunjukkan dalam daftar kuantitas dan harga. Harga dan pembayaran yang demikian harus dipandang sebagai kompensasi penuh untuk penyediaan, pengiriman, penyambungan, pemasangan, penanganan permukaan, pengelasan, *grouting*, *braket*, *drain hopper* dan penyediaan semua pekerja, peralatan, perkakas dan lain-lain yang diperlukan untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam seksi ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.16.(1)	<i>Deck drain</i>	Buah
7.16.(2a)	Pipa Drainase Baja diameter 150 mm	Meter Panjang
7.16.(2b)	Pipa Drainase Baja diameter ..... mm	Meter Panjang
7.16.(3a)	Pipa Drainase PVC diameter 150 mm	Meter Panjang

<b>Nomor Mata Pembayaran</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan Pengukuran</b>
7.16.(3b)	Pipa Drainase PVC diameter .... mm	Meter Panjang
7.16.(4)	Pipa Penyalur PVC	Meter panjang

## SEKSI 7.17

## PENGUJIAN PEMBEBANAN JEMBATAN

## 7.17.1 UMUM

1) Uraian

Pengujian pembebanan jembatan dilaksanakan dengan tujuan untuk:

- a) Mengetahui tingkat keselamatan jembatan.
- b) Menentukan tingkat keamanan konstruksi struktur terhadap beban layan.
- c) Menentukan kondisi awal operasi penggunaan jembatan yang didasarkan dari kekakuan jembatan yang didapatkan dari nilai frekuensi dasar jembatan.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                       |   |            |
|----|---------------------------------------|---|------------|
| a) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | : | Seksi 1.8  |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| c) | Beton dan Beton Kinerja Tinggi        | : | Seksi 7.1  |
| d) | Beton Pratekan                        | : | Seksi 7.2  |
| e) | Baja Struktur                         | : | Seksi 7.4  |

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI):

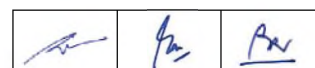
- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 1725:2016    | : | Pembebanan untuk Jembatan                 |
| SK SNI T-12-2004 | : | Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan |
| SK SNI T-03-2005 | : | Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan  |

4) Pengajuan Kesiapan Kerjaa) Persiapan Teknis

Beberapa hal yang perlu dilaksanakan dalam persiapan teknis ini di antaranya:

- i) Mengumpulkan gambar dan dokumen perancangan.
- ii) Melakukan komunikasi (diskusi) dengan perancang jembatan yang akan diuji serta pelaksana konstruksi untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi desain, dan konstruksi jembatan sehingga dapat lebih mudah dalam memprediksi perilaku jembatan.
- iii) Melakukan kajian pada gambar dan dokumen perancangan terkait dengan analisa struktur dan pemodelan jembatan.

Sebelum melaksanakan pengujian di lapangan, perlu dilakukan pengkajian mengenai data perancangan jembatan, meliputi gambar dan data rancangan/desain (*Drawings*) dan juga data dan gambar jembatan setelah pembangunan (*As Built Drawings*). Dari pengkajian dua macam dokumen ini, bisa didapatkan gambaran mengenai kondisi jembatan saat perancangan dan pembangunan, sehingga dapat diprediksi kondisi jembatan saat ini berdasarkan



hasil *desk study*, apakah terdapat perubahan dari rancangan/desain dengan pembangunan di lapangan.

b) Persiapan Administratif

Persiapan administratif mencakup penyelesaian surat-menyurat dan perizinan di lokasi pengujian. Proses perizinan ini melibatkan Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Perhubungan, dan Kepolisian setempat. Jenis surat yang perlu dipersiapkan di antaranya:

i) Surat Permohonan Izin Pelaksanaan Pengujian

Surat Permohonan Izin Pelaksanaan Pengujian ini diberikan lampiran berupa proposal teknis rencana pengujian. Surat Permohonan Izin Pelaksanaan Pengujian ini ditujukan pada:

- 1) Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional untuk Jalan Nasional.
- 2) Dinas PU/Kimpraswil Provinsi untuk Jalan Provinsi.
- 3) Dinas PU/Kimpraswil Kabupaten/Kota untuk Jalan Kabupaten/Kota.

ii) Surat Permohonan Kerjasama Pelaksanaan Pengujian

- 1) Kepolisian untuk Jalan Nasional.
- 2) Dinas Perhubungan Provinsi dan Kepolisian Daerah untuk Jalan Provinsi.
- 3) Dinas Perhubungan Kabupaten/Kota dan Kepolisian Resort untuk Jalan Kabupaten/Kota.

