

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

- a) Yang dimaksud dengan beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam seksi ini harus mencakup pelaksanaan seluruh struktur beton bertulang, beton tanpa tulangan, beton prategang, beton pracetak dan beton untuk struktur baja komposit, sesuai dengan spesifikasi dan gambar rencana atau sebagaimana yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
- c) 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.
- d) Mutu beton yang digunakan pada masing-masing bagian dari pekerjaan dalam kontrak harus seperti yang ditunjukkan dalam gambar rencana atau sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan. Mutu beton yang digunakan dalam kontrak ini dibagi sebagai berikut:

Tabel 7.1.1.(1) Mutu Beton dan Penggunaan

| Jenis Beton | $f_c'$<br>(MPa)  | Uraian   |
|-------------|------------------|--|
| Mutu tinggi | $x \geq 45$      | Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.  |
| Mutu sedang | $20 \leq x < 45$ | Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kereb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen. |
| Mutu rendah | $15 \leq x < 20$ | Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.   |
|             | $10 \leq x < 15$ | Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.   |

**ASLI**TERKENDALI  
003**TIDAK  
TERKENDALI**

2) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detil pelaksanaan untuk pekerjaan beton yang tidak disertakan dalam Dokumen Kontrak pada saat pelelangan akan diterbitkan oleh Direksi Pekerjaan setelah peninjauan rancangan awal telah selesai dilaksanakan sesuai dengan Seksi 1.9 dari Spesifikasi ini.

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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| d) | Pasangan Batu dengan Mortar           | : | Seksi 2.2  |
| e) | Gorong-gorong dan Drainase Beton      | : | Seksi 2.3  |
| f) | Drainase Porous                       | : | Seksi 2.4  |
| g) | Galian                                | : | Seksi 3.1  |
| h) | Timbunan                              | : | Seksi 3.2  |
| i) | Baja Tulangan                         | : | Seksi 7.3  |
| j) | Adukan Semen                          | : | Seksi 7.8  |
| k) | 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) Toleransi

|    |   |               |
|----|---|---------------|
| a) | <u>Toleransi Dimensi :</u>  |               |
|    | ▪ Panjang keseluruhan sampai dengan 6 m.  | + 5 mm        |
|    | ▪ Panjang keseluruhan lebih dari 6 m  | + 15 mm       |
|    | ▪ Panjang balok, pelat dek, kolom dinding, atau antara kepala jembatan                    | 0 dan + 10 mm |
| b) | <u>Toleransi Bentuk :</u>   |               |
|    | ▪ 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) | <u>Toleransi Kedudukan (dari titik patokan) :</u>   |               |
|    | ▪ Kedudukan kolom pra-cetak dari rencana  | ± 10 mm       |
|    | ▪ Kedudukan permukaan horizontal dari rencana   | ± 10 mm       |
|    | ▪ Kedudukan permukaan vertikal dari rencana   | ± 20 mm       |
| d) | <u>Toleransi Alinyemen Vertikal :</u>   |               |
|    | Penyimpangan ketegakan kolom dan dinding  | ± 10 mm       |
| e) | <u>Toleransi Ketinggian (elevasi) :</u>   |               |
|    | ▪ 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 Horisontal : 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 ASTM C136-2012 : Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar
- SNI 1969 : 2008 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus
- SNI 1970 : 2008 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
- SNI 1974 : 2011 : Metode pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder yang dicetak.
- SNI 1972 : 2008 : Metode pengujian slump beton.
- SNI 1973 : 2008 : Metoda pengujian berat isi beton.
- SNI 15-2049-2004 : Semen portland.
- SNI 2417:2008 : Metode pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles.
- SNI 2458:2008 : Metode pengambilan contoh untuk campuran beton segar.
- SNI 03-2460-1991 : Spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton.
- SNI 03-2491-1991 : Metode pengujian kuat tarik belah beton.
- SNI 03-2492-2002 : Metode pengambilan dan pengujian beton inti.
- SNI 03-2493-1991 : Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.
- SNI 03-2495-1991 : Spesifikasi bahan tambahan untuk beton.
- SNI 03-2816-1992 : Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar dan beton.
- SNI 03-2834-2000 : Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- SNI 03-4804-1998 : Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat.
- 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 03-4141-1996 : Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.
- SNI 03-4142-1996 : Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200 (0,075 mm).
- SNI 03-4156-1996 : Metode pengujian bliding dari beton segar.
- SNI 03-4433-1997 : Spesifikasi beton siap pakai.
- SNI 03-4806-1998 : Metode pengujian kadar semen portland dalam beton segar dengan cara titrasi volumetri.
- SNI 03-4807-1998 : Metode pengujian untuk menentukan suhu beton segar semen portland.
- SNI 03-4808-1998 : Metode pengujian kadar air dalam beton segar dengan car titrasi volumetri.
- SNI 03-4810-1998 : Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di lapangan.
- SNI 03-6429-2000 : Metode pengujian kuat tekan beton silinder dengan cetakan silinder di dalam tempat cetakan.

|                  |  |
|------------------|--|
| SNI 03-6817-2002 | : Metode pengujian mutu air untuk digunakan dalam beton.                                   |
| SNI 03-6820-2002 | : Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen. |
| SNI 03-6889-2002 | : Tata cara pengambilan contoh agregat.  |
| SNI 15-7064-2004 | : Semen portland komposit.   |
| Pd T-07-2005-B   | : Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan.                                    |
| SNI 15-0302-2004 | : Semen Portland Pozzolan  |

American Society for Testing and Materials (ASTM) :

|                 |  |
|-----------------|--|
| ASTM C 33-93    | : <i>Standard Specification for Concrete Aggregates.</i>   |
| ASTM C 403-90   | : <i>Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance</i>                          |
| ASTM C 989-95   | : <i>Specification for Ground Granulated Blast Furnace Slag for use in Concrete and Mortars.</i> |
| ASTM C1611 - 14 | : <i>Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete</i>                      |

American Concrete Institute (ACI) :

|             |   |
|-------------|---|
| ACI 305R-99 | : <i>Hot Weather Concreting</i>                     |
| ACI 363R-92 | : <i>State-of-the-art on High-Strength Concrete</i> |

British Standar (BS) :

|                       |  |
|-----------------------|--|
| BS 5328 : 1990 Part 4 | : <i>Specification for The Procedures to be Used in Sampling, Testing and Assessing Compliance of Concrete</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 untuk umur 7 dan 28 hari, kecuali ditentukan untuk umur-umur yang lain oleh Direksi Pekerjaan. Kecuali ditentukan lain, rancangan campuran harus memiliki standar deviasi rencana ( $S_r$ ) antara 2,5 MPa sampai 8,5 MPa. Proporsi bahan dan berat penakaran hasil perhitungan harus memenuhi kriteria teknis utama, yaitu kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan keawetan (*durability*). Untuk jenis pekerjaan beton yang lain, sifat-sifat mekanik beton selain kuat tekan juga penting untuk diketahui. Penyedia Jasa wajib menyerahkan data tersebut kepada Direksi Pekerjaan.
- c) Campuran Percobaan

Sebelum dilakukan pengecoran, Penyedia Jasa harus membuat campuran percobaan menggunakan proporsi campuran hasil rancangan campuran serta bahan yang diusulkan, dengan disaksikan oleh Direksi 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. Bilamana hasil pengujian beton berumur 7 hari dari campuran percobaan tidak menghasilkan kuat tekan beton yang disyaratkan, maka Penyedia Jasa harus melakukan penyesuaian campuran dan mencari penyebab ketidak sesuaian tersebut, dengan meminta saran tenaga ahli yang kompeten di bidang beton untuk kemudian melakukan percobaan campuran kembali sampai dihasilkan kuat tekan beton di lapangan yang sesuai dengan persyaratan. Bilamana percobaan campuran beton telah sesuai dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan, maka Penyedia Jasa boleh melakukan pekerjaan pencampuran beton sesuai dengan Formula Campuran Kerja (*Job Mix Formula*, JMF) hasil percobaan campuran.

- d) Penyedia Jasa harus mengirim Gambar detil untuk seluruh perancah yang akan digunakan, dan harus memperoleh persetujuan dari Direksi Pekerjaan sebelum setiap pekerjaan perancah dimulai.
- e) Penyedia Jasa harus memberitahu Direksi 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 :

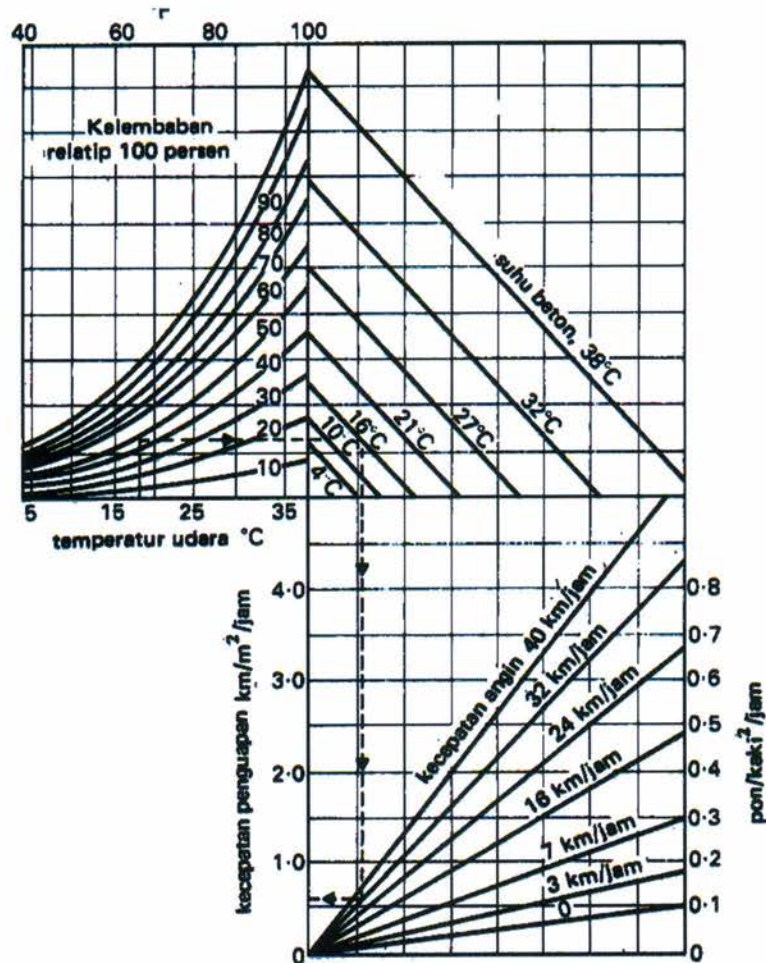
- a) Semen disimpan di ruangan yang kering dan tertutup rapat.
- b) Semen ditumpuk dengan jarak setinggi minimum 30 cm dari lantai ruangan, tidak menempel/melekat pada dinding ruangan dan tinggi timbunan maksimum 8 zak semen.
- c) Tumpukan zak semen disusun sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perputaran 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, dimana pengecoran terpaksa dilakukan pada suhu di atas 30°C, maka metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran harus mengacu kepada ACI 305R – 99 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 7.1.2-1.

M-



Gambar 7.1.2-1 Diagram Penentuan Tingkat Penguapan Air Rata-rata

- b) Lengah nisbi dari udara kurang dari 40 %.
  - c) Tidak diijinkan oleh Direksi Pekerjaan, selama turun hujan atau bila udara penuh debu atau tercemar.
- 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 Direksi 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, Direksi 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 Direksi Pekerjaan secara tertulis telah selesai.

## 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 15-2049-2004 tentang Semen Portland.
- b) Semen tipe IA (Semen Portland tipe I dengan *air-entraining agent* ), IIA (Semen Portland tipe II dengan *air-entraining agent*), IIIA (Semen Portland tipe III dengan *air-entraining agent*), PPC (*Portland Pozzolan Cement*), dan PCC (*Portland Composite Cement*) dapat digunakan apabila diizinkan oleh Direksi Pekerjaan. Apabila hal tersebut diizinkan, maka Penyedia Jasa harus mengajukan kembali rancangan campuran beton sesuai dengan merek semen yang digunakan.
- c) Di dalam satu proyek hanya dapat digunakan satu merek semen, kecuali jika diizinkan oleh Direksi Pekerjaan. Apabila hal tersebut diizinkan, maka Penyedia Jasa harus mengajukan kembali rancangan campuran beton sesuai dengan merek semen yang digunakan.

#### 2)

##### Air

Air yang digunakan untuk campuran, perawatan, atau pemakaian lainnya 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 03-6817-2002 tentang Metode pengujian mutu air untuk digunakan dalam beton. Apabila timbul keragu-raguan atas mutu air yang diusulkan dan karena sesuatu sebab pengujian air seperti di atas tidak dapat dilakukan, maka harus diadakan perbandingan pengujian kuat tekan mortar semen dan pasir standar dengan memakai air yang diusulkan dan dengan memakai air murni hasil sulingan. Air yang diusulkan dapat digunakan apabila kuat tekan mortar dengan air tersebut pada umur 7 (tujuh) hari dan 28 (dua puluh delapan) hari mempunyai kuat tekan minimum 90% dari kuat tekan mortar dengan air suling untuk periode umur yang sama. Air yang diketahui dapat diminum dapat digunakan.

#### 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 Direksi Pekerjaan, bahan yang tidak memenuhi ketentuan gradasi tersebut masih dapat digunakan apabila memenuhi sifat-sifat campuran yang

disyaratkan dalam Butir 7.1.1.(7) dan 7.1.3.(1) yang dibuktikan oleh hasil campuran percobaan.

Tabel 7.1.2.(1) Ketentuan Gradasi Agregat

| Ukuran Ayakan |              | Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat |                                       |                                      |  |                                       |                                      |  |
|---------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Inci (in)     | Standar (mm) | Halus                                 | Kasar                                 |                                      |  | Gabungan                              |                                      |  |
|               |              |                                       | Ukuran nominal maksimum 1½ in (40 mm) | Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm) | Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm) | Ukuran nominal maksimum 1½ in (40 mm) | Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm) | Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm) |
| 2             | 50,0         |                                       | 100                                   | -                                    | -                                      | 100                                   | -                                    | -                                      |
| 1½            | 37,5         |                                       | 85 – 100                              | 100                                  | -                                      | 95 – 100                              | 100                                  | -                                      |
| ¾             | 20,0         |                                       | 0 – 25                                | 85 – 100                             | -                                      | 45 – 80                               | 95 – 100                             | -                                      |
| ½             | 14,0         |                                       | -                                     | 0 – 70                               | 100                                    | -                                     | -                                    | 100                                    |
| 3/8           | 10,0         | 100                                   | 0 – 5                                 | 0 – 25                               | 85 – 100                               | -                                     | -                                    | 95 – 100                               |
| 3/16          | 5,0          | 89 – 100                              |                                       | 0 – 5                                | 0 – 25                                 | 25 – 50                               | 35 – 55                              | 30 – 65                                |
| No.8          | 2,36         | 60 – 100                              |                                       |                                      | 0 – 5                                  | -                                     | -                                    | 20 – 50                                |
| No.16         | 1,18         | 30 – 100                              |                                       |                                      |  | -                                     | -                                    | 15 – 40                                |
| No.30         | 600µm        | 15 – 100                              |                                       |                                      |  | 8 – 30                                | 10 – 35                              | 10 – 30                                |
| No.50         | 300 µm       | 5 – 70                                |                                       |                                      |  | -                                     | -                                    | 5 – 15                                 |
| No.100        | 150 µm       | 0 – 15                                |                                       |                                      |  | 0 – 8*                                | 0 – 8*                               | 0 – 8*                                 |

\*Dinaikkan menjadi 10% untuk agregat halus pecah

- (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 dimana 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.
- (ii) Agregat harus bebas dari bahan organik seperti yang ditunjukkan oleh pengujian SNI 03-2816-1992 tentang Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar dan beton, dan harus memenuhi sifat-sifat lainnya yang diberikan dalam Tabel 7.1.2.(2) bila contoh-contoh diambil dan diuji sesuai dengan prosedur yang berhubungan.

Tabel 7.1.2.(2) Ketentuan Mutu Agregat

| Sifat-sifat  | Metode Pengujian | Batas Maksimum yang diizinkan untuk Agregat                 |                 |
|--|------------------|---|-----------------|
|  |                  | Halus   | Kasar           |
| Keausan agregat dengan mesin Los Angeles                                       | SNI 2417:2008    | -   | 40%             |
| Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat | SNI 3407:2008    | 10% - Natrium   | 12% - Natrium   |
|  |                  | 15% - Magnesium   | 18% - Magnesium |
| Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah                                 | SNI 03-4141-1996 | 3%  | 2%              |
| Bahan yang lolos saringan No.200.  | SNI 03-4142-1996 | 5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi | 1%              |

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 kimia, bahan mineral atau hasil limbah yang berupa serbuk pozzolanik sebagai bahan pengisi pori dalam campuran beton.

a) Bahan 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 tambahan ini harus mengacu pada SNI 03-2495-1991.