Setelah proses perizinan ini mendapatkan persetujuan, maka pengujian pembebanan pada jembatan dapat dilaksanakan.

## 7.17.2 PERALATAN

Setiap alat yang akan digunakan harus dipastikan terlebih dahulu dalam keadaan baik dan telah dikalibrasi, sehingga siap dipergunakan.

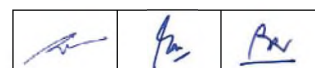
1) Peralatan Utama

a) Peralatan Uji Visual

Peralatan utama yang diperlukan saat pelaksanaan uji visual selain formulir pemeriksaan detail kondisi jembatan ditentukan jenis peralatan untuk jembatan struktur baja dan struktur beton, di antaranya:

i) Jembatan Struktur Baja :

- 1) *Crack Detection Microscoupe/Crack Meter*
- 2) *Kunci momen (torgue wrench)*
- 3) *Total Station*
- 4) *Waterpass*



ii) Jembatan Struktur Beton :

- 1) UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*)
- 2) *Hammer Test*
- 3) *Crack Detection Microscoupe/Crack Meter*
- 4) *Total Station*
- 5) *Waterpass*

b) Peralatan Uji Beban Statik

Peralatan utama yang diperlukan saat pelaksanaan uji beban statik di antaranya:

i) Strain Gauge

*Strain gauge* memiliki kekhususan tersendiri untuk struktur baja dan beton, sehingga dalam penggunaannya, untuk pengujian statik di jembatan baja digunakan strain gauge baja, dan untuk di struktur beton digunakan *strain gauge* beton.

- ii) *Data Logger Static*
- iii) *Switch Box* (jika dibutuhkan)
- iv) *Total Station*
- v) Truk Uji

c) Peralatan Uji Beban Dinamis

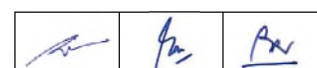
Peralatan utama yang diperlukan saat pelaksanaan uji beban dinamik di antaranya:

- i) *Blastmate* atau *Accelerometer* 3 arah
- ii) *Data Logger Dynamic*
- iii) *Switch Box* (jika dibutuhkan)
- iv) Balok Uji
- v) Truk Uji

2) Peralatan Pendukung Pengujian

Peralatan pendukung pada saat pelaksanaan pengujian, di antaranya:

- a) Kelengkapan Memanjat (untuk memasang sensor, dll)
- b) Baju Lapangan
- c) Safety hat
- d) *Handy Talky*
- e) PiloX
- f) Palu + Paku (secukupnya)
- g) Plastik Tipis (pelindung hujan)
- h) *Double Tape*
- i) Gunting
- j) Kamera Digital
- k) *Handycam*
- l) *Walking Measure*



3) Peralatan Keselamatan Kerja




Peralatan keselamatan kerja diperlukan dan harus dipersiapkan untuk menghindari terjadinya kejadian yang tidak dikehendaki pada waktu melakukan pekerjaan pengujian maupun persiapan. Beberapa peralatan keselamatan kerja yang dibutuhkan di antaranya:

- a) Peralatan *Safety Hat*, berguna untuk melindungi kepala dari jatuhnya maupun benturan benda keras selama pelaksanaan pengujian maupun persiapan/pemasangan alat.
- b) *Safety shoes*, berguna untuk menghindarkan terpeleset karena licin atau melindungi kaki dari kejatuhan benda keras dan sebagainya.
- c) Sarung tangan, dibutuhkan pada waktu mengerjakan pekerjaan yang berhubungan dengan bahan yang keras, misalnya membuka atau mengencangkan baut dan sebagainya.
- d) *Safety Belt*, berguna untuk melindungi tubuh dari kemungkinan terjatuh, terutama pada saat memasang peralatan sensor.
- e) *Full body harness*, untuk bekerja di ketinggian melebihi 1,24 meter, berguna untuk melindungi tubuh dari kemungkinan terjatuh, terutama pada saat memasang peralatan sensor.

7.17.3 **PELAKSANAAN**1) Aturan Pengujian Beban

Pada uji pembebanan struktur jembatan, beberapa hal yang perlu diperhatikan di antaranya:

- a) Pengujian harus memberikan informasi mengenai kondisi tegangan dan deformasi bagian utama dalam struktur jembatan.
- b) Pengujian harus mencerminkan daya dukung beban struktur  
 Daya dukung merupakan indeks sintetik mekanika fisik dari struktur, termasuk kekuatan, kekakuan, stabilitas respon, dinamis, dan lain-lain. Hal ini juga berbeda untuk sistem struktural yang berbeda. Oleh karena itu, dalam dasar analisis struktural sebelumnya, metode yang tepat harus diadopsi dalam pengujian untuk mengevaluasi daya dukung beban struktur.
- c) Beban uji harus tidak menyebabkan kerusakan struktur  
 Tujuan dari pengujian pembebanan jembatan adalah untuk memperoleh kapasitas beban aktual jembatan dan menjamin pelayanan yang aman di bawah beban lalu lintas. Oleh karena itu, pengujian yang dilakukan tidak boleh menyebabkan kehancuran atau kerusakan pada struktur jembatan. Dari pelaksanaan pengujian, tidak menyebabkan kerusakan retak baru, tidak ada beton terkelupas atau kerusakan lainnya, lendutan maksimum dikontrol dalam rentang yang diizinkan, dan regangan penampang I stres dikendalikan tidak melebihi nilai yang diizinkan.

		
---	---	---

2) Dokumen Pengujiana) Kertas kerja

Untuk mendukung pelaksanaan pengujian, diperlukan beberapa kertas kerja yang berisi catatan mengenai:

i) Dokumen perencanaan

Dokumen perencanaan terdiri dari: as built drawing, spesifikasi teknis, dan analisa struktur.

ii) Data Kriteria Teknis

Kriteria teknis jembatan di antaranya yaitu:

Tabel 7.17.3.1) Kriteria Teknis Jembatan

Uraian	Satuan	Kriteria Teknis/Indeks
Jumlah Lajur		
Beban Lalu Lintas		
Kecepatan lalu lintas desain	km/jam	
Referensi periode desain	tahun	
Jumlah lebar lantai jembatan	m	
Lebar Jalur mobil	m	
Lebar jalur motor	m	
Kemiringan longitudinal dek	m	
Kemiringan melintang dek	%	
Radius kurva vertikal	%	
Kecepatan air desain	m	
Kecepatan angin desain	m/detik	
Tahan Gempa	m/detik	
Level muka air desain	m	

iii) Data Material

Komponen data material utama yang digunakan pada pembangunan jembatan.

b) Form Pengujian

Sebagai acuan dalam pelaksanaan pengujian di lapangan, maka diperlukan beberapa form isian yang dapat digunakan sebagai sarana untuk mencatat hasil pengujian serta memberikan gambaran mengenai langkah-langkah pengujian beserta hasilnya. Form pengujian yang digunakan dapat diambil dari BMS. Form yang digunakan di antaranya terdiri dari:

i) Form Pemeriksaan Detail Kondisi Jembatan (Visual)

Form Pemeriksaan Detail Kondisi Jembatan (Visual) berisi mengenai:

- 1) Identitas jembatan, meliputi: nomor, nama, dan lokasi jembatan
- 2) Waktu pemeriksaan dan identitas pemeriksa
- 3) Elemen yang perlu dilakukan pemeriksaan
- 4) Jenis tindakan yang perlu dilakukan Foto dokumentasi jembatan

- 5) Daftar kerusakan elemen
- 6) Evaluasi elemen
- 7) Catatan dan gambar

ii) Form Pengujian Beban Statis

Form Pengujian Behan Statik berisi mengenai:

- 1) Identitas jembatan, meliputi: nomor, nama, dan lokasi jembatan.
- 2) Waktu pemeriksaan dan identitas pemeriksa.
- 3) Informasi jumlah dan posisi beban yang digunakan (berupa table dan gambar)
- 4) Informasi jumlah dan posisi sensor yang digunakan (berupa tabel dan gambar)
- 5) Catatan hasil pengamatan lendutan

iii) Form Pengujian Beban Dinamis

Form Pengujian Behan Dinamis berisi mengenai:

- 1) Identitas jembatan, meliputi: nomor, nama, dan lokasi jembatan
- 2) Waktu pemeriksaan dan identitas pemeriksa.
- 3) Sketsa Penempatan alat pencatat getaran
- 4) Catatan hal-hal yang menjadi perhatian saat pelaksanaan pengujian

c) Proposal Pengujian

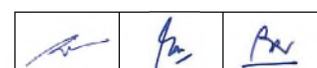
Proposal pengujian berisi uraian mengenai:

- i) Maksud dan tujuan pengujian
- ii) Metode yang akan dilaksanakan
- iii) Langkah-langkah pelaksanaan pengujian
- iv) Kebutuhan SDM dan peralatan
- v) Analisa basil pemodelan
- vi) Hasil yang diharapkan

3) Pengujian Lapangan

a) Pemeriksaan Visual

Pada pemeriksaan visual ini diperlukan tenaga ahli yang terlatih yang dapat mendeteksi hal-hal yang tidak normal yang terjadi pada strukturnya dan dapat membedakan jenis-jenis kerusakan yang terjadi dan penyebabnya. Sebagai contoh tenaga ahli tersebut harus mampu membedakan jenis-jenis retak yang mungkin terjadi pada struktur beton.



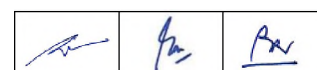


Tahapan yang dilaksanakan pada pemeriksaan visual:

- i) Lakukan pemeriksaan kondisi umum jembatan
- Dilakukan pemeriksaan detail yang pada pelaksanaannya mencatat kerusakan atau kelainan penting yang terdapat pada elemen-elemen struktur jembatan secara detail.
- ii) Lakukan pemeriksaan retak dengan alat UPV dan alat pengukur retak untuk jembatan beton.
- Pemeriksaan retakan diperlukan untuk mendapatkan data yang akurat dan lengkap mengenai kondisi retak yang ada sehingga dapat diambil kesimpulan seberapa jauh retakan yang ada mempengaruhi struktur serta untuk mengetahui atau mengindikasikan penyebab terjadinya keretakan.
- Alat yang digunakan untuk memeriksa kedalaman keretakan ini adalah Pundit yaitu alat pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dan untuk lebar retak digunakan *crackmeter* dengan menggunakan tambahan berupa kaca pembesar untuk mengukur lebar retak yang terjadi. Untuk dapat membedakan jenis-jenis retak tersebut beserta penyebabnya, perlu dilakukan penyelidikan yang mendalam mengenai pola retak yang terjadi. Dari penyelidikan tersebut bisa didapat dugaan-dugaan awal mengenai penyebab retak.
- Dari pengujian dengan alat UPV dan pengukur retak ini akan didapatkan data-data kedalaman, lebar dan panjang retak serta ada tidaknya rongga atau keropos pada betonnya. Elemen-elemen jembatan yang diperiksa kondisinya (kemungkinan retaknya) adalah bagian-bagian yang bersifat struktural dan terbuat dari beton yaitu kepala jembatan, pilar, gelagar dan pelat lantai jembatan.
- iii) Lakukan pengujian tekan yang lebih akurat mengenai kuat tekan beton.
- Dari hasil pemeriksaan visual ini, dapat dituangkan dalam proposal pengujian pembebanan yang di dalamnya berisi penentuan jumlah beban dan pemodelan pengujian dengan sudah mempertimbangkan jika terdapat kerusakan yang telah terjadi pada jembatan.

b) Pengujian Beban Statis

- i) Kriteria beban yang dikerjakan pada struktur:
- 1) Total beban statis yang diberikan harus dihitung sedemikian rupa sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada elemen struktur jembatan. Dalam beberapa pengujian besarnya beban yang diambil tidak melebihi 50% beban UDL.
  - 2) Total beban harus didistribusikan ke dalam sejumlah titik pembebanan sehingga dapat mewakili beban lalu lintas yang sebenarnya.
  - 3) Beban diberikan secara bertahap, mulai dari posisi beban yang memberikan efek minimal.
  - 4) Beban yang diberikan simetris.
  - 5) Dari tahap beban ke beban berikutnya harus diberi jarak waktu yang cukup untuk struktur merespon beban yang diberikan.