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 kededapan 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.

Apabila menggunakan bahan tambah yang dapat menghasilkan gelembung udara, maka gelembung udara yang dihasilkan tidak boleh lebih dari 5%.

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

b) Mineral

Mineral yang berupa bahan tambahan atau bahan limbah dapat berbentuk abu terbang (*fly ash*), pozzolan, mikro silica atau *silica fume*. Apabila digunakan bahan tambahan berupa abu terbang, maka bahan tersebut harus sesuai dengan standar spesifikasi yang ditentukan dalam SNI 03-2460-1991 tentang Spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton.

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

Penggunaan jenis bahan tambahan mineral untuk maksud apapun harus berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang menyatakan bahwa hasilnya sesuai dengan persyaratan dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

### 7.1.3 **PENCAMPURAN DAN PENAKARAN**

1) Ketentuan Sifat-sifat Campuran

- a) Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kelecakan (*slump*), kekuatan (*strength*), dan keawetan (*durability*) yang dibutuhkan sebagaimana disyaratkan. Untuk beton SCC (Self Compacted Concrete), penilaian mengenai kelecakan (*workability*) harus dilakukan melalui uji *slump flow*.
- b) 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.
- c) Apabila kuat tekan beton berumur 28 hari 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)

- d) Perbaiki atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan dapat mencakup pembongkaran dan penggantian seluruh beton.

2) Penyesuaian Campuran

a) Penyesuaian Sifat Keleccakan (*Workability*)

Apabila sifat keleccakan 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 tambahan (*aditif*) untuk meningkatkan sifat keleccakan hanya diizinkan bila secara khusus telah disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

b) Penyesuaian Kekuatan

Bilamana beton tidak mencapai kekuatan yang disyaratkan, atas persetujuan Direksi 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 5.9.3 kilogram/m<sup>3</sup> for High Performance Concrete*). Cara lain dapat juga dengan menurunkan rasio air/semen dengan pemakaian bahan tambahan jenis *plasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja keleccakan adukan beton tanpa menambah air atau mengurangi penggunaan air dalam campuran beton tanpa mengurangi keleccakan adukan beton.

c) Penyesuaian Untuk Bahan-bahan Baru

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

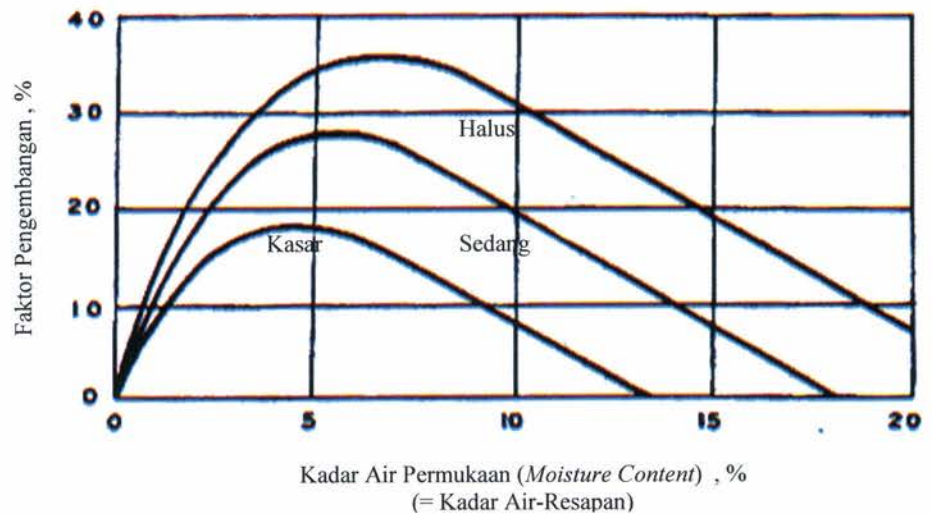
d) Bahan Tambahan

Bila untuk penyesuaian campuran perlu menggunakan bahan tambahan, maka dalam pelaksanaannya harus sesuai dengan Pasal 7.1.2.(5).(b) dan mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

3) Penakaran Bahan

- a) Untuk mutu beton  $f_c' > 20$  Mpa atau K250 seluruh komponen bahan beton harus ditakar menurut berat. Untuk mutu beton  $f_c' \leq 20$  MPa atau K250 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. Ukuran setiap penakaran tidak boleh melebihi kapasitas alat pencampur.

- b) Penakaran agregat dan air harus dilakukan dengan basis kondisi agregat jenuh kering permukaan (JKP). 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 berat air dan agregat dengan menggunakan data resapan dan kadar air agregat lapangan. Sedangkan apabila ditakar menurut volume, maka harus memperhitungkan faktor pengembangan (*bulking factor*) agregat halus seperti ditunjukkan dalam Gambar 7.1.4.1



Gambar 7.1.4.1 Faktor Pengembangan Agregat Halus

#### 4) Pencampuran

- Beton harus dicampur dalam mesin yang dijalankan secara mekanis dari jenis dan ukuran yang disetujui sehingga dapat menjamin distribusi yang merata dari seluruh bahan.
- Pencampur harus dilengkapi dengan tangki air yang memadai dan alat ukur yang akurat untuk mengukur dan mengendalikan jumlah air yang digunakan dalam setiap penakaran.
- Pertama-tama alat pencampur harus diisi dengan agregat dan semen yang telah ditakar, dan selanjutnya alat pencampur dijalankan sebelum air ditambahkan.
- Waktu pencampuran harus diukur pada saat air mulai dimasukkan ke dalam campuran bahan kering. Seluruh air yang diperlukan harus dimasukkan sebelum waktu pencampuran telah berlangsung seperempat bagian. 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>.
- Bila tidak memungkinkan penggunaan mesin pencampur, Direksi Pekerjaan dapat menyetujui pencampuran beton dengan cara manual, sedekat mungkin dengan tempat pengecoran. Penggunaan pencampuran beton dengan cara manual harus dibatasi pada beton non-struktural.

## 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 Direksi 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 Direksi beton dapat dicor di dalam air dengan cara dan peralatan khusus untuk menutup kebocoran seperti pada dasar sumuran atau *cofferdam*.
- d) Sebelum pengecoran beton dimulai, seluruh acuan, tulangan dan benda lain yang harus dimasukkan ke dalam beton (seperti pipa atau selongsong) harus sudah dipasang dan diikat kuat sehingga tidak bergeser pada saat pengecoran.
- e) Bila disyaratkan atau diperlukan oleh Direksi Pekerjaan, bahan landasan untuk pekerjaan beton harus dihampar sesuai dengan ketentuan dari Seksi 2.4 dari Spesifikasi ini.
- f) Direksi 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 ke dalaman 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 ke dalaman dari fondasi dan/atau menggali dan mengganti bahan di tempat yang lunak, memadatkan tanah fondasi atau melakukan tindakan stabilisasi lainnya sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

2) Acuan

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

### 3) Pengecoran

- a) Penyedia Jasa harus memberitahukan Direksi 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.

Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

- b) Tidak bertentangan dengan diterbitkannya suatu persetujuan untuk memulai pengecoran, pengecoran beton tidak boleh dilaksanakan bilamana Direksi 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 di sisi dalamnya dengan minyak yang tidak meninggalkan bekas.
- d) Tidak ada campuran beton yang boleh digunakan bilamana beton tidak dicor sampai posisi akhir dalam cetakan dalam waktu 1 jam setelah pencampuran, atau dalam waktu yang lebih pendek sebagaimana yang dapat diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan berdasarkan pengamatan karakteristik waktu pengerasan (*setting time*) semen yang digunakan, kecuali diberikan bahan tambahan (*aditif*) untuk memperlambat proses pengerasan (*retarder*) yang disetujui oleh Direksi.
- 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.
- h) Beton tidak boleh jatuh bebas ke dalam cetakan 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*, dimana bentuk dan jenis yang khusus digunakan untuk tujuan ini harus disetujui terlebih dahulu oleh Direksi 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.

#### 4) Sambungan Konstruksi (*Construction Joint*)

- a) Jadwal pengecoran beton yang berkaitan harus disiapkan untuk setiap jenis struktur yang diusulkan dan Direksi 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 ke dalaman 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 pekerja dan bahan tambahan sebagaimana yang diperlukan untuk membuat sambungan konstruksi tambahan bilamana pekerjaan terpaksa mendadak harus dihentikan akibat hujan atau terhentinya pemasokan beton atau penghentian pekerjaan oleh Direksi Pekerjaan.

- f) Atas persetujuan Direksi Pekerjaan, bahan tambahan (*aditif*) 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.

5) Pemadatan

- a) Beton harus dipadatkan dengan penggetar mekanis dari dalam atau dari luar yang telah disetujui. Bilamana diperlukan, dan bilamana disetujui oleh Direksi Pekerjaan, penggetaran harus disertai penusukan secara manual dengan alat yang cocok untuk menjamin pemadatan yang tepat dan memadai. Penggetar tidak boleh digunakan untuk memindahkan campuran beton dari satu titik ke titik lain di dalam cetakan.
- 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 5000 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 5000 putaran per menit apabila digunakan pada beton yang mempunyai slump 2,5 cm atau kurang, dengan radius daerah penggetaran tidak kurang dari 45 cm.
- 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 <sup>3</sup> /jam) | Jumlah Alat |
|--|-------------|
| 4  | 2           |
| 8  | 3           |
| 12   | 4           |
| 16   | 5           |
| 20   | 6           |

6) Beton Siklop

Pengecoran beton siklop yang terdiri dari campuran beton kelas  $f_c' 15$  MPa atau K175 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. Cetakan yang ditopang oleh perancah di bawah pelat, balok, gelegar, atau struktur busur, tidak boleh dibongkar hingga pengujian menunjukkan bahwa paling sedikit 85 % dari kekuatan rancangan beton telah dicapai.
- b) Untuk memungkinkan pengerjaan akhir, acuan yang digunakan untuk pekerjaan ornamen, sandaran (*railing*), dinding pemisah (*parapet*), dan permukaan vertikal yang terekspos harus dibongkar dalam waktu paling sedikit 9 jam setelah pengecoran dan tidak lebih dari 30 jam, tergantung pada keadaan cuaca.

2) Permukaan (Pengerjaan Akhir Biasa)

- a) Terkecuali diperintahkan lain, permukaan beton harus dikerjakan segera setelah pembongkaran acuan. Seluruh perangkat kawat atau logam yang telah digunakan untuk memegang cetakan, dan cetakan yang melewati badan beton, harus dibuang atau dipotong kembali paling sedikit 2,5 cm di bawah permukaan beton. Tonjolan mortar dan ketidakrataannya yang disebabkan oleh sambungan cetakan harus dibersihkan.
- b) Direksi 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 adukan semen.
- c) Bilamana Direksi 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 adukan semen acian (semen dan air, tanpa pasir) harus dioleskan pada permukaan lubang. Lubang harus selanjutnya diisi dan ditumbuk dengan adukan yang kental yang terdiri dari satu bagian semen dan dua bagian pasir, yang harus dibuat menyusut sebelumnya dengan mencampurnya kira-kira 30 menit sebelum dipakai.

3) Permukaan (Pekerjaan Akhir Khusus)

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

- a) Bagian atas pelat, kerb, permukaan trotoar, dan permukaan horisontal lainnya sebagaimana yang diperintahkan Direksi Pekerjaan, harus digaru dengan mistar bersudut 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 tidak boleh menjadi licin, seperti untuk trotoar, harus sedikit kasar tetapi merata dengan penyapuan, atau cara lain sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi 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 mengeras, dengan menyelimutinya dengan bahan yang dapat menyerap air. Lembaran bahan penyerap air ini yang harus dibuat jenuh dalam waktu paling sedikit 3 hari. Semua bahan perawat atau lembaran bahan penyerap air harus dibebani atau diikat ke bawah untuk mencegah permukaan yang terekspos dari aliran udara.

Bilamana digunakan acuan kayu, acuan tersebut harus dipertahankan basah pada setiap saat sampai dibongkar, untuk mencegah terbukanya sambungan-sambungan dan pengeringan beton. Lalu lintas tidak boleh diperkenankan melewati permukaan beton dalam 7 hari setelah beton dicor atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan.

- c) Lantai beton sebagai lapis aus harus dirawat setelah permukaannya mulai mengeras dengan cara ditutup oleh lapisan pasir lembab setebal 5 cm paling sedikit selama 21 hari atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan.
- d) Beton yang dibuat dengan semen yang mempunyai sifat kekuatan awal yang tinggi atau beton yang dibuat dengan semen biasa yang ditambah bahan tambahan(aditif), harus dibasahi sampai kekuatannya mencapai 70 % dari kekuatan rancangan beton berumur 28 hari atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan.

5) Perawatan dengan Uap

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

Perawatan dengan uap harus dikerjakan secara menerus sampai waktu dimana beton telah mencapai 70 % dari kekuatan rancangan beton berumur 28 hari atau setelah beton mencapai kekuatan minimum yang disyaratkan. Perawatan dengan uap untuk beton harus mengikuti ketentuan di bawah ini:

- a) Tekanan uap pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi tekanan di luar.
- b) Temperatur pada ruang uap selama perawatan beton tidak boleh melebihi 38<sup>0</sup>C selama sampai 2 jam sesudah pengecoran selesai, dan kemudian temperatur dinaikkan berangsur-angsur sehingga mencapai 65<sup>0</sup>C dengan kenaikan temperatur maksimum 14<sup>0</sup>C / jam secara bersama-sama.
- c) Beda temperatur yang diukur di antara dua tempat di dalam ruang uap tidak boleh melampaui 5,5<sup>0</sup>C.
- d) Penurunan temperatur selama pendinginan tidak boleh lebih dari 11<sup>0</sup>C per jam.
- e) Temperatur beton pada saat dikeluarkan dari penguapan tidak boleh 11<sup>0</sup>C lebih tinggi dari temperatur udara di luar.
- f) Setiap saat selama perawatan dengan uap, di dalam ruangan harus selalu jenuh dengan uap air.
- g) Semua bagian struktural yang mendapat perawatan dengan uap harus dibasahi minimum selama 4 hari sesudah selesai perawatan uap tersebut.

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

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

## 7.1.6 **PENGENDALIAN MUTU DI LAPANGAN**

1) Penerimaan Bahan

Bahan yang diterima (air, semen, agregat dan bahan tambahan 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 Direksi Pekerjaan, untuk agregat kasar dan agregat halus Penyedia Jasa harus melakukan pengujian bahan secara berkala selama pelaksanaan dengan interval maksimum 1000 m<sup>3</sup> untuk gradasi dan maksimum 5000



$m^3$  untuk abrasi, sedangkan untuk bahan semen dengan interval setiap maksimum pengiriman 300 ton. Tetapi apabila menurut Direksi 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 lebih sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, harus dilaksanakan pada setiap adukan beton yang dihasilkan dan dilakukan sesaat sebelum pengecoran, dan pengujian harus dianggap belum dikerjakan terkecuali disaksikan oleh Direksi Pekerjaan atau wakilnya. Campuran beton yang tidak memenuhi ketentuan kelecekan seperti yang diusulkan tidak boleh digunakan pada pekerjaan, terkecuali bila Direksi 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  $\leq 5\%$  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 atau kubus 150 x 150 x 150 mm, dan harus dirawat sesuai dengan SNI 03-4810-1998. Benda uji tersebut harus dicetak bersamaan dan diambil dari beton yang akan dicor, dan 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 Kontrak. Hasil-hasil pengujian pada umur yang selain dari yang ditetapkan dalam Kontrak 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) Untuk pencampuran secara manual, maka pada pekerjaan beton dengan jumlah masing-masing mutu beton  $\leq 60 m^3$  harus diperoleh satu hasil uji untuk setiap maksimum  $5 m^3$  beton dengan minimum satu hasil uji tiap hari. Dalam segala hal jumlah hasil pengujian tidak boleh kurang dari empat hasil untuk masing-masing umur. Apabila pekerjaan beton mencapai jumlah  $> 60 m^3$ , maka untuk setiap maksimum  $10 m^3$  beton berikutnya setelah jumlah  $60 m^3$  tercapai harus diperoleh satu hasil uji.
- (e) Untuk pengecoran hasil produksi *ready mix*, maka pada pekerjaan beton dengan jumlah masing-masing mutu  $\leq 60 m^3$  harus diperoleh satu hasil uji untuk setiap maksimum  $15 m^3$  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 satu hasil uji.