Hal ini dapat dilihat apakah jembatan masih mengambil penammbahan lendutan atau tidak

ii) Tahapan pengujian:

1) Persiapan :

a) Persiapan Perencanaan (di kantor)

Perhitungan jumlah beban dan konfigurasi truk yang digunakan:

Jumlah beban yang akan diterapkan tergantung pada rencana beban yang akan diterapkan, dengan tetap memegang prinsip bahwa pengujian yang dilakukan adalah pengujian yang tidak merusak (*non destructive test*), sehingga penentuan jumlah beban yang digunakan sebisa mungkin tidak akan menyebabkan kerusakan pada jembatan yang diuji namun tetap dapat menghasilkan data sesuai dengan yang diperlukan.

b) Persiapan Pelaksanaan (di lapangan)

i) Setelah persiapan awal dan investigasi lapangan, atur item-item pengujian bila perlu .

ii) Tandai posisi pembebanan pada lantai sesuai dengan titik-titik pengujian dan tanda-tanda acuan yang telah ditetapkan sebelumnya

iii) Pemasangan Sensor

Strain gauge ditempatkan pada titik yang akan memiliki tegangan terbesar. Lokasi tersebut disesuaikan dengan hasil pemodelan yang telah dilaksanakan oleh ahli jembatan .

iv) Setel Alat: *Data Logger Static* dan *switch box* jika jumlah sensor melebihi kapasitas data *logger*.

v) Periksa kondisi sensor dan alat siap digunakan dan tidak ada gangguan.




vi) Hubungkan instrumen dan perlengkapan, periksa apakah masing-masing sistem bekerja segera setelah elektrifikasi.

vii) Tempatkan *Total Station* di lokasi yang dapat menjangkau seluruh penampang jembatan.

viii) Persiapan Truk Uji

Truk yang akan digunakan sebagai beban pada saat pengujian harus dipersiapkan terlebih dahulu sesuai dengan jumlah beban yang direncanakan dan ketersediaannya di lokasi pengujian.

Truk yang akan digunakan harus tercatat konfigurasi dan jumlah bebannya, sehingga perlu dilakukan penimbangan terlebih dahulu.

		
---	---	---

Timbangan yang digunakan untuk mengetahui beban truk harus dikalibrasi terlebih dahulu agar dapat menunjukkan jumlah beban yang akurat.

- ix) Pemeriksaan dan Kekencangan Baut  
Untuk pengujian jembatan konstruksi baja, pastikan semua baut dalam kondisi terpasang dengan baik dan kencang sesuai dengan momen kekencangannya.
- x) Tentukan waktu pembebanan sesuai dengan kondisi lapangan dan cuaca.

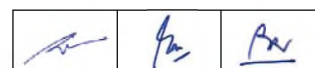
## 2) Pelaksanaan Pengujian

### Pengujian Beban Loading dan Un-loading

- a) Pastikan kembali kondisi semua alat tetap dalam kondisi baik, terutama *strain gauge*
- b) Catat kondisi awal (inisiasi) dengan menekan tombol data *logger static* sehingga didapat data pembacaan sensor awal.
- c) Lakukan pembacaan pada *total station* untuk semua lokasi pengamatan (TS-0) pada awal truk tiba, dan setelah truk diam.
- d) Tempatkan truk pada tengah bentang sesuai dengan perencanaan awal secara bertahap hingga keseluruhan truk berada di jembatan dan semua data terbaca setiap tahapannya.
- e) Skema pembebanan:

Pembebanan dilakukan secara bertahap untuk melihat perilaku jembatan pada saat pengujian maupun paska pengujian. Skema pembebanan statik adalah sebagai berikut:

- i) Loading :
  - Tahap 1, tidak ada truk
  - Tahap 2, truk yang digunakan 4 buah ditempatkan di masing-masing pinggir kiri dan kanan bentang jembatan
  - Lanjutkan terus setiap tahapan hingga truk mencapai tengah bentang atau hingga batas maksimum beban yang direncanakan
  - Setiap tahapan selalu dicatat kondisi lendutan yang terjadi dan dikoordinasikan dengan tenaga ahli struktur untuk mendapatkan instruksi selanjutnya.
- ii) Un-loading :
  - Tahap Un-loading 1, truk memenuhi setengah bentang jembatan



- Tahap Un-loading 2, truk yang digunakan dikurangi 2 buah dan semua truk di depannya mundur sepanjang (10 + panjang truk) m.
- Lakukan terus hingga truk di jembatan kembali kosong.