- f) Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kuat tekan yang disyaratkan dalam Tabel 7.1.6.(1) atau yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

Tabel 7.1.6.(1) Ketentuan Kuat Tekan

| Mutu Beton      |  | Kuat Tekan Karakteristik ( $\text{kg/cm}^2$ ) |                                  |
|-----------------|--|---|----------------------------------|
| $f_c'$<br>(MPa) | $\sigma'_{bk}$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | Benda Uji Silinder<br>150mm – 300mm           | Benda Uji Kubus<br>150x150x150mm |
| 50              | K600                                   | 500   | 600                              |
| 45              | K500                                   | 450   | 500                              |
| 40              | K450                                   | 400   | 450                              |
| 35              | K400                                   | 350   | 400                              |
| 30              | K350                                   | 300   | 350                              |
| 25              | K300                                   | 250   | 300                              |
| 20              | K250                                   | 200   | 250                              |
| 15              | K175                                   | 150   | 175                              |
| 10              | K125                                   | 100   | 125                              |

- g) Kuat Tekan Karakteristik Beton diperoleh dengan rumus berikut ini :

$$f_{ck} = f_{cm} - k \cdot S$$

$$f_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n}$$

adalah kuat tekan rata-rata

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n - 1}}$$

adalah standar deviasi

$f_{ck}$  = kuat tekan karakteristik beton

$f_{cm}$  = kuat tekan rata-rata beton

$f_{ci}$  = nilai hasil pengujian

$n$  = jumlah hasil

$S$  = standar deviasi

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

Catatan :

Simbol-simbol  $f_{ck}$ ,  $f_{cm}$ ,  $f_{ci}$  digunakan untuk benda uji silinder 150 mm – 300 mm sedangkan untuk benda uji kubus 150 x 150 x 150 mm dapat digunakan simbol-simbol  $\sigma'_{bk}$ ,  $\sigma'_{bm}$ , dan  $\sigma'_i$  sebagai pengganti  $f_{ck}$ ,  $f_{cm}$ , dan  $f_{ci}$ .

- 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 (20 atau 30) nilai hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut terjadi kurang dari  $f_c'$  atau  $\sigma'_{bk}$ .
- (ii) Apabila setelah selesai pengecoran seluruhnya untuk masing-masing mutu beton dapat terkumpul jumlah minimum benda uji, maka hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut harus memenuhi  $f_{ck} \geq f_c'$  atau  $\sigma_{bk} \geq \sigma'_{bk}$ .
- (iii) Jika benda uji yang terkumpul kurang dari jumlah minimum yang telah ditentukan, maka nilai standar deviasi (S) harus ditingkatkan dengan faktor modifikasi yang diberikan dalam Tabel 7.1.6.(2)

Tabel 7.1.6.(2) Faktor Modifikasi Standar Deviasi

| Untuk Jumlah Hasil Uji Minimum 20 |                   | Untuk Jumlah Hasil Uji Minimum 30 |                   |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Jumlah hasil Uji                  | Faktor Modifikasi | Jumlah hasil Uji                  | Faktor Modifikasi |
| -                                 | -                 | 10                                | 1,36              |
| -                                 | -                 | 11                                | 1,31              |
| -                                 | -                 | 12                                | 1,27              |
| -                                 | -                 | 13                                | 1,24              |
| -                                 | -                 | 14                                | 1,21              |
| -                                 | -                 | 15                                | 1,18              |
| -                                 | -                 | 16                                | 1,16              |
| -                                 | -                 | 17                                | 1,14              |
| 8                                 | 1,37              | 18                                | 1,12              |
| 9                                 | 1,29              | 19                                | 1,11              |
| 10                                | 1,23              | 20                                | 1,09              |
| 11                                | 1,19              | 21                                | 1,08              |
| 12                                | 1,15              | 22                                | 1,07              |
| 13                                | 1,12              | 23                                | 1,06              |
| 14                                | 1,10              | 24                                | 1,05              |
| 15                                | 1,07              | 25                                | 1,04              |
| 16                                | 1,06              | 26                                | 1,03              |
| 17                                | 1,04              | 27                                | 1,02              |
| 18                                | 1,03              | 28                                | 1,02              |
| 19                                | 1,01              | 29                                | 1,01              |
| 20                                | 1                 | 30                                | 1                 |

- (iv) Apabila setelah selesai pengecoran beton seluruhnya untuk masing-masing mutu beton terdapat jumlah benda uji kurang dari minimum, 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,  $f_{cm,4}$  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 dengan kuat tekan menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung struktur kurang dari yang disyaratkan, maka apabila pengecoran belum selesai, pengecoran harus segera dihentikan dan dalam waktu singkat harus diadakan pengujian beton inti (*core drilling*) pada daerah yang diragukan berdasarkan aturan pengujian yang berlaku. Dalam hal dilakukan pengambilan beton inti, harus diambil minimum 3 (tiga) buah benda uji pada

tempat-tempat yang tidak membahayakan struktur dan atas persetujuan Direksi Pekerjaan. Tidak boleh ada satupun dari benda uji beton inti mempunyai kekuatan kurang dari  $0,75fc'$ . Apabila kuat tekan rata-rata dari pengujian beton inti yang tidak kurang dari  $0,85fc'$ , maka bagian konstruksi 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.

- 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 keahlian. Apabila dari percobaan ini diperoleh suatu hasil nilai lendutan dan atau regangan beton yang terukur lebih kecil dari yang diijinkan pada beban layan maka bagian konstruksi tersebut dapat dianggap memenuhi syarat. Tetapi apabila hasilnya tidak mencapai nilai tersebut, maka bagian konstruksi yang bersangkutan hanya dapat dipertahankan dan pekerjaan yang dihentikan dapat dilanjutkan kembali setelah dipenuhi salah satu dari kedua tindakan berikut tanpa mengurangi fungsinya:
- (i) mengadakan perubahan-perubahan pada rencana semula sehingga pengaruh beban pada konstruksi tersebut dapat dikurangi;
  - (ii) mengadakan perkuatan-perkuatan pada bagian konstruksi tersebut dengan cara yang dapat dipertanggung jawabkan;

Apabila kedua tindakan di atas tidak dapat dilaksanakan, maka dengan perintah dari Direksi Pekerjaan, Penyedia Jasa harus segera membongkar beton dari konstruksi tersebut.

## 7.1.7 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

### 1) Pengukuran

#### a) Cara Pengukuran

- (i) Beton akan diukur dengan jumlah meter kubik pekerjaan beton yang digunakan dan diterima sesuai dengan dimensi yang ditunjukkan pada gambar kerja atau yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan. Tidak ada pengurangan yang akan dilakukan untuk volume yang ditempati oleh pipa dengan luasan total setara dengan diameter kurang dari 200 mm atau oleh benda lainnya yang tertanam seperti "*water stop*", baja tulangan, selongsong pipa (*conduit*) atau lubang sulingan (*weep hole*).
- (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 Direksi Pekerjaan sebagai  $f_c'=20$  MPa atau K-250 atau lebih tinggikan beton tak bertulang harus beton yang disyaratkan atau disetujui untuk  $f_c'=15$  MPa atau K-175 atau  $f_c'=10$  MPa atau K-125. 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.

b) Pengukuran Untuk Pekerjaan Beton Yang Diperbaiki

- (i) Apabila pekerjaan telah diperbaiki menurut Pasal 7.1.6.(3).(i) 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. Volume beton yang tereduksi mengacu kepada kriteria penerimaan pada Pasal 7.1.6.(3).(h).
- (iii) Tidak ada pembayaran tambahan akan dilakukan untuk tiap peningkatan kadar semen atau setiap bahan tambahan, 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 mutu tinggi, $f_c'$ 50 MPa                 | Meter Kubik       |
| 7.1.(2)               | Beton mutu tinggi, $f_c'$ 45 MPa                 | Meter Kubik       |
| 7.1.(3).a             | Beton mutu tinggi, $f_c'$ 40 MPa dengan traveler | Meter Kubik       |
| 7.1.(3).b             | Beton mutu tinggi, $f_c'$ 40 MPa perancah        | Meter Kubik       |
| 7.1.(4)               | Beton mutu sedang, $f_c'$ 35 MPa                 | Meter Kubik       |

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian  | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| 7.1.(5).a             | Beton mutu sedang, $f_c$ '30 MPa lantai jembatan          | Meter Kubik       |
| 7.1.(5).b             | Beton mutu sedang, $f_c$ '30 MPa untuk .....              | Meter Kubik       |
| 7.1.(6)               | Beton mutu sedang, $f_c$ '25 MPa                          | Meter Kubik       |
| 7.1.(7).a             | Beton mutu sedang, $f_c$ '20 MPa                          | Meter Kubik       |
| 7.1.(7).b             | Beton mutu sedang, $f_c$ '20 MPa yang dilaksanakan di air | Meter Kubik       |
| 7.1.(8)               | Beton mutu rendah, $f_c$ '15 MPa                          | Meter Kubik       |
| 7.1.(9)               | Beton Siklop, $f_c$ '15 MPa                               | Meter Kubik       |
| 7.1.(10)              | Beton mutu rendah, $f_c$ '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 pre-tension (penegangan sebelum pengecoran) maupun post-tension (penegangan setelah pengecoran). 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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| b) | Beton                           | : | Seksi 7.1  |
| c) | 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 :

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| SNI 07-1154-1989 | : | Jalanan Tujuh Kawat Baja Tanpa Lapisan Bebas Tegangan untuk Konstruksi Beton Pratekan. |
| SNI 07-1155-1989 | : | Kawat Baja Tanpa Lapisan Bebas Tegangan untuk Konstruksi Beton Pratekan.               |

4) Toleransia) Balok dan Papani) Toleransi Dimensi

Panjang total setiap unit dari pusat ke pusat perletakan tidak boleh berbeda lebih dari 0,06 % panjang yang disyaratkan, dengan perbedaan maksimum sebesar 15 mm. Jarak lubang dari pusat ke pusat untuk tulangan melintang, batang atau kabel 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      | : | ± 3 mm |
| ▪ | Lebar total lebih besar dari 600 mm | : | ± 5 mm |
| ▪ | Tinggi total                        | : | ± 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 total 4 mm.

Penampang memanjang : lereng 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) Lendutan

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

vi) Kelengkungan

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 yang ditentukan, 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) Kabel

- Lubang keluar kabel dalam acuan :  $\pm 2$  mm
- Selimut kabel :  $\pm 5$  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 kabel) : + 5 mm, - 3 mm

- Lubang keluar kabel dalam acuan dan pelat :  $\pm 2$  mm
- Kabel pada umumnya :  $\pm 1,5$  mm

ii) Sepatu Tiang dan Penghubung Sambungan Pra-fabrikasi

Sepatu dan sambungan tiang, bilamana penghubung tiang diperkenankan, harus disambung dengan kuat pada tiang pancang, di tengah-tengah dan segaris dengan sumbu tiang pancang.

iii) Panjang Cetakan

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 Direksi 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) Pengajuan 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 penegangan, rincian lengkap untuk baja pra-tegang, perkakas penjangkaran, 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan sebelum penempatan setiap kabel prategang. Sertifikat persetujuan ini harus dikeluarkan oleh suatu lembaga pengujian yang resmi. Sebaliknya Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan sedemikian hingga diperoleh suatu sertifikat persetujuan dari laboratorium pilihan Direksi Pekerjaan atas biaya Penyedia Jasa. Semua peraturan yang berhubungan dengan sertifikat persetujuan ini selanjutnya harus tunduk pada persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
- d) Untuk setiap jenis elemen pra-tegang Penyedia Jasa harus menyerahkan 2 set semua detil gambar kerja, disiapkan secara khusus untuk Kontrak, kepada Direksi Pekerjaan untuk peninjauan ulang. Setelah peninjauan ulang, 3 set harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan, untuk digunakan selama pelaksanaan. Detil 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 detil gambar kerja terinci selesai.

7) Pengawasan

Penyedia Jasa harus menempatkan team khusus sesuai dengan metode pra-tegang yang diusulkan untuk kepentingan Direksi Pekerjaan, bebas dari biaya, termasuk sekurang-kurangnya seorang ahli kepala, untuk menyediakan keahlian dan perintah 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 berpelekat sebagaimana yang diperlukan untuk mencegah masuknya adukan.

3) Grouting

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

Bahan tambah (aditif) dapat digunakan bilamana disetujui oleh Direksi 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

- a) 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 07-1154-1989. Untaian kawat tersebut

harus mempunyai kekuatan leleh minimum sebesar 16.000 kg/cm<sup>2</sup> dan kekuatan batas minimum dari 19.000 kg/cm<sup>2</sup>.

- b) Kawat (*wire*) pra-tegang harus terdiri dari kawat dengan kuat tarik tinggi dengan panjang menerus tanpa sambungan atau kopel dan harus sesuai dengan SNI 07-1155-1989.
- c) Batang logam campuran dengan kuat tarik tinggi harus bebas tegangan kemudian diregangkan secara dingin minimum sebesar 9.100 kg/cm<sup>2</sup>.

Setelah peregangkan dingin, maka sifat fisiknya akan menjadi sebagai berikut :

- Kekuatan batas tarik minimum : 10.000 kg/cm<sup>2</sup>.
- Kekuatan leleh minimum, diukur dengan perpanjangan 0,7% menurut metode pembebanan tidak boleh kurang dari : 9.100 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulus elastisitas minimum : 25.000.000 kg/cm<sup>2</sup>
- Pemuluran (*elongation*) min. setelah runtuh (*rupture*) dihitung rata-rata terhadap 20 batang : 4 %.
- Toleransi diameter : + 0,76 mm.  
- 0,25 mm

i) Pemasokan

Kawat baja kuat tarik tinggi atau batang baja kuat tarik tinggi yang akan digunakan dalam 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, lemak, cat, lumpur atau bahan-bahan lainnya yang tidak dikehendaki tetapi juga tidak licin karena digosok.

ii) Pemberian Tanda

Kabel harus disimpan dalam kelompok-kelompok menurut ukuran dan panjangnya, diikat dan diberi label yang menunjukkan ukuran kabel dalam gulungan.

iii) Penyimpanan

Bahan kabel, kawat, batang baja, jangkar, selongsong harus disimpan di bawah atap yang kedap air, diletakkan terpisah dari permukaan tanah dan harus dilindungi dari setiap kemungkinan kerusakan.

6) Penjangkaran

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

Perkakas penjangkaran untuk semua sistem pasca-penegangan (*post-tension*) akan dipasang tepat tegak lurus terhadap semua arah sumbu kabel untuk pasca-penegangan.

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

7) Selongsong

Selongsong yang disediakan untuk kabel pasca-penegangan 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 pekerjaan penegangan. Ujung selongsong harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memberikan gerak bebas pada ujung jangkar. 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 dimana diperlukan sedemikian hingga penyuntikan adukan 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

Kawat, untaian, rakitan jangkar 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 harus mempunyai induk gulungan (*master roll*) yang sama. Contoh

untuk pengujian harus diserahkan pada waktunya sehingga hasilnya dapat diterima dengan baik sebelum waktu pekerjaan penegangan yang dijadwalkan.

2) Untaian (Strand) Untuk Penegangan Sebelum Pengecoran (Pre-tension)

Contoh dengan panjang sekurang-kurangnya 2,5 meter harus diserahkan, yaitu contoh yang diambil dari setiap gulungan.

3) Untaian (Strand), Kawat atau Batang Untuk Penegangan Setelah Pengecoran (Post Ten-sion).

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

- Untaian (*strand*) dilengkapi dengan penyetelan : sebuah untai 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 Jangkar

Bilamana rakitan jangkar 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 Pemilik atau instansi lain yang dapat diterima oleh Direksi Pekerjaan, maka contoh tidak perlu 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 Direksi Pekerjaan.

b) Acuan

Unit Acuan

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.

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

d) Perakitan Kabel Pra-tegang

Kabel pra-tegang 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 penegangan sebelum pengecoran (*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 kabel.

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

e) Selimut Beton

Jika tidak ditentukan lain, maka selimut beton tidak boleh kurang dari 2 kali diameter kabel atau 3 cm, diambil yang lebih besar. Selimut 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 Direksi Pekerjaan paling tidak 24 jam sebelum permulaan operasi pengecoran beton yang dijadwalkan agar Direksi Pekerjaan dapat memeriksa persiapan pekerjaan tersebut.

Beton tidak boleh dicor sampai Direksi Pekerjaan telah memeriksa dan menyetujui pemasangan baja tulangan, selongsong, jangkar, 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 tidak rusak hingga dapat diterima oleh Direksi Pekerjaan.

g) Perawatan

Perawatan dengan uap air dapat digunakan sesuai dengan yang disyaratkan dalam Seksi 7.1.

2) Pra-penegangan (*Pre-stressing*)

a) Umum

Tidak ada penegangan yang boleh dilaksanakan tanpa persetujuan dari Direksi Pekerjaan. Operasi penegangan harus dilaksanakan di bawah pengawasan dari seorang ahli yang disediakan oleh pabrik dari peralatan akan digunakan, oleh suatu tim sangat berpengalaman dalam menggunakan peralatan tersebut dan disaksikan oleh Direksi Pekerjaan atau wakilnya.

b) Penegangan Kabel

i) Keselamatan Kerja

Selama proses penarikan kabel tidak diperbolehkan seorompokpun berdiri di muka dongkrak.