Sepanjang pengujian, perpindahan struktur sebagaimana regangan elemen struktural di dalam lokasi kritisnya diukur dengan menggunakan berbagai teknik dan peralatan pengukuran.

Secara umum, perpindahan dapat dipertimbangkan suatu ukuran kekakuan struktural, sedangkan regangan adalah suatu ukuran kerja bahan di dalam struktur itu.

Perpindahan struktur akibat pembebanan statis dapat diukur dalam arah horisontal dan arah vertikal tetapi perpindahan vertikal, dinyatakan pada umumnya sebagai lendutan elemen struktural, diukur dalam setiap kasus, menggunakan *dial gauge (strain gauge)*, LVDT (*transducer* dengan perbedaan voltase linier) yang difabrikasi, pengukuran kerataan atau teknik pengukuran lain.

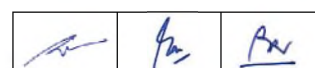
Nilai-nilai yang terukur dari perpindahan, kebanyakannya adalah lendutan, dibandingkan dengan nilai-nilai yang terhitung yang sesuai untuk beban standar, beban perancangan dan dan sesuai dengan kendaraan yang diterapkan pada pengujian.

### c) Pengujian Beban Dinamis

Uji dinamis pada jembatan jalan raya dapat dilakukan menggunakan pembebanan berikut:

- lalu-lintas normal,
- kendaraan atau mesin uji,
- pelepasan mendadak lendutan dengan mewujudkan suatu beban yang berkait dengan struktur,
- pembuatan gelombang eksitasi sinusoidal,
- alat masukan energi,
- pengereman kendaraan atau suatu mesin pada jembatan,
- Impak yang dihasilkan oleh suatu kendaraan yang berjalan melalui palang baku (dalam kasus jalan raya).

Pemeriksaan getaran jembatan dilakukan untuk mengetahui apakah perilaku getaran jembatan yang ada masih memenuhi kriteria-kriteria getaran jembatan atau tidak. Kriteria-kriteria getaran pada jembatan tersebut yaitu meliputi kriteria kekakuan, kriteria daya layan, kriteria kapasitas beban pikul dan kriteria redaman. Pengujian getaran dilakukan dengan memanfaatkan beban bergerak atau lalu lintas kendaraan yang bermuatan berat lewat. Pengukuran getaran jembatan menggunakan alat *vibrorecorder* yang menghasilkan rekaman getaran pada kertas film dengan sensor berupa transduser yang ditempatkan pada setengah bentang.



Pengujian seperti itu memberikan informasi tentang beberapa karakteristik dinamis yang dipilih dari jembatan secara umum. Selama pengujian dinamis, parameter berikut ini menandai perilaku dinamis suatu jembatan pada umumnya diukur:

- frekuensi alami
- bentuk mode,
- faktor redaman.

Secara sederhana, metode pengujian beban dinamis menggunakan alat sensor pencatat getaran adalah sebagai berikut:

- Siapkan alat sensor untuk mendapatkan getaran arah horisontal (dalam hal ini digunakan alat STS-WiFi)
- Tempatkan sensor pada puncak pilar/pangkal jembatan
- Tempatkan alat pencatat getaran di lokasi yang aman dan bebas dari gangguan
- Kalibrasikan alat pencatat getaran untuk mendapatkan rekaman yang baik.
- Lewatkan kendaraan (truk uji) pada sebuah balok kayu ukuran tertentu (sesuai perencanaan).
- Lakukan pencatatan getaran.

d) Pengendalian dan Keamanan Pengujian

Selama seluruh proses pelaksanaan pengujian, personil pengujian harus menguasai situasi lapangan untuk mengendalikan pembebanan. Hal tersebut akan memberikan dampak pengujian yang baik, di samping jaminan keamanan bagi personil, peralatan dan perlengkapan, serta jembatan. Terdapat beberapa komponen yang perlu diperhatikan, sebagai berikut:

i) Pengendalian pembebanan

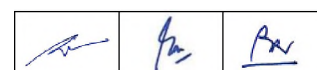
Luas pembebanan dan gaya internal per-bagian harus ditingkatkan secara gradual dari level yang lebih rendah ke level yang lebih tinggi langkah demi langkah dalam memenuhi prosedur pembebanan yang telah dispesifikasikan. Harus selalu siap untuk menghentikan pembebanan atau *unloading* pada setiap saat.