Pengukuran atau kegiatan lainnya harus dilaksanakan dari samping dongkrak atau tempat lainnya yang cukup aman. Sesaat sebelum penarikan kabel, 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, peralatan harus diperiksa, dikalibrasi atau diuji, sebagaimana dipandang perlu oleh Direksi Pekerjaan. Dynamometer 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-data Yang Harus Dicatat

i) Umum

Baik untuk Penegangan Sebelum Pengecoran (*Pre-Tension*) maupun Penegangan Setelah Pengecoran (*Post-Tension*), harus dilakukan pencatatan data-data berikut ini :

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

ii) Kabel Untuk Penegangan Sebelum Pengecoran (*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 penjangkaran.

iii) Kabel Untuk Penegangan Setelah Pengecoran (*Post-Tension*)

Data-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 awal.
- Gaya akhir dan pemuluran pada saat penegangan akhir.
- Gaya dan pemulura pada selang waktu tertentu jika dan bilamana diminta oleh Direksi Pekerjaan.
- Pemuluran setelah dongkrak dilepas.

Salinan catatan tersebut harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan dalam waktu 24 jam setelah setiap operasi penegangan.

## 7.2.5. METODE PENEGANGAN SEBELUM PENGECCORAN (*PRE-TENSION*)

1) Landasan Gaya 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 jangkar 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 Kabel

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

Bilamana memungkinkan, penegangan kabel hendaknya dilaksanakan sebelum acuan diminyaki. Jangkar harus diletakkan pada posisi yang dikehendaki dan tidak bergeser selama pengecoran beton.

3) Besarnya Gaya Penegangan Yang Dikehendaki

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

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

Penyedia Jasa harus melaksanakan percobaan operasi penegangan 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.

Kabel harus dilengkungkan bilamana ditunjukkan dalam Gambar, dengan perkakas yang cukup kuat untuk memegang kabel dalam posisi yang sesuai, terutama selama pengecoran dan operasi penggetaran. Kecuali disebutkan lain oleh Direksi 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 (*strand*) berdiameter tidak kurang dari diameter kabel 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 03-6764-2002.

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

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

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

Pengukuran pemuluran, hanya boleh dilaksanakan setelah Direksi 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 %, Direksi Pekerjaan harus diberitahu sebelum pengecoran dimulai, dan jika dipandang perlu, kabel harus diuji ulang dan peralatan dikalibrasi ulang sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

#### 4) Prosedur Pra-tegang

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

Gaya pra-tegang harus diberikan dan dilepas secara bertahap dan merata.

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

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

Bilamana terjadi slip pada salah satu kelompok kabel yang ditarik secara bersama-sama, maka tegangan pada seluruh kabel harus dikendorkan, kabel-kabel diatur lagi dan kelompok kabel tersebut ditarik kembali. Sebagai alternatif, jika kabel yang slip tidak lebih dari dua, penarikan kelompok kabel dapat diteruskan sampai selesai dan kabel 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 kabel telah tercapai, dan tekanan dongkrak harus dilepas sebelum setiap operasi berikutnya dimulai.

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

#### 5) Pemindahan Gaya Pra-tegang

##### a) Persetujuan

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

b) Ketentuan Kekuatan Beton

Tidak ada kabel 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 kabel segera dilepaskan dan unit beton tersebut harus ditolak.

c) Prosedur

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

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

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

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

- i) Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Direksi Pekerjaan rincian cara pemindahan gaya pra-tegang termasuk panjang kabel bebas di antara unit-unit, panjang kabel bebas pada kedua ujung landasan, tempat-tempat dimana kabel akan diberikan pemanasan, rencana pemotongan kabel dan pelepasan alat untuk kabel yang dilengkungkan, cara pemanasan kabel dan peralatan yang diusulkan untuk digunakan.
- ii) Pemanasan harus dilaksanakan merata pada seluruh panjang kabel dalam waktu yang cukup untuk menjamin bahwa seluruh kabel telah regang (*relax*) sepenuhnya sebelum dilakukan pemotongan. Beton tidak boleh dipanaskan secara berlebihan, dan pemanasan tidak boleh dilakukan langsung pada setiap bagian kabel yang berjarak kurang dari 10 cm dari permukaan beton unit tersebut.
- iii) Direksi Pekerjaan harus hadir dalam setiap pelepasan kabel dengan pemanasan. Setelah gaya pra-tegang telah dipindahkan pada unit-unit, kabel-kabel antara unit-unit harus bekerja baik sepanjang garis dari titik pelepasan.

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

6) Masuknya (Draw-in) Kabel Yang Dijijinkan.

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

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

7.2.6 **METODE PENEGANGAN SETELAH PENGECORAN (POST-TENSION)**1) Persetujuan

Kecuali disebutkan lain dalam Gambar, Penyedia Jasa dapat menentukan prosedur pra-tegang yang dikehendakinya, dimana prosedur dan rencana pelaksanaan tersebut harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan sebelum setiap pekerjaan untuk unit penegangan setelah pengecoran dimulai.

2) Penempatan Jangkar

Setiap jangkar 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 jangkar, maka bidang permukaan beton yang kontak langsung dengan plat baja tersebut harus rata, daktil (*ductile*) dan diletakkan tegak lurus terhadap arah gaya pra-tegang. Jangkar pelat baja dapat ditanam pada adukan semen sebagaimana yang disetujui atau diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

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

3) Penempatan Kabel

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

Sebelum penarikan kabel, Penyedia Jasa harus menunjukkan bahwa semua kabel bebas bergerak antara titik-titik penjangkaran 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 beton 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, Direksi Pekerjaan akan menentukan prosedur yang diambil setelah pengamatan kondisi dan ketelitian yang dapat dicapai oleh kedua prosedur tersebut.

Direksi Pekerjaan akan menentukan perkiraan pemuluran dan tekanan dongkrak.

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

Penyedia Jasa harus menambahkan gaya pra-tegang yang diperlukan untuk mengatasi kehi-langan gaya akibat gesekan dan penjangkaran. Besar gaya total dan perpanjangan yang dihitung harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan sebelum penegangan dimulai.

Segera setelah penjangkaran, maka tegangan dalam kabel pra-tegang tidak boleh melampaui 70 % dari beban yang ditetapkan. Selama penegangan, maka nilai tersebut tidak boleh melampaui 80 %.

Kabel harus ditegangkan secara bertahap dengan kecepatan yang tetap. Gaya dalam kabel harus diperoleh dari pembacaan pada dua buah arloji atau alat pengukur tekanan yang menyatu dengan peralatan tersebut. Perpanjangan kabel 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 kabel. 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 harus dari salah satu ujung, kecuali disebutkan lain dalam Gambar atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

Bilamana penegangan pada kabel dilakukan dengan pendongkrakan pada kedua ujungnya, 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 Direksi Pekerjaan, maka kabel harus dijangkarkan. Tekanan dongkrak kemudian harus dilepas dengan sedemikian rupa sehingga dapat menghindari goncangan terhadap jangkar atau kabel tersebut.

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

6) Prosedur Penarikan Kabela) Umum

Semua pekerjaan penarikan kabel harus dihadiri oleh Direksi Pekerjaan atau wakilnya.

Pelepasan dongkrak harus bertahap dan menerus. Penarikan kabel 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 Direksi Pekerjaan. Pemberian gaya pra-tegang yang melampaui gaya maksimum yang telah dirancang untuk mengurangi gesekan dapat diijinkan asal sepengetahuan dan sesuai dengan petunjuk Direksi Pekerjaan, untuk mengatasi penurunan gaya yang diperlukan. Dalam keadaan apapun, perhatian khusus harus diberikan agar kabel tidak ditarik melebihi 85 % dari kekuatan maksimumnya, dan dongkrak tidak dipaksa sampai melebihi batas kapasitas maksimumnya.

Sebelum penegangan, kabel harus dibersihkan dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam selongsong. Jangkar juga harus dalam keadaan bersih. Bagian kabel yang menonjol harus dibersihkan dari bahan-bahan yang tidak dikehendaki, karat/korosi, sisa-sisa adukan semen, lemak, minyak atau kotoran debu lainnya yang dapat mempengaruhi perlekatannya dengan pekerjaan penjangkaran. Kabel dicoba untuk ditarik keluar dan masuk ke dalam selongsong agar dapat kelengkutan akibat kebocoran selongsong dapat segera diketahui dan diambil langkah-langkah seperlunya.

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

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

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

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

b) Penarikan Kabel 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 kabel harus diteruskan sampai gaya yang diperlukan pada dongkrak tercapai atau sampai jumlah pemuluran sama dengan jumlah pemuluran yang diperlukan.

Penegangan pada salah satu ujung harus dilakukan untuk menentukan kehilangan gesekan (*friction loss*), jika diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan. Kedua dongkrak dihubungkan pada kedua ujung dari setiap kabel. Salah satu dongkrak diberikan perpanjangan paling tidak 2,5 cm sebelum dongkrak lainnya dihubungkan. Kabel yang masih kendor harus dikencangkan, dan kabel yang pertama-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 ujung ini harus dilanjutkan sampai pemuluran mendekati 75 % dari total pemuluran yang diperkirakan pada ujung *trailing jack*. Penegangan 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 mencapai besar gaya yang dikehendaki.

c) Penegangan Dengan 1 Dongkrak

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

7) Lubang Penyuntikan (*Grouting Hole*)

Lubang penyuntikan harus disediakan pada jangkar, pada titik atas dan bawah profil kabel dan pada titik-titik lainnya yang cocok. Jumlah dan lokasi titik-titik ini harus disetujui oleh Direksi Pekerjaan tetapi tidak boleh lebih dari 30 meter pada bagian dari panjang selongsong. Lubang penyuntikan dan lubang pembuangan udara paling tidak harus berdiameter 10 mm dan setiap lubang harus ditutup dengan katup atau perlengkapan sejenis yang mampu menahan tekanan  $10 \text{ kg/cm}^2$  tanpa kehilangan air, suntikan atau udara.

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

Kabel harus disuntik dalam waktu 24 jam sesudah penarikan kabel selesai dilakukan kecuali jika ditentukan lain oleh Direksi Pekerjaan.

Lubang penyuntikan harus diuji dengan diisi air bertekanan  $8 \text{ kg/cm}^2$  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 bila mana penyuntikan sedang tidak dijalankan. Udara bertekanan tidak boleh digunakan. Peralatan tersebut harus mempunyai tekanan tetap yang tidak melebihi  $8 \text{ kg/cm}^2$ . 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 aditif 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 ditentu-

kan lain oleh Direksi Pekerjaan. Pencampuran tidak boleh dilakukan secara manual. Penyuntikan harus dikerjakan dengan cukup lambat untuk menghindari timbulnya segregasi adukan. Cara penyuntikan adukan harus sedemikian hingga dapat menjamin bahwa seluruh selongsong terisi penuh dan penuh di sekeliling kabel. Grouting harus dapat mengalir dari ujung bebas selongsong sampai kekentalannya ekuivalen dengan grouting yang disuntikkan. Lubang masuk harus ditutup dengan rapat. Setiap lubang grouting harus ditutup dengan cara yang serupa secara berturut-turut dalam arah aliran. Setelah suatu jangka waktu yang semestinya, maka penyuntikan selanjutnya harus dilaksanakan untuk mengisi setiap rongga yang mungkin ada.

Setelah semua lubang ditutup, tekanan penyuntikan harus dipertahankan pada  $8 \text{ kg/cm}^2$  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 kabel harus dipotong sedemikian rupa sehingga minimum terdapat selimut beton setebal 3 cm pada ujung balok (*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. Cat tahan cuaca harus digunakan dalam menandai unit-unit tersebut. Data yang ditandakan pada semua unit harus mencakup nomor rujukan dan tanggal pengecoran. Malahan pelat pracetak harus mempunyai data yang digoreskan pada permukaan atas segera setelah pengecoran. Juga tiang pancang harus mempunyai 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 diangkat dalam posisi tegak. Titik angkat, bentuk dan posisinya harus disetujui oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan. Setelah disetujui oleh Direksi 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 diijinkan oleh Direksi 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 BALOK BETON PRATEKAN SEGMENTAL**1) Uraian

Pekerjaan ini terdiri dari perakitan, penyambungan dan penegangan 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 balok pracetak segmental selama operasi pemasangan harus sesuai dengan ketentuan Pasal 7.2.7 dari Spesifikasi ini.

Penyedia Jasa harus menyerahkan kepada Direksi 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 penegangan setelah pengecoran (*post-tension*) harus sesuai dengan ketentuan Seksi 7.1 dari Spesifikasi kecuali bilamana dimodifikasi di bawah ini.

Kadar semen tidak kurang dari 450 kg atau tidak lebih dari 500 kg per meter kubik beton.

Kecuali ditentukan lain oleh Direksi Pekerjaan, maka ukuran efektif 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 Direksi 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. Cetakan harus kaku, kedap air, diperkaku dan diikat bersama agar posisi dan bentuknya selama pengecoran beton tidak berubah. Ketepatan cetakan terhadap segmen-segmen harus sedemikian hingga diperoleh sambungan yang kedap air, tepat (pas) dengan permukaan yang bersebelahan. Cetakan 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 jangkar.

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.

Beton sambungan harus dilaksanakan dengan pengawasan Direksi Pekerjaan dan setiap beton sambungan yang dilaksanakan tanpa pengawasan Direksi 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 Direksi 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 Jangkar

Pengecoran ceruk jangkar pada balok pratekan pracetak segmental 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 Direksi Pekerjaan, ternyata rusak seperti retak, mengelupas atau deformasi pada baja tulangan, unit yang demikian harus disisihkan sampai diperiksa oleh Direksi 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 Direksi 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 Neoprene atau Elastomer

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

b) Unit-unit Yang Ditanamkan Pada Adukan Semen

Bilamana Gambar menunjukkan bahwa unit-unit harus ditanamkan pada adukan semen, maka suatu lajur adukan semen harus disiapkan di atas struktur bagian bawah jembatan segera sebelum pemasangan unit-unit beton pratekan. Adukan semen harus dibuat dengan campuran 1 semen portland dan 3 pasir ditambah dengan bahan aditif 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 semen harus dibuang.

3) Pengaturan Posisi Unit-unit

Semua baut yang tertanam dan lubang untuk tulangan 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, jangkar, 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 Dengan Penegangan Setelah Pengecoran (*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 (*strand*) atau batang (*bar*) yang diukur antara tepi luar penjangkaran, dan tidak boleh mencakup berat selongsong, jangkar, 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, jangkar, kopel, spiral, pembagi (*spacers*), penyangga kabel pra-tegang, penarikan kabel, 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, Penegangan Setelah Pengecoran

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, jangkar, kopel, spiral, penyangga untuk kabel pra-tegang, penarikan kabel, 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.(1).a             | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 16 meter    | Buah              |
| 7.2.(1).b             | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 25 meter    | Buah              |
| 7.2.(1).c             | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang .... Meter  | Buah              |
| 7.2.(2).a             | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 16 meter    | Buah              |
| 7.2.(2).b             | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang 25 meter    | Buah              |
| 7.2.(2).c             | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I bentang .... Meter  | Buah              |
| 7.2.(3).a             | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang 16 meter    | Buah              |
| 7.2.(3).b             | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang ..... meter | Buah              |
| 7.2.(4).a             | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang 16 meter    | Buah              |

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian  | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| 7.2.(4).b             | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe U Bentang ..... meter   | Buah              |
| 7.2.(5)               | Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Box bentang ...meter lebar... meter                                | Buah              |
| 7.2.(6)               | Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Box 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 Diafragma fc' 30 MPa termasuk pekerjaan penegangan setelah pengecoran ( <i>post-tension</i> ) | Meter Kubik       |
| 7.2.(11).a            | Penyediaan Balok Gelagar Tee Beam bentang 60 m  | Buah              |
| 7.2.(11).b            | Pemasangan Balok Gelagar Tee Beam bentang 60 m  | Buah              |
| 7.2.(12).a            | Penyediaan Panel Full Depth Slab  | Buah              |
| 7.2.(12).b            | Pemasangan Panel Full Depth Slab  | 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 Direksi Pekerjaan.

2) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detail pelaksanaan untuk baja tulangan yang tidak termasuk dalam Dokumen Kontrak pada saat pelepasan akan diterbitkan oleh Direksi Pekerjaan setelah peninjauan kembali rancangan awal telah selesai menurut Seksi 1.9 dari Spesifikasi ini.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : | Seksi 1.9  |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| c) | Beton                           | : | Seksi 7.1  |

4) Standar Rujukan

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 07-2052-2002 | : | Baja Tulangan Beton   |
| SNI 07-6401-2000 | : | Spesifikasi Kawat Baja dengan Proses Canay 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.                                 |
| AASHTO M31M - 90 | : | Deformed and Plain Billet-Steel Bar for Concrete Reinforcement.         |
| AWS D 2.0        | : | Standards Specifications for Welded Highway and Railway Bridges.        |

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 pemadatan 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     |

Tabel 7.3.1.(2) Selimut beton untuk acuan dan pemadatan 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     |

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 prategang 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                      |
| 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 ( $> 50 \text{ km}$ 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                     |

| Keadaan permukaan dan lingkungan  | Klasifikasi lingkungan |
|---|------------------------|
| 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 mengangkat 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 Direksi 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 Direksi 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 diijinkan 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 Direksi Pekerjaan atau yang sedemikian sehingga akan merusak atau melemahkan bahan. Pembengkokan kembali dari batang tulangan harus dilakukan dalam keadaan dingin terkecuali disetujui lain oleh Direksi Pekerjaan. Dalam segala hal batang tulangan yang telah dibengkokkan kembali lebih dari satu kali pada tempat yang sama tidak diijinkan digunakan pada Pekerjaan. Kesalahan yang tidak dapat diperbaiki oleh pembengkokan kembali, atau bilamana pembengkokan kembali tidak disetujui oleh Direksi 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 diijinkan bila secara jelas disahkan oleh Direksi Pekerjaan. Bilamana baja diganti haruslah dengan luas penampang yang sama dengan ukuran rancangan awal, atau lebih besar.

### 7.3.2

#### BAHAN

##### 1) Baja Tulangan

- a) Baja tulangan harus baja polos atau berulir dengan mutu yang sesuai dengan Gambar dan memenuhi Tabel 7.3.2.(1) berikut ini :

Tabel 7.3.2 (1) Tegangan Leleh Karakteristik Baja Tulangan

| Mutu | Sebutan     | Tegangan Leleh Karakteristik atau Tegangan Karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|-------------|---|
| U24  | Baja Lunak  | 2.400   |
| U32  | Baja Sedang | 3.200   |
| U39  | Baja Keras  | 3.900   |
| U48  | Baja Keras  | 4.800   |

- 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 K250 seperti yang disyaratkan dalam Seksi 7.1 dari Spesifikasi ini, terkecuali disetujui lain oleh Direksi Pekerjaan. Kayu, bata, batu atau bahan lain tidak boleh diijinkan sebagai tumpuan.

3) Pengikat untuk Tulangan

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

**7.3.3****PEMBUATAN DAN PENEMPATAN**1) Pembengkokan

- a) Terkecuali ditentukan lain oleh Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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 diijinkan tanpa persetujuan tertulis dari Direksi 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 diijinkan oleh Direksi Pekerjaan secara tertulis. Bilamana Direksi Pekerjaan menyetujui pengelasan untuk sambungan, maka

sambungan dalam hal ini adalah sambungan dengan panjang penyaluran penuh yang memenuhi ketentuan dari AWS D 2.0. 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 adukan semen acian (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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan akan didasarkan atas berat nominal yang disediakan oleh pabrik baja, atau bila Direksi Pekerjaan memerintahkan, atas dasar pengujian penimbangan yang dilakukan Penyedia Jasa pada contoh yang dipilih oleh Direksi 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, dimana 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.

| <b>Nomor Mata Pembayaran</b> | <b>Uraian</b>   | <b>Satuan Pengukuran</b> |
|------------------------------|---|--------------------------|
| 7.3.(1)                      | Baja Tulangan U24 Polos                                 | Kilogram                 |
| 7.3.(2)                      | Baja Tulangan U32 Polos                                 | Kilogram                 |
| 7.3.(3)                      | Baja Tulangan U32 Ulir                                  | Kilogram                 |
| 7.3.(4)                      | Baja Tulangan U39 Ulir                                  | Kilogram                 |
| 7.3.(5)                      | Baja Tulangan U48 Ulir                                  | Kilogram                 |
| 7.3.(6)                      | Anyaman Kawat Yang Dilas<br>( <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 komponen gelagar baja komposit seperti balok, pelat, baut, ring, diafragma yang digunakan sebagai suatu komponen konstruksi jembatan.
- b) Pekerjaan yang diatur dalam Seksi ini harus mencakup struktur baja dan bagian baja dari struktur baja komposit, yang dilaksanakan memenuhi garis, kelandaian dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar atau yang ditetapkan oleh Direksi 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 logam struktur sebagaimana yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini atau sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Logam struktur harus meliputi baja struktur, paku keling, pengelasan, baja khusus dan campuran, elektroda logam dan penempaan dan pengecoran baja. Pekerjaan ini harus juga terdiri atas setiap pelaksanaan logam tambahan yang tidak disyaratkan lain, semua sesuai dengan Spesifikasi ini dan dengan Gambar.

2) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini.

- a) Kajian Teknis Lapangan : Seksi 1.9
- b) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- c) Beton : Seksi 7.1
- d) Baja Tulangan : Seksi 7.3
- e) Sambungan Siar Muai (*Expansion Joint*) : Seksi 7.11
- f) Perletakan (*Bearing*) : Seksi 7.12
- g) Pembongkaran Struktur : Seksi 7.15

3) Pengendalian Mutua) 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

## a) Diameter Lubang

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

## b) Alinyemen Lubang

- (1) Elemen utama, dibuat di bengkel : - 0,4 mm , + 0,4 mm  
 (2) 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 balok 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 balok 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 :

- (1) Ditempatkan pada penyuntikan (*grouting*) : maksimum 3,0 mm  
 (2) Ditempatkan di atas baja, adukan liat : 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 :

- (1) Untuk ketinggian hingga 900 mm : - 3 mm , + 3 mm  
 (2) Untuk ketinggian di atas 900 mm hingga 1,8 m : - 5 mm , + 5 mm  
 (3) 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 RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI) :

|                  |  |
|------------------|--|
| SNI 07-0722-1989 | : Baja Canai Panas Untuk Konstruksi Umum   |
| SNI 07-3015-1992 | : Baja Canai Panas Untuk Konstruksi Dengan Pengelasan  |
| SNI 05-3065-1992 | : Baut Kepala Segi Enam untuk Konstruksi dengan Kekuatan Tinggi, Mempunyai Ukuran Lebar Kunci Besar dan Panjang Ulir Metrik Nominal – Kelas C untuk Tingkat 8.8 dan 10.9 |
| SNI 03-6764-2002 | : Spesifikasi Baja Struktural.   |

AASHTO :

|                 |   |
|-----------------|---|
| AASHTO M164-05  | : <i>High Strength Bolts for Structural Steel Joint</i>   |
| AASHTO M253M-05 | : <i>High-Strength Steel Bolt, Classes 10.9 and 10.9.3, for Structural Steel Joints</i>   |
| AASHTO M169-06  | : <i>Steel Bars, Carbon, Cold Finished, Standard Quality</i>  |
| AASHTO M270-07  | : <i>Carbon And High-strength Low-Alloy Structural Steel Shapes, Plates, and Bars and Quenched-and-Tempered Alloy Structural Steel Plates for Bridges</i> |
| AASHTO M111-04  | : <i>Zinc (Hot-DipGalvanized) Coatings on Iron and Steel Products</i>   |

ASTM :

|           |  |
|-----------|--|
| ASTM A233 | : <i>Mild Steel, Arc Welding Electrode</i>                             |
| ASTM A307 | : <i>Mild Steel Bolts and Nuts (Grade A)</i>                           |
| AWS D20   | : <i>Standard Specification for Welded Highway and Railway Bridges</i> |

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Sebelum memproduksi struktur baja jembatan Penyedia Jasa diharuskan menyerahkan gambar struktur (ukuran, dimensi, dll) untuk mendapatkan persetujuan dari Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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 pembongkar struktur lama, 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 Direksi Pekerjaan secara tertulis sekurang-kurangnya 24 jam sebelum memulai pembongkaran struktur lama atau pemasangan struktur baja yang baru.

## 7) Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

### a) Penyimpanan Bahan

Pekerjaan baja, baik fabrikasi di bengkel dan di lapangan, harus ditumpuk di atas balok penganjal atau landasan sedemikian rupa sehingga tidak bersentuhan dengan tanah dan dengan suatu cara yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bilamana pekerjaan baja ditumpuk dalam beberapa lapis, maka penganjal 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 komponen struktur baja termasuk komponen Gelagar Baja Komposit termasuk balok, pelat, baut, ring, diafragma dan sejenisnya harus digalvanisasi dengan sistem pencelupan panas sesuai dengan AASHTO M 111M-04 *Zinc (Hot-DipGalvanized) Coatings on Iron and Steel Products*

#### (2) Pengecatan

- (a) Permukaan yang akan dicat harus bersih dan bebas dari lemak, debu, produk korosi, residu garam, dan sebagainya
- (b) Jenis, komposisi dan tebal cat harus sesuai dengan Pedoman Teknik No. 028/T/BM/1999 (Pedoman Penanggulangan Korosi 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 Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

Beban pekerjaan perbaikan yang diperintahkan oleh Direksi 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 Direksi 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

9) Pemeliharaan Komponen Jembatan Yang Telah Diterima

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap komponen jembatan baja yang tidak memenuhi ketentuan sebagaimana disyaratkan, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan rutin dari semua struktur jembatan baja yang telah selesai dan diterima selama Periode Kontrak termasuk Periode Pemeliharaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari Spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.6.

## 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 M 270-07 *Structural Steel for Bridges*. Baja yang digunakan sebagai bagian struktur baja harus mempunyai sifat mekanis baja struktural seperti dalam Tabel 7.4.2.(1).

**Tabel 7.4.2.(1) Sifat Mekanis Baja Struktural**

| Jenis baja | Tegangan putus minimum, $f_u$ (MPa) | Tegangan leleh minimum, $f_y$ (MPa) | Peregangan minimum (%) |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| BJ 34      | 340                                 | 210                                 | 22                     |
| BJ 37      | 370                                 | 240                                 | 20                     |
| BJ 41      | 410                                 | 250                                 | 18                     |
| BJ 50      | 500                                 | 290                                 | 16                     |
| BJ 55      | 550                                 | 360                                 | 13                     |

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 *Mild Steel Bolts and Nuts (Grade A)*, dan mempunyai kepala baut dan mur berbentuk segienam (*hexagonal*)
- b) Baut, Mur dan Ring dari Baja Geser Tegangan Tinggi  
Baut, mur dan ring dari baja tegangan tinggi harus difabrikasi dari baja karbon yang dikerjakan secara panas memenuhi ketentuan dari AASHTO M164M – 05 *High Strength Bolts for Structural Steel Joint*, dengan tegangan leleh minimum 570 N/mm<sup>2</sup> dan pemuluran (*elongation*) minimum 12 %.

Alat sambung mutu tinggi boleh digunakan bila memenuhi ketentuan berikut:

- (1) Komposisi kimiawi dan sifat mekanisnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku
- (2) 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
- (3) 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) Gaya Tarik Baut Minimum untuk tipe sambungan Critical Slip

| Ukuran nominal | A325 setara 8.8 (kN) | A490 setara 10.9 (kN) |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| M16            | 91                   | 114                   |
| M20            | 142                  | 179                   |
| M22            | 176                  | 221                   |
| M24            | 205                  | 257                   |
| M27            | 267                  | 334                   |
| M30            | 326                  | 408                   |
| M36            | 475                  | 595                   |

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 gaya 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 AASHTO M164M-05 *High Strength Bolts for Structural Steel Joints*. 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 - 06 : *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 ASTM A233 *Mild Steel, Arc Welding Electrode*.

### 5) Bahan Kayu

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

### 6) Sertifikat

Semua bahan baku atau cetakan yang dipasok untuk pekerjaan, bilamana diminta oleh Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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.

## 7.4.3 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 pelat paking, jika diperlukan, untuk menjamin agar celah yang mungkin timbul antar permukaan bidang yang berdampingan tidak melampaui 1 mm untuk baut geser tegangan 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 diijinkan 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 Tegangan Tinggi) :

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

Bilamana beberapa pelat atau komponen 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 komponen dapat dilubangi secara terpisah dengan menggunakan jig atau mal. Semua bagian tepi lubang yang tajam seperti duri akibat pelubangan harus 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 Tegangan 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 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 dimana 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 Direksi Pekerjaan maka unit-unit harus dirakit di bengkel sebelum dikirim ke lapangan.

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

Baut yang tidak dikencangkan terhadap beban percobaan (*proof load*) harus mempunyai mur tunggal yang dapat mengunci sendiri. Ring serong harus digunakan dimana bidang kontak mempunyai sudut lebih dari 1 : 20 dengan 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 Tegangan Tinggi

a) 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) Penyelesaian 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 dihilangkan. 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 Direksi 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 diameter dan mutu baut digunakan dalam pekerjaan.

Pengencangan dapat dilaksanakan baik dengan cara putar separuh maupun cara pengendalian dengan torsi sebagaimana yang disetujui oleh Direksi 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 Seksi 7.4.2.2) dari spesifikasi ini.

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 Direksi Pekerjaan sebelum memulai fabrikasi. Tidak ada prosedur pengelasan yang disetujui atau detail yang ditunjukkan dalam Gambar yang harus dibuat tanpa persetujuan dari Direksi Pekerjaan.

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

Pelaksanaan pengecatan sesuai dengan Pedoman Teknik No. 028/T/BM/1999 (Pedoman Penanggulangan Korosi 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 dimana struktur baja tersebut akan dipasang dan/atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Untuk semua komponen struktur baja termasuk komponen Gelagar Baja Komposit termasuk balok, pelat, baut, ring, diafragma dan sejenisnya harus digalvanisasi dengan sistem pencelupan panas sesuai dengan AASHTO M 111M-04 *Zinc (Hot-DipGalvanized) Coatings on Iron and Steel Products*, atau ASTM A123M-02.

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 yang terlepas dari baut atau ring harus dikemas terpisah. Pen (*pin*), bagian-bagian yang kecil, dan paket baut, ring dan mur harus dikirim dalam kotak, krat atau tong, dan berat kotor dari setiap kemasan tidak boleh melebihi 150 kg. Daftar dan uraian dari bahan-bahan yang terdapat didalam setiap kemasan harus tertulis dan disebutkan pada bagian luar kemasan dan diusahakan tidak mudah hilang atau tersobek pada waktu pengiriman.

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) Pemasangan Jembatan Baja

## a) Umum

Yang dimaksud dengan pemasangan jembatan baja adalah pekerjaan pemasangan struktur jembatan baja seperti jembatan rangka baja, gelagar baja komposit, jembatan rangka baja semi permanen atau darurat atau yang berada di bawah kontrak pekerjaan ini.

Pekerjaan pemasangan ini akan mencakup sebagaimana yang diperlukan, penanganan, landasan, identifikasi dan penyimpanan semua bahan komponen baja, pemasangan landasan, perakitan, dan penempatan posisi akhir struktur jembatan baja, pencocokan komponen dan sistem lainnya yang diperlukan untuk pemasangan struktur jembatan baja sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi ini.

## b) Tahap Pekerjaan

Setelah penerbitan detail pelaksanaan (*shop drawing*) untuk tiap jembatan baja yang termasuk dalam cakupan Kontrak, Penyedia Jasa harus menjadwalkan program pekerjaannya sedini mungkin dalam Periode Pelaksanaan. Urutan dan waktu yang sangat terinci dari operasi pemasangan untuk setiap jembatan harus digabungkan dalam jadwal pelaksanaan Penyedia Jasa, revisi harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan resmi sesuai dengan ketentuan Seksi 1.2.1 dari Spesifikasi ini.



## 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 Direksi Pekerjaan agar pengalihan lalu lintas (*detour*) atau perlengkapan alternatif lainnya dapat disediakan untuk memperkecil gangguan terhadap lalu lintas.

## d) Perakitan Pekerjaan 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.

Pada komponen struktur baja yang akan dipasang dengan cara kantilever, harus dipastikan bahwa semua komponen struktur baja sudah tersedia dan dipasang dengan seksama sehingga akan didapat lendutan balik (*camber*) yang sebagaimana mestinya sesuai dengan desain atau yang tertulis dalam manual pemasangan. Perlu diperhatikan bahwa pada cara pemasangan 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 sebanyak 3/4-nya.

#### 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 Direksi 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 diijinkan 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 dan lubang paku keling.

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) 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 Direksi Pekerjaan. Berat masing-masing komponen harus diambil dari Gambar Kerja dan daftar komponen dari pabrik pembuat jembatan.

Berat total struktur yang diukur untuk pembayaran harus dihitung sebagai berat semua komponen 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 komponen baja yang digunakan selama operasi pemasangan yang bukan berasal dari bagian struktur akhir, termasuk komponen dan perlengkapan untuk struktur rangka pengimbang, rangka pemberat, ujung peluncur, rol perakitan dan sejenisnya tidak boleh dimasukkan dalam berat yang diukur untuk pembayaran.