ii) Pengukuran titik pengujian

Titik-titik pengukuran harus diukur dan dikalkulasi selama seluruh proses uji pembebanan. Seluruh data harus dikumpulkan dan dianalisis untuk menentukan status pengujian setiap saat. Jika nilai pengukuran aktual jauh di bawah nilai kalkulasi, maka pembebanan harus dihentikan sementara untuk mengetahui alasan, kemudian untuk menentukan kalau pengujian akan berlanjut.

iii) Observasi pada proses pembebanan

Personil harus ditugaskan untuk mengobservasi titik-titik lemah struktur guna memeriksa apakah terdapat retakan, kerusakan, bunyi yang abnormal, getaran yang abnormal, dan sebagainya, pada uji pembebanan. Jika terjadi ketidak-normalan, maka hal tersebut harus dilaporkan segera untuk mengambil ukuran-ukuran dan tindakan yang relevan.



iv) Kriteria untuk menghentikan pembebanan

Pembebanan harus dihentikan jika terjadi hal-hal sebagai berikut:

- Tegangan pada titik pengukuran mencapai atau melebihi nilai kendali yang telah diperhitungkan dengan teori elastik menurut standar desain.
- Perpindahan/defleksi titik pengukuran melebihi nilai yang diperkenankan.
- Distribusi defleksi yang diukur secara aktual pada gelagar sepanjang jembatan sangat berbeda dari yang telah diperhitungkan, atau deformasi yang diukur secara aktual jauh di atas nilai yang telah diperhitungkan
- Kerusakan-kerusakan lain yang akan berpengaruh pada kapasitas dukung atau tingkat layanan jembatan.

Untuk menjamin keamanan serta kemudahan implementasi pengujian, dan untuk mencegah kecelakaan, maka aturan-aturan berikut ini harus diikuti secara ketat dalam pengujian, di antaranya:

- Bangun kesadaran akan keselamatan, tingkatkan kewaspadaan dan hindari kecelakaan kerja.
- Dasar kunci pelaksanaan pekerjaan harus ditata dengan fasilitas-fasilitas proteksi dan pencahayaan, staf pengujian harus mengenakan helm dan sabuk pengaman.
- Selama pengujian, perhatikan keamanan dan perlindungan air bagi peralatan dan perlengkapan.
- Staf pengujian harus memahami instruksi-instruksi lapangan.
- Personil yang tidak berkepentingan dilarang keras memasuki area pengujian.

Untuk menghindari terjadinya kegagalan dalam pelaksanaan pengambilan data di lapangan, beberapa hal perlu dipastikan terlebih dahulu, di antaranya:

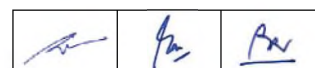
- Pastikan saat pelaksanaan pengujian dimulai, peruman dari pemerintah setempat telah didapatkan dengan pemberian waktu pengujian sesuai dengan rencana.
- Pastikan waktu pelaksanaan pengujian di lapangan sesuai dengan rencana yang telah disepakati agar semua persiapan dapat dimatangkan dari semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pengujian.

Persiapkan semua perlengkapan dan alat siap untuk menerima segala kondisi alam, seperti panas dan hujan. Berikan penutup jika alat tidak tahan terhadap cuaca dengan tetap menjaga kinerjanya agar tetap berjalan dengan baik.

#### 7.17.4 **PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN**

##### 1) Cara Pengukuran

Kuantitas Pengujian Pembebanan Jembatan sebagai dasar pembayaran harus diukur sesuai dengan jumlah pelaksanaan pengujian selesai dikerjakan dan laporan diterima.



2) Dasar Pembayaran

Kuantitas pekerjaan Pengujian Pembebanan Jembatan akan ditentukan sebagai-mana disyaratkan di atas, akan dibayar pada Harga Penawaran per satuan pengukuran untuk Mata Pembayaran yang terdaftar di bawah dan ditunjukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga.

<b>Nomor Mata Pembayaran</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan Pengukuran</b>
7.17.(1)	Pengujian Pembebanan Jembatan	Buah Jembatan