Bilamana rantai kayu disebutkan dalam Gambar Pelaksanaan atau oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan

## 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 komponen 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 Rencana.

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian   | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|--|-------------------|
| 7.4.(1).a             | Penyediaan Baja Struktur BJ 34 (Titik Leleh 210 MPa.                     | Kilogram          |
| 7.4.(1).b             | Penyediaan Baja Struktur BJ 37 (Titik Leleh 240 MPa)                     | Kilogram          |
| 7.4.(1).c             | Penyediaan Baja Struktur BJ ... (Titik Leleh .... MPa)                   | Kilogram          |
| 7.4.(2).a             | Pemasangan Baja Struktur BJ 34 (Titik Leleh 210 MPa.                     | Kilogram          |
| 7.4.(2).b             | Pemasangan Baja Struktur BJ 37 (Titik Leleh 240 MPa)                     | Kilogram          |
| 7.4.(2).c             | Pemasangan Baja Struktur BJ ... (Titik Leleh .... MPa)                   | Kilogram          |
| 7.4.(3).a             | Penyediaan Struktur Jembatan Rangka Baja Standar Panjang 40 m, Lebar 9 m | Buah              |
| 7.4.(3).b             | Penyediaan Struktur Jembatan Rangka Baja Standar Panjang 50 m, Lebar 9 m | Buah              |
| 7.4.(3).c             | Penyediaan Struktur Jembatan Rangka Baja Standar Panjang 60 m, Lebar 9 m | Buah              |
| 7.4.(3).d             | Penyediaan Struktur Jembatan Rangka Baja Panjang .... m, Lebar .... m    | Buah              |
| 7.4.(4).a             | Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar panjang 40 m, lebar 9 m          | Buah              |
| 7.4 (4).b             | Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar panjang 50 m, lebar 9 m          | Buah              |
| 7.4 (4).c             | Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar panjang 60 m, lebar 9 m          | Buah              |
| 7.4 (4).d             | Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar panjang ..... m, lebar ..... m   | Buah              |

## SEKSI 7.5

## PEMASANGAN JEMBATAN BAJA STANDAR

## 7.5.1 UMUM

1) Uraian

Pekerjaan yang tercakup dalam Seksi dari Spesifikasi ini akan terdiri dari pemasangan struktur jembatan rangka baja hasil rancangan patent, seperti jembatan rangka (*truss*) baja, gelagar komposit, Bailey atau sistem rancangan lainnya yang dibeli sebelumnya oleh Pemilik, di atas fondasi yang telah dipersiapkan di tempat yang telah dirancang oleh Direksi Pekerjaan. Pekerjaan pemasangan akan mencakup sebagaimana yang diperlukan, penanganan, pemeriksaan, identifikasi dan penyimpanan semua bahan pokok lepas, pemasangan perletakan, pra-perakitan, peluncuran dan penempatan posisi akhir struktur jembatan, pencocokan komponen lantai jembatan (*deck*) dan operasi lainnya yang diperlukan untuk pemasangan struktur jembatan rangka baja sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi ini.

Pekerjaan dapat juga mencakup, jika diperintahkan demikian oleh Direksi Pekerjaan, pencatatan bahan pokok lepas dari suatu lokasi penyimpanan yang ditentukan, dan penyediaan bahan lantai dari kayu yang cocok jika komponen lantai tidak merupakan bagian dari bahan yang dipasok oleh Pemilik.

2) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detil perakitan dan pemasangan, termasuk semua manual, denah penandaan dan daftar komponen yang diperlukan, untuk setiap struktur jembatan rangka baja yang termasuk dalam cakupan kerja dalam Kontrak di mana tidak terdapat detil yang dimasukkan dalam Dokumen Lelang, akan diterbitkan untuk Penyedia Jasa setelah peninjauan rancangan awal selesai dikerjakan sesuai dengan Seksi 1.9 dari Spesifikasi ini.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

|    |  |   |            |
|----|--|---|------------|
| a) | Mobilisasi   | : | Seksi 1.2  |
| b) | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas  | : | Seksi 1.8  |
| c) | Kajian Teknis Lapangan   | : | Seksi 1.9  |
| d) | Bahan dan Penyimpanan  | : | Seksi 1.11 |
| e) | Jadwal Pelaksanaan   | : | Seksi 1.12 |
| f) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja  | : | Seksi 1.19 |
| g) | Beton  | : | Seksi 7.1  |
| h) | Baja Tulangan  | : | Seksi 7.3  |
| i) | Adukan Semen   | : | Seksi 7.8  |
| j) | Pasangan Batu  | : | Seksi 7.9  |
| k) | Pembongkaran Struktur  | : | Seksi 7.15 |
| l) | Pengembalian Kondisi Jembatan  | : | Seksi 8.5  |
| m) | Pemeliharaan Rutin Perkerasan, Bahu Jalan, Drainase, Perlengkapan Jalan dan Jembatan | : | Seksi 10.1 |

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian jadwal pekerjaan dan perlengkapan pengendalian lalu lintas untuk semua jembatan rangka baja yang akan

dipasang dan harus mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan sebelum memulai operasi pemasangan.

- b) Bilamana Direksi Pekerjaan memerintahkan bahwa pemasokan kayu untuk lantai jembatan, termasuk dalam cakupan pekerjaan dari Penyedia Jasa, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh semua bahan yang diusulkan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Akan tetapi, setiap persetujuan yang diberikan oleh Direksi tidak membebaskan tanggung jawab Penyedia Jasa untuk memasok semua bahan yang baru sesuai dengan ketentuan bahan dari Spesifikasi ini.

5) Perbaikan Terhadap Komponen Jembatan Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Komponen struktur jembatan yang menurut pendapat Direksi 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

Pekerjaan perbaikan yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan sebagai akibat adanya komponen yang rusak atau hilang karena kelalaian Penyedia Jasa, seluruhnya harus dimasukkan sebagai beban Kontraktor.

6) Pemeliharaan Komponen Jembatan Yang Memenuhi Ketentuan

Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap komponen jembatan yang tidak memenuhi ketentuan sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.5.1.(5) di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan rutin dari semua struktur jembatan rangka baja yang telah selesai dan diterima selama Pelaksanaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari Spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.7.

7) Jadwal Pekerjaan

Setelah penerbitan detail pelaksanaan untuk tiap jembatan rangka baja yang termasuk dalam cakupan Kontrak, Penyedia Jasa harus menjadwalkan program pekerjaannya sedini mungkin dalam Periode Pelaksanaan. Urutan dan waktu yang sangat terinci dari operasi pemasangan untuk setiap jembatan harus digabungkan dalam jadwal pelaksanaan Penyedia Jasa, revisinya harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan resmi sesuai dengan ketentuan Seksi 1.12 dari Spesifikasi ini.

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

## 7.5.2

**BAHAN**1) Umum

Semua bahan atau komponen baja untuk pemasangan struktur jembatan rangka baja yang telah dibeli sebelumnya oleh Pemilik dan disimpan dalam satu depot penyimpanan berbagai peralatan Pemilik 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 Pemilik. Sistem tersebut dapat termasuk atau tidak termasuk komponen rantai jembatan dan dapat dipasang dengan salah satu cara pelaksanaan kantilever berikut ini :

- a) Perakitan awal seluruh komponen 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.
- b) Perakitan bertahap komponen utama struktur jembatan dimulai dari struktur rangka jangkar yang telah dipersiapkan sebelumnya pada satu ujung jembatan.

2) Bahan Yang Disediakan oleh Pemilik

Bahan yang disediakan oleh Pemilik akan mencakup seluruh elemen, komponen, perletakan, 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 :

a) Pemasangan Dengan Cara Peluncuran

Seluruh panel rangka utama termasuk batang-batang penulangan jika diperlukan, semua trasom, ikatan angin, pengaku vertikal, alat penggaru, patok dan perletakan 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*).

b) Pemasangan Dengan Perakitan Bertahap

Seluruh kerangka utama termasuk bagian elemen-elemen batang, diagonal, gelagar melintang, pengaku (*bracing*), patok, balok (*stringer*), pelat buhul, pelat sambungan, sandaran (*railing*), perletakan jenis neoprene, bersama dengan seluruh penyambung yang diperlukan, perangkat penyambung antar struktur rangka, dongkrak hidrolik, perkakas kecil untuk merakit dan bahan untuk perakitan struktur rangka jangkar.

Tergantung pada rancangan patent dari struktur jembatan rangka baja yang akan dipasang, Pemilik 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 (*stringer*) baja yang diperlukan, perletakan 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 kerb dari kayu akan dipasok oleh Penyedia Jasa.

### 3) Pemeriksaan, Pengumpulan, Pengangkutan dan Pengiriman Bahan Jembatan

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

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 Pemilik. 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 Pemilik di depot 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 Pemilik yang hanya digunakan untuk sementara selama operasi pemasangan, seperti bahan untuk struktur rangka jangkar (*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 diserahterimakan kepada Penyedia Jasa. Penyedia Jasa harus mengembalikannya semua bahan tersebut pada Pemilik dalam keadaan baik setelah operasi pemasangan selesai.

### 4) Penanganan dan Penyimpanan

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

- a) Seluruh bagian struktur baja dan bentuk lainnya harus ditempatkan di atas penyangga kayu atau penahan gelincir di atas gudang atau tempat penyimpanan yang mempunyai drainase yang memadai.
- b) Bagian struktur berbentuk balok 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*) balok tersebut.
- c) Semua komponen sejenis harus disimpan di suatu tempat untuk kemudahan pengenalan dan selama penyimpanan semua komponen harus diletakkan sedemikian rupa sehingga semua tanda pengapalan pada komponen tersebut dapat ditemukan tanpa menggeser atau memindah komponen yang bersebelahan.

- d) Seluruh baut dan perlengkapan kecil harus disimpan dalam penampung atau kaleng di lokasi yang kering dan tidak terekspos cuaca.

5) Penggantian Komponen Yang Hilang Atau Rusak Berat

Bilamana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, komponen yang hilang atau rusak berat seperti yang dicatat menurut Pasal 7.5.2.(3) belum diterima dari Pemilik, maka harus disediakan oleh Penyedia Jasa. Dalam hal ini, Penyedia Jasa harus menjamin bahwa semua komponen baru yang dipasok terdiri dari bahan yang setara atau lebih baik dari spesifikasi pabrik aslinya, dan semua komponen fabrikasi dibuat, diselesaikan dan ditandai dengan teliti sesuai dengan dimensi dan toleransi seperti ditunjukkan dalam gambar kerja dari pabrik aslinya.

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

6) Perbaikan Komponen Yang Agak Rusak

Bilamana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan, maka komponen yang dicatat menurut Pasal 7.5.2.(3) di atas dalam keadaan agak rusak saat diterima dari Pemilik harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa. Perbaikan yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan harus dibatasi pada pelurusan pelat-pelat yang bengkok dan komponen 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 Direksi Pekerjaan dengan ketentuan berikut ini :

a) Pelurusan Bahan Yang Bengkok

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

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

b) Perbaikan Hasil Pengelasan Yang Retak

Hasil pengelasan yang retak atau rusak pada komponen 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 komponen yang sedang diperbaiki, agar toleransi fabrikasi yang ditentukan pabrik pembuatnya dapat dipertahankan.

c) Perbaiki Lapisan Permukaan Yang Rusak

Sebagian besar komponen baja yang disediakan oleh Pemilik mempunyai penyelesaian akhir pada permukaan dengan galvanisasi celup panas. Bilamana permukaan bahan yang dipasang 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 Pasal 8.5.5 dari Spesifikasi ini, untuk perbaikan permukaan yang digalvanisasi dengan proses celup panas.

7) Pemasokan Bahan Lantai Kayu

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

Kayu gergajian yang utuh 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 Pasal 8.5.4.(4), 8.5.4.(5) dan 8.5.4.(6) dari Spesifikasi ini. Semua kayu harus dipasang dalam keadaan sudah dipotong dan sudah dilubangi menurut ukuran yang diberikan dalam gambar kerja dari pabrik pembuat jembatan. Kecuali diperintah lain menurut Pasal 7.5.2.(5) di atas, baut, pasak, ring penutup dan perangkat keras penghubung lainnya untuk memasang lantai kayu tidak boleh dipasang oleh Penyedia Jasa.

7.5.3 **PELAKSANAAN**1) Umum

Perakitan dan pemasangan struktur jembatan rangka 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 Pemilik 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 rangka baja.

Struktur jembatan rangka baja yang disediakan oleh Pemilik dirancang untuk dirakit dan dipasang di lapangan hanya dengan menggunakan baut penghubung. Pengelasan di lapangan yang tidak diijinkan kecuali secara jelas diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

2) Pekerjaan Sipil

Pekerjaan sipil untuk abutment dan pier yang mungkin terbuat dari kayu, pasangan batu atau beton sesuai dengan Gambar atau yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan harus dikerjakan sesuai dengan Seksi yang berkaitan dengan Spesifikasi ini atau spesifikasi lainnya yang diterbitkan oleh Direksi Pekerjaan. Semua pekerjaan sipil harus selesai di tempat dan diterima oleh Direksi Pekerjaan sebelum operasi perakitan dimulai.

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

4) Pemasangan Perletakan Jembatan

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

5) Perakitan Komponen Baja

Komponen baja harus dirakit dengan akurat sesuai dengan tanda yang ditunjukkan pada gambar kerja pabrik pembuat jembatan dan sesuai dengan prosedur urutan pemasangan yang benar yang dirinci dalam prosedur pemasangan. Selama perakitan bahan-bahan harus ditangani dengan hati-hati sedemikian rupa sehingga tidak terdapat bagian yang melengkung, retak atau kerusakan lainnya. Pemakuan yang dapat melukai atau menyebabkan distorsi terhadap elemen-elemen tidak diijinkan.

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

Baut penghubung harus dipasang dengan panjang dan diameter yang benar sebagaimana yang ditunjukkan dalam daftar baut dari pabrik pembuat jembatan. Ring harus ditempatkan di bawah elemen-elemen (mur atau kepala baut) yang berputar dalam 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.

## 6) Prosedur Pemasangan

Urutan pemasangan harus dilaksanakan dengan teliti sesuai dengan prosedur pemasangan yang diberikan dalam buku petunjuk dari pabrik pembuat jembatan. Kontraktor harus melaksanakan operasi pemasangan dengan memperhatikan seluruh ketentuan keselamatan umum dan harus memastikan bahwa struktur jembatan stabil dalam setiap tahap dalam proses pemasangan.

Untuk jembatan yang dipasang 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.

Seluruh bahan pengimbang (*counter-weight*) dan perancah sementara pekerjaan baja atau kayu untuk rangka pendukung pengimbang harus dipasok oleh Penyedia Jasa. Beban pengimbang harus diletakkan dengan berat sedemikian rupa sehingga faktor keamanan untuk stabilitas yang benar seperti yang diasumsikan dalam perhitungan pemasangan dari pabrik pembuat jembatan dicapai pada tiap tahap perakitan dan pemasangan.

Operasi pemasangan dengan peluncuran atau perakitan bertahap harus dilaksanakan sampai struktur jembatan rangka baja terletak di atas lokasi perletakan akhir. Penyedia Jasa kemudian harus memulai operasi pendongkrakan dengan menggunakan peralatan dongkrak hidrolik dan kerangka dongkrak yang disediakan oleh Pemilik. 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.

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 komponen-komponen khusus selama operasi ini.

### 7.5.4 **PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN**

#### 1) Cara Pengukuran

##### a) Pemasangan Struktur Jembatan Rangka Baja

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

Berat total struktur yang diukur untuk pembayaran harus dihitung sebagai berat semua komponen masing-masing baja yang digunakan dalam pemasangan struktur akhir, termasuk bagian-bagian baja fabrikasi, pelat, perletakan jembatan semi permanen, baut, mur, ring dan pengencang lainnya, dan lantai pra-fabrikasi lainnya, bilamana lantai ini termasuk dalam rancangan. Berat komponen baja yang digunakan selama operasi pemasangan yang bukan berasal dari bagian struktur akhir, termasuk komponen dan perlengkapan

untuk struktur rangka pengimbang, rangka penjangkaran, kerangka pendongkrak, ujung peluncur, rol perakit dan sejenisnya tidak boleh dimasukkan dalam berat yang diukur untuk pembayaran.

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

b) Pengangkutan dan Pengiriman Bahan

Pengangkutan dan pengiriman dari semua bahan yang disediakan oleh Pemilik 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 satu depot penyimpanan yang disebutkan dalam dokumen lelang atau lebih, untuk pengangkutan dan pengiriman bahan ke lokasi pekerjaan, termasuk semua operasi pemuatan dan penanganan selama pengangkutan, dan untuk pengembalian komponen yang hanya digunakan untuk sementara dalam kondisi yang baik ke depot penyimpanan yang ditentukan oleh Direksi Pekerjaan setelah pemasangan struktur jembatan rangka baja selesai.

c) Pemasokan Komponen Pengganti

Penggantian komponen yang hilang atau yang sangat rusak berat, jika ditentukan oleh Direksi Pekerjaan sesuai dengan Pasal 7.5.2.(5), tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini. Kompensasi untuk pemasokan setiap komponen pengganti harus dibuat berdasarkan Baja Struktur sesuai dengan ketentuan Seksi 7.4 dari Spesifikasi ini.

d) Perbaikan Komponen Yang Rusak

Perbaikan komponen yang rusak, bilamana ditentukan oleh Direksi Pekerjaan sesuai dengan Pasal 7.5.2.(6), tidak boleh diukur untuk pembayaran menurut Seksi ini. Penyedia Jasa akan menerima kompensasi untuk setiap pekerjaan perbaikan komponen yang rusak sesuai dengan ketentuan pengukuran dan pembayaran untuk pengembalian kondisi komponen baja sebagaimana yang diuraikan dalam Pasal 8.5.6 dari Spesifikasi ini.

e) Lantai Kayu Jembatan

Lantai kayu jembatan, bilamana diperlukan dalam gambar pelaksanaan atau diperintahkan oleh Direksi 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 Pasal 8.5.6 pada Spesifikasi ini.

2) Dasar Pembayaran

Kuantitas untuk pengangkutan dan pemasangan struktur jembatan rangka baja 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, dimana harga dan pembayaran harus merupakan kompensasi penuh untuk pemeriksaan, pencatatan, pengangkutan, pengiriman,

pembongkaran, penanganan dan penyimpanan semua bahan yang dipasok oleh Pemilik, untuk perlengkapan dan penentuan titik pengukuran pekerjaan sementara, pemasangan perletakan jembatan semi permanen, perakitan dan pemasangan komponen baja untuk struktur jembatan, pembongkaran kembali dan pengembalian ke tempat penyimpanan Pemilik 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 |
|-----------------------|--|-------------------|
| 7.5.(1)               | Pemasangan Jembatan Baja Standar         | Kg                |
| 7.5.(2)               | Pengangkutan Bahan Jembatan Baja Standar | Kg                |

## SEKSI 7.6

## FONDASI TIANG

## 7.6.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan Fondasi Tiang adalah komponen struktur berupa tiang yang berinteraksi langsung dengan tanah, yang berfungsi sebagai penopang akhir dan menyalurkan beban dari struktur 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 Direksi 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 Prategang, 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)

Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan untuk melaksanakan tiang uji, bilamana dianggap perlu 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 Direksi Pekerjaan. Semua pengujian tiang uji harus dilaksanakan dengan pengawasan Direksi Pekerjaan.

Bilamana diperintahkan oleh Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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 Desainer.

3) PengujianPembebanan Statis (*Loading Test*)

Percobaan pembebanan statis harus dilakukan dengan cara yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Penyedia Jasa harus menyerahkan detail gambar peralatan pembebanan yang akan digunakannya kepada Direksi 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 (D 1143 – 81 (Reapproved 1994) Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load)

4) Pengujian Dinamis

Bilamana dipandang perlu, uji beban dinamis untuk mengetahui daya dukung tiang dan integritas tiang dapat dilakukan sebagai alternatif dari 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 D 4945-00 Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles.

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 D 5882-07 *Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations*, sedangkan pengujian *Crosshole Sonic Logging* (CSL) mengacu pada ASTM D6760-08 *Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing*.

5) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan dengan Seksi Ini

- |    |                                 |              |
|----|---------------------------------|--------------|
| a) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| b) | Galian                          | : Seksi 3.1  |
| c) | Timbunan                        | : Seksi 3.2  |
| d) | Beton                           | : Seksi 7.1  |
| e) | Beton Prategang                 | : Seksi 7.2  |
| f) | Baja Tulangan                   | : Seksi 7.3  |
| g) | Baja Struktur                   | : Seksi 7.4  |
| h) | 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) Toleransi

- a) 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 Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI) :

- SNI 03-4434-1997 : Spesifikasi tiang pancang beton pracetak untuk fondasi jembatan ukuran (300x300, 350x350, 400x400) mm<sup>2</sup>, panjang 10-20 meter dengan baja tulangan BJ 24 an BJ 40
- SNI 03-3448-1994 : Tata cara penyambungan tiang pancang beton pracetak penampang persegi dengan sistem monolit bahan epoxy
- SNI 07-0722-1989 : Baja Canai Panas untuk Konstruksi Umum
- SNI 03-6764-2002 : Spesifikasi Baja Struktural

AASHTO :

- AASHTO M202M-02 : *Steel Sheet Piling.*
- AASHTO M168-96 (2003) : *Wood Products*
- AASHTO M133-04 : *Preservatives and Pressure Treatment Processes for Timber.*
- AASHTO M 111-04 : *Zinc (Hot-DipGalvanized) Coatings om Iron and Steel Products*

ASTM :

- ASTM A252 : *Steel Pipe*
- ASTM D 5882-07 : *Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations*
- ASTM D6760-08 : *Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.*



9) Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum memulai suatu pekerjaan pemancangan, Penyedia Jasa harus mengajukan kepada Direksi 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 penumbukan, 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 Direksi 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan, harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa.
- c) Pekerjaan perbaikan, seperti yang telah ditentukan oleh Direksi 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 pur (*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 – 04 *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*).

### 3) Baja Tulangan

Baja tulangan harus memenuhi ketentuan dari Seksi 7.3.

### 4) Tiang Pancang Beton Prategang Pracetak

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

### 5) Tiang Pancang Baja Struktur

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

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 Direksi Pekerjaan.



7) Turap Baja

Turap baja harus memenuhi ketentuan dari AASHTO M202 - 90.

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 Direksi 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 diijinkan.

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 pengangkatan, penanganan, dan tekanan akibat pemancangan tanpa kerusakan.

Baja tulangan harus disediakan untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkatan, penyusunan dan pengangkatan turap maupun tegangan yang terjadi akibat pemancangan dan beban-beban yang didukung. Selimut beton tidak boleh 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 Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Tidak ada penyambungan turap sampai metode penyambungan disetujui secara tertulis dari Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

Turap dibuat dan dirawat sesuai dengan ketentuan dari Seksi 7.1 dan Seksi 7.3 dari Spesifikasi ini. Waktu yang diijinkan 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 Direksi Pekerjaan.

Tidak ada turap 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 yang cepat mengeras untuk membuat turap. Penyedia Jasa harus memberitahu secara tertulis kepada Direksi Pekerjaan atas penggunaan jenis dan pabrik pembuat semen yang diusulkan. Semen yang demikian tidak boleh digunakan sebelum disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Periode dan ketentuan perlindungan sebelum pemancangan harus sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

### 4) Turap Baja

Pada umumnya, turap baja struktur harus berupa profil baja yang harus sesuai dengan AASHTO M202-02.

Bilamana korosi pada turap baja mungkin dapat terjadi, maka panjang atau ruas-ruasnya yang mungkin terkena korosi harus dilindungi dengan galvanis sesuai AASHTO M 111-04 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 pur, atau tiang pancang dengan panjang yang cukup harus ditanamkan ke dalam pur (*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. Turap yang berbentuk 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.

#### 7.6.4 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 diijinkan.

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

Semua kayu lunak yang digunakan untuk tiang pancang memerlukan pengawetan, yang harus dilaksanakan sesuai dengan AASHTO M133-04 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 Direksi 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 pur (*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 pur (*pile cap*) dari beton, kepala tiang pancang harus tertanam dalam pur 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 pengangkutan, penanganan, dan tekanan akibat pemancangan tanpa kerusakan. Tiang pancang segi empat harus mempunyai sudut-sudut yang ditumpulkan. Pipa pancang berongga (*hollow piles*) harus digunakan bilamana panjang tiang yang diperlukan melebihi dari biasanya.

Baja tulangan harus disediakan untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkutan, penyusunan dan pengangkutan 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 Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. Tidak ada pekerjaan penyambungan tiang pancang sampai metode penyambungan disetujui secara tertulis dari Direksi Pekerjaan.

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 beton dengan  $f_c' 35$  MPa atau K-400. Semen yang digunakan harus dari mutu yang sama dengan yang dipakai pada tiang pancang yang akan disambung, kecuali diperintahkan lain oleh Direksi 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 pur (*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 Direksi 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 Direksi 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 diijinkan 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan. Perawatan harus dilaksanakan minimum selama 7 hari setelah dicor 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 Direksi Pekerjaan. Bilamana tiang pancang tersebut akan dibuat 1,5 m lebih panjang dari pada panjang yang disebutkan dalam Gambar, Direksi 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 cepat mengeras untuk membuat tiang pancang bila disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Penyedia Jasa harus memberitahu secara tertulis kepada Direksi Pekerjaan atas penggunaan jenis dan pabrik pembuat semen yang diusulkan. Semen yang demikian tidak boleh digunakan sebelum disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Periode dan ketentuan perlindungan sebelum pemancangan harus sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

6) Pengupasan Kepala Tiang Pancang

Beton harus dikupas sampai pada elevasi yang sedemikian sehingga beton yang tertinggal akan masuk ke dalam pur (*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 prategang, panjang kawat prategang yang tertinggal setelah pengupasan harus dimasukkan ke dalam *pile cap* sedalam 50 mm sampai 100 mm. Penjangkaran 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 Direksi Pekerjaan, tidak perlu diamankan, harus dibuang sampai diterima oleh Direksi Pekerjaan.

#### 7.6.6 TIANG PANCANG BAJA STRUKTUR

##### 1) Umum

Pada umumnya, tiang pancang baja struktur berupa profil baja dilas biasa, pipa baja dan kotak dapat digunakan. Bilamana tiang pancang pipa atau kotak digunakan, dan akan diisi dengan beton, mutu beton tersebut minimum harus  $f_c' 20$  MPa atau K-250 dengan kadar semen minimum untuk memenuhi kriteria keawetan (*durability*).

##### 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 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.

##### 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 pur, atau tiang pancang dengan panjang yang cukup harus ditanamkan ke dalam pur (*pile cap*).

##### 4) Perpanjangan Tiang Pancang

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

##### 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 sehingga tiang pancang tersebut dapat menembus masuk pada 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 Direksi Pekerjaan atau wakilnya, dan palu pancang tidak boleh diganti dan dipindahkan dari kepala tiang pancang tanpa persetujuan dari Direksi Pekerjaan atau wakilnya.

Tiang pancang harus dipancang sampai penetrasi maksimum atau penetrasi tertentu, sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan setelah pemancangan tiang pancang uji. Posisi tersebut dapat lebih tinggi jika disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

Bilamana ketentuan rancangan tidak dapat dipenuhi, maka Direksi 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 Direksi 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 dari setengah jumlah berat tiang total beserta topi pancangnya ditambah 500 kg dan minimum 2,2 ton. Tinggi jatuh palu tidak boleh melampaui 2,5 meter atau sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi 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.

Penumbukan 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 (tidak lebih dari 25 mm/10 pukulan terakhir), 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 Direksi 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 dimana 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 seijin Direksi 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  $0,5 \text{ N/mm}^2$  sampai  $1 \text{ N/mm}^2$  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 adukan 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 diijinkan oleh Direksi Pekerjaan. Tiang pancang yang cacat harus diperbaiki atas biaya Penyedia Jasa sebagaimana disyaratkan dalam Pasal 7.6.2 dan sebagaimana yang disetujui oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

7) Catatan Pemancangan/Kalendering

Sebuah catatan yang detail dan akurat tentang pemancangan harus disimpan oleh Direksi Pekerjaan dan Penyedia Jasa harus membantu Direksi Pekerjaan dalam menyimpan catatan ini yang meliputi: jumlah tiang pancang, posisi, jenis, ukuran, panjang aktual, tanggal pemancangan, panjang dalam fondasi telapak, penetrasi pada saat penumbukan terakhir, energi pukulan palu, berat dan jenis palu, panjang perpanjangan, 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 Direksi Pekerjaan.

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

$$P_a = P_u / N$$

dimana :

- $P_u$  : Kapasitas daya dukung batas (kN)
- $P_a$  : Kapasitas daya dukung yang diijinkan (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 diijinkan untuk kepala tiang dan poer (m)
- $C_2$  : Tekanan sementara yang diijinkan untuk deformasi elastis dari batang tiang pancang (m) yang dapat dihitung dengan persamaan :  

$$\frac{P_u L}{AE}$$
 ; dimana :  
 $L$  = Panjang tiang (m)  
 $E$  = Modulus elastisitas tiang (KN/m<sup>2</sup>)  
 $A$  = Luas permukaan tiang
- $C_3$  : Tekanan sementara yang diijinkan 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 7.6.3.(1) Nilai Efisiensi Palu ( $e_f$ )**

| Jenis Palu           | Efisiensi ( $e_f$ ) |
|----------------------|---------------------|
| Drop hammer          | 0,75 – 1,00         |
| Single acting hammer | 0,75 – 0,85         |
| Double acting hammer | 0,85                |
| Diesel hammer        | 0,85 – 1,00         |

**Tabel 7.6.3.(2) Nilai Koefisien Restitusi ( $n$ )**

| Material  | N    |
|---|------|
| Tiang pancang kayu  | 0,25 |
| Bantalan kayu diatas 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 diatas tiang pancang beton tanpa topi                 | 0,4  |

M =

**Tabel 7.6.3.(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 | 10,5 MPa | 14,0 MPa |
| 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 diantara 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

Sampai kedalaman 3 m dari permukaan beton yang dicor harus digetarkan dengan alat penggetar. 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 diijinkan sebelum mendapat persetujuan dari Direksi 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 dimana 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 pur 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) Pengukurana) 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 Direksi 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 Direksi 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 jangkar 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 Direksi Pekerjaan, disediakan sesuai dengan ketentuan bahan dari Spesifikasi ini dan disusun dalam kondisi baik di lapangan dan diterima oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan, tetapi tidak termasuk panjang yang disediakan menurut pendapat Penyedia Jasa.

Tiang pancang yang disediakan oleh Penyedia Jasa, termasuk tiang uji tidak diijinkan untuk menggantikan tiang pancang yang telah diterima sebelumnya oleh Direksi Pekerjaan, yang ternyata kemudian hilang atau rusak sebelum penyelesaian Kontrak selama penumpukan atau penanganan atau pemancangan, dan akan yang diperintahkan oleh Direksi 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.

M -

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.

Panjang dari masing-masing tiang pancang harus diukur dari ujung tiang pancang sampai sisi bawah pur (*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 muka tanah dasar air (danau, sungai, selat) sampai ke permukaan air normal rata-rata.

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 Direksi Pekerjaan, sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong seperti ditunjukkan dalam Gambar atau sebagaimana yang dirancang oleh Direksi 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, dimana 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 & Pемancangan                                     | Meter Panjang     |
| 7.6.(2)               | Dinding Turap Kayu Tanpa Pengawetan   | Meter Persegi     |
| 7.6.(3)               | Dinding Turap Kayu Dengan Pengawetan  | Meter Persegi     |
| 7.6.(4)               | Dinding Turap Baja  | Meter Persegi     |
| 7.6.(5)               | Dinding Turap Beton   | 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.(8).a             | Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm tebal 10 mm                     | Meter Panjang     |
| 7.6.(8).b             | Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm tebal ..... mm                  | Meter Panjang     |
| 7.6.(8).c             | Penyediaan Tiang Pancang Baja Diameter .... mm tebal ..... mm                 | Meter Panjang     |
| 7.6.(9).a             | Penyediaan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran 300 mm x 300 mm x 10 mm x 15 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(9).b             | Penyediaan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran ... mm x ... mm x ... mm x ... mm | Meter Panjang     |
| 7.6.(10).a            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran 350 mm x 350 mm      | Meter Panjang     |
| 7.6.(10).b            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran ..... mm x ..... mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(11).a            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm       | Meter Panjang     |
| 7.6.(11).b            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran .....mm x ..... mm    | Meter Panjang     |

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian   | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|--|-------------------|
| 7.6.(12).a            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 450 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(12).b            | Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter ..... mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(13)              | Pemancangan Tiang Pancang Kayu Ukuran ..... mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(14).a            | Pemancangan Tiang Pancang Baja Diameter 500 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(14).b            | Pemancangan Tiang Pancang Baja Diameter ..... mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(15).a            | Pemancangan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran 300 mm x 300 mm x 10 mm x 15 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(15).b            | Pemancangan Tiang Pancang Baja H Beam Ukuran ... mm x ... mm x ... mm x ... mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(16).a            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran 350 mm x 350 mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(16).b            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Bertulang Pracetak ukuran ..... mm x ..... mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(17).a            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(17).b            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran .....mm x ..... mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(18).a            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 450 mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(18).b            | Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak diameter ..... mm  | Meter Panjang     |
| 7.6.(19).a            | Tiang Bor Beton, diameter 800 mm   | Meter Panjang     |
| 7.6.(19).b            | 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     |

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian   | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|--|-------------------|
| 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 (25).a            | Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan beban hidrolik Cara Beban Siklik        | Buah              |
| 7.6 (25).b            | Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan beban hidrolik Cara Beban Bertahap      | Buah              |
| 7.6 (26).a            | Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan meja beban statis Cara Beban Siklik     | Buah              |
| 7.6 (26).b            | Pengujian Pembebanan Statis pada Tiang ukuran / diameter .... dengan meja beban statis Cara Beban Bertahap   | Buah              |
| 7.6 (27).a            | Pengujian <i>Crosshole Sonic Logging</i> (CSL) pada Tiang Bor Beton diameter ...                             | Buah              |
| 7.6 (27).b            | Pengujian Pembebanan Dinamis JenisPDLT ( <i>Pile Dynamic Load Testing</i> )pada Tiang ukuran / diameter .... | Buah              |
| 7.6 (28)              | Pengujian Keutuhan Tiang dengan <i>Pile Integrity Test (PIT)</i>   | Buah              |

## SEKSI 7.7

## FONDASI SUMURAN

## 7.7.1 UMUM

1) Uraian

- a) Yang dimaksud dengan Fondasi Sumuran adalah komponen 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 Direksi Pekerjaan. Jenis dan dimensi sumuran terbuka yang digunakan akan ditunjukkan dalam Gambar.

2) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detail pelaksanaan (*shop drawing*) untuk Fondasi sumuran terbuka dari beton bertulang yang tidak termasuk dalam Dokumen Kontrak akan disiapkan oleh Direksi Pekerjaan dan diterbitkan untuk Penyedia Jasa setelah peninjauan kembali rancangan telah selesai dikerjakan sesuai dengan Seksi 1.9 dari Spesifikasi ini.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |              |
|----|---------------------------------|--------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : Seksi 1.9  |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : Seksi 1.19 |
| c) | Galian                          | : Seksi 3.1  |
| d) | Beton                           | : Seksi 7.1  |
| e) | 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 atau K-250 dan mutu baja BJ24. 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. Cetakan harus memenuhi garis dan elevasi yang tepat dan terbuat dari logam. Cetakan harus kedap air dan tidak boleh dibuka 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

Cetakan 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 yang telah dilaksanakan sebelumnya dengan menggunakan bekisting sesuai dengan dimensi, dengan memperhatikan kecukupan bearing capacity sesuai kondisi tanah terganggu.
- d) Dinding sumuran tidak boleh langsung diletakkan ke dalam lubang galian.
- 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 atau K-175 yang dicorkan di atas lapisan beton kedap air mutu  $f_c' 25$  MPa atau K-300 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 K-250, 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 pekerja 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, dimana 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, dimana 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 atau K-300, beton siklop, dan beton setinggi satu meter di bawah telapak fondasi dengan mutu  $f_c' 20$  MPa atau K-250 akan dibayar sesuai dengan mata pembayaran pada Seksi 7.1.

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

Pembayaran cofferdam dan dewatering pada pekerjaan ini mengacu pada mata pembayaran 7.6.(14).

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian  | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| 7.7.(1)               | Dinding Sumuran Silinder terpasang, Diameter<br>..... | Meter Panjang     |

**SEKSI 7.8****ADUKAN SEMEN****7.8.1 UMUM**1) Uraian

Pekrejaan ini harus mencakup pembuatan dan pemasangan adukan 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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja  | : | Seksi 1.19 |
| b) | Pasangan Batu Dengan Mortar      | : | Seksi 2.2  |
| c) | Gorong-gorong dan Drainase Beton | : | Seksi 2.3  |
| d) | Beton                            | : | Seksi 7.1  |
| e) | Pasangan Batu                    | : | Seksi 7.9  |
| f) | Bangunan Pengaman                | : | Seksi 7.10 |

3) Standar Rujukan**Standar Nasional Indonesia (SNI) :**

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 15-0302-2004 | : | Semen Portland Pozolan  |
| SNI 15-2049-2004 | : | Semen Portland  |
| SNI 03-6820-2002 | : | Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen |
| SNI 03-6378-2000 | : | Spesifikasi kapur hidrat untuk keperluan pasangan batu                                  |
| SNI 15-7064-2004 | : | Semen Portland Komposit   |

**ASTM :**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| ASTM C476 | : | Mortar and Grout for Reinforcement of Masonry |
|-----------|---|---|

**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 ASTM C207.
- d) Air harus memenuhi ketentuan dalam Pasal 7.1.2.2) dari Spesifikasi ini.

2) Campuran

- a) Adukan Semen untuk pekerjaan akhir dan perbaikan.  
Adukan yang digunakan untuk pekerjaan akhir atau perbaikan kerusakan pada pekerjaan beton, sesuai dengan Pasal yang bersangkutan dari Spesifikasi ini, harus terdiri dari semen dan pasir halus yang dicampur dalam proporsi yang sama dalam beton yang sedang dikerjakan atau diperbaiki. Adukan yang

disiapkan harus memiliki kuat tekan yang memenuhi ketentuan yang disyaratkan untuk beton dimana adukan semen dipakai. Untuk keperluan perbaikan beton atau pekerjaan pemasangan pada bagian yang berhubungan langsung dengan elemen struktural, adukan semen harus memiliki sifat tahan susut.

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

### 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 semen dicampur hanya dalam kuantitas yang diperlukan untuk penggunaan langsung. Bilamana diperlukan, adukan semen boleh diaduk kembali dengan air dalam waktu 30 menit dari proses pengadukan awal. Pengadukan kembali setelah waktu tersebut tidak diperbolehkan.
- c) Adukan semen yang tidak digunakan dalam 45 menit setelah air ditambahkan harus dibuang.

#### 2) Pencampuran untuk pekerjaan perbaikan

- 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 dengan perbandingan air semen yang menghasilkan kekuatan setara dengan bagian beton yang diperbaiki.

#### 3) Pemasangan

- a) Permukaan yang akan menerima adukan semen harus dibersihkan dari minyak atau lempung atau bahan terkontaminasi lainnya dan telah dibasahi sampai merata sebelum adukan semen ditempatkan. Air yang tergenang pada permukaan harus dikeringkan sebelum penempatan adukan semen.
- b) Bilamana digunakan sebagai lapis permukaan, adukan semen harus ditempatkan pada permukaan yang bersih dan lembab dengan jumlah yang cukup sehingga menghasilkan tebal adukan minimum 1,5 cm, dan harus dibentuk menjadi permukaan yang halus dan rata.

4) Penyelesaian akhir

- a) Segera setelah pekerjaan pemasangan adukan 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 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 Direksi Pekerjaan, yang dibuat dari Pasangan Batu. Pekerjaan harus meliputi pemasokan semua bahan, penyiapan seluruh formasi atau pondasi 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 Direksi Pekerjaan.
- b) Umumnya, pasangan batu harus digunakan hanya untuk struktur seperti dinding penahan, 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 kelas pekerjaan di bawah Pasangan Batu (*Stone Masonry*) dapat digunakan seperti 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.

##### 2) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detil pelaksanaan untuk pasangan batu yang tidak disertakan dalam Dokumen Kontrak pada saat pelelangan akan diterbitkan oleh Direksi Pekerjaan setelah peninjauan kembali rancangan awal atau revisi desain telah selesai dikerjakan sesuai dengan Seksi 1.9 dari Spesifikasi ini.

##### 3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |  |              |
|----|--|--------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan   | : Seksi 1.9  |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja  | : Seksi 1.19 |
| c) | Selokan dan Saluran Air  | : Seksi 2.1  |
| d) | Pasangan Batu Dengan Mortar  | : Seksi 2.2  |
| e) | Gorong-gorong dan Drainase Beton   | : Seksi 2.3  |
| f) | Drainase Porous  | : Seksi 2.4  |
| g) | Galian   | : Seksi 3.1  |
| h) | Timbunan   | : Seksi 3.2  |
| i) | Beton  | : Seksi 7.1  |
| j) | Adukan Semen   | : Seksi 7.8  |
| k) | Pasangan Batu Kosong dan Bronjong  | : Seksi 7.10 |
| l) | Pemeliharaan Rutin untuk Perkerasan, Bahu Jalan, Drainase, Perlengkapan Jalan dan Jembatan | : Seksi 10.1 |

- 4) Toleransi Dimensi, Pengajuan 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

Adukan haruslah adukan 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 Direksi 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 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 menghindarkan 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 memasang batu yang lebih besar dari ukuran yang dapat ditangani oleh dua orang. Menggelindingkan atau menggulingkan batu pada pekejaan yang baru dipasang tidak diperkenankan.
- 3) Penempatan Adukan
- 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 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 untuk landasan yang ditempatkan pada suatu waktu haruslah dibatasi sehingga batu hanya dipasang pada adukan baru yang belum mengeras. Bilamana batu menjadi longgar atau lepas setelah adukan mencapai pengerasan awal, maka batu tersebut harus dibongkar, dan adukannya dibersihkan dan batu tersebut dipasang lagi dengan adukan 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 Direksi 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 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 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 Direksi 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.
- 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, dimana harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan dan pemasangan semua bahan, dan penyiapan seluruh formasi atau fondasi, 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.

| <b>Nomor Mata Pembayaran</b> | <b>Uraian</b> | <b>Satuan Pengukuran</b> |
|------------------------------|---------------|--------------------------|
| 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 (*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) Penerbitan Detil Pelaksanaan

Detil pelaksanaan untuk pasangan batu kosong dan bronjong yang tidak termasuk dalam Dokumen Kontrak pada saat pelelangan akan diterbitkan oleh Direksi Pekerjaan setelah peninjauan kembali rancangan awal selesai dikerjakan menurut Seksi 1.9 Spesifikasi ini.

3) Pekerjaan Seksi Lain Yang Berkaitan Dengan Seksi Ini

- |    |                                 |   |            |
|----|---------------------------------|---|------------|
| a) | Kajian Teknis Lapangan          | : | Seksi 1.9  |
| b) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| c) | Selokan dan Saluran Air         | : | Seksi 2.1  |
| d) | Drainase Porous                 | : | Seksi 2.4  |
| d) | Galian                          | : | Seksi 3.1  |
| e) | Timbunan                        | : | Seksi 3.2  |

4) Standar RujukanStandar Nasional Indonesia (SNI) :

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| SNI 2417 : 2008  | : | Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.   |
| SNI 07-6892-2002 | : | Spesifikasi Pagar Anyaman Kawat Baja Berlapis Seng.   |
| SNI 07-6443-2000 | : | Metode Pengujian untuk Menentukan Daerah Lapisan Seng Paling Tipis dengan Cara Dreece pada Besi atau Baja Digalvanis. |
| SNI 03-6154-1999 | : | Kawat bronjong  |
| SNI 03-0090-1999 | : | Bronjong kawat  |
| SNI 03-3750-1995 | : | Bronjong jaringan kawat baja las (JKBL)   |
| SNI 03-3760-1995 | : | Bronjong logam bentang  |
| SNI 03-3046-1992 | : | Kawat bronjong dan bronjong berlapis PVC (Polivinil chlorida)   |

ASTM :

- |            |   |                          |
|------------|---|--------------------------|
| ASTM B 117 | : | Salt Spray Exposure Test |
|------------|---|--------------------------|

5) Pengajuan 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

- a) Harus memenuhi salah satu dari SNI berikut ini : SNI 03-6154-1999, SNI 03-0090-1999, SNI 03-3750-1995, SNI 03-3760-1995 atau SNI 03-3046-1992.
- b) Karakteristik kawat bronjong adalah :
 

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Tulangan tepi, diameter | : 4,0 mm, 6 SWG           |
| Jaringan, diameter      | : 3,0 mm, 8 SWG           |
| Pengikat, diameter      | : 2,1 mm, 14 SWG          |
| Kuat Tarik              | : 4200 kg/cm <sup>2</sup> |
| Perpanjangan diameter   | : 10% (minimum)           |
- c) Anyaman : Anyaman haruslah merata berbentuk segi enam yang teranyam dengan tiga lilitan dengan lubang kira-kira 80 mm x 60 mm yang dibuat sedemikian rupa hingga tidak lepas-lepas dan dirancang untuk diperoleh kelenturan dan kekuatan yang diperlukan. Keliling tepi dari anyaman kawat harus diikat pada kerangka bronjong sehingga sambungan-sambungan yang diikat pada kerangka harus sama kuatnya seperti pada badan anyaman.
- d) Keranjang haruslah merupakan unit tunggal dan disediakan dengan dimensi yang disyaratkan dalam Gambar atau sesuai petunjuk Direksi dan dibuat sedemikian sehingga dapat dikirim ke lapangan sebelum diisi dengan batu.

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 %.
- d) Kekekalan bentuk agregat terhadap natrium sulfat atau magnesium sulfat dalam pengujian 5 siklus (daur) kehilangannya harus kurang dari 10 %.

Batu untuk pasangan batu kosong haruslah bersudut tajam, memiliki dimensi minimum 200 mm. Direksi 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 Pengisi (Grout)

Adukan pengisi untuk pasangan batu kosong yang diberikan harus adukan semen dengan kekuatan (5 MPa seperti yang disyaratkan dalam Seksi 7.8.2. 2)b. 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 Direksi 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 ke dalaman 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 Direksi 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 Direksi 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 dimana harga dan pembayaran tersebut haruslah merupakan kompensasi penuh untuk seluruh galianguna penyiapan seluruh formasi dan pondasi, 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.

M /

| <b>Nomor Mata Pembayaran</b> | <b>Uraian</b>   | <b>Satuan Pengukuran</b> |
|------------------------------|---|--------------------------|
| 7.10.(1)                     | Pasangan Batu Kosong yang Diisi Adukan  | Meter Kubik              |
| 7.10.(2)                     | Pasangan Batu Kosong  | Meter Kubik              |
| 7.10.(3) a.                  | Bronjong dengan kawat yang dilapisi galvanis                                  | Meter Kubik              |
| 7.10.(3) b.                  | Bronjong dengan kawat yang dilapisi PVC                                       | Meter Kubik              |
| 7.10.(3) c.                  | Tambahkan Biaya untuk Anyaman Penulangan Tanah dengan Kawat yang Dilapisi PVC | Meter Persegi            |

**SEKSI 7.11****SAMBUNGAN EKSPANSI (*EXPANSION JOINT*)****7.11.1 UMUM**1) Uraian

Pekerjaan ini akan terdiri dari pemasokan dan pemasangan sambungan lantai yang terbuat dari logam atau elastomer atau tipe asphaltic, 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 Direksi Pekerjaan.

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                                 | : | Seksi 7.1  |
| d) | 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 Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI):

- |                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Pd. T-13-2005-B    | : | Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis Asphaltic Plug Untuk Jembatan                                     |
| SNI 03-4432-1997   | : | Spesifikasi Karet Spon Sebagai Bahan Pengisi Siar Muai pada Perkerasan Beton dan Konstruksi Bangunan.    |
| SNI 03-4814-1998   | : | Bahan Penutup Sambungan Beton Tipe Elasis Tuang Panas.   |
| SNI 03-4815-1998   | : | Spesifikasi Pengisi Siar Muai Siap Pakai untuk Perkerasan 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  |
| 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 ISO 188 : 2010 | : | Pengujian Pengusangan yang Dipercepat dan Ketahanan Panas dari Karet Vulkanisat atau Termoplastik.       |

AASHTO :

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| AASHTO M120 - 80 | : | Steel for Expansion Joint Class A.                         |
| AASHTO M220 - 84 | : | Prefomed Elastomeric Compression Joint Seals for Concrete. |

M -

ASTM :  
 ASTM D 6297 : Standard Specification for Asphaltic Plug Joints for Bridges.

5) Pengajuan 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 Direksi Pekerjaan.
- b) Bilamana sambungan jenis patent yang diusulkan, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian sambungan yang lengkap untuk mendapat persetujuan dari Direksi Pekerjaan, termasuk gambar kerja dan sertifikat pabrik pembuatnya untuk produk dan bahan yang digunakan di dalamnya. Jika data tersebut tidak tersedia, Direksi 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.
- c) 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 Direksi Pekerjaan. Bagaimanapun juga, Penyedia Jasa harus bertanggungjawab untuk melindungi dan menjaga keamanan sambungan tersebut sesuai fungsinya selama periode Kontrak minimum 2 (dua) 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 rutin dari semua sambungan ekspansi yang telah selesai dan diterima selama Periode Pelaksanaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari Spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.7.

**7.11.2 BAHAN**

1) Struktur Sambungan Ekspansi (*Expansion Joint Structure*)

Jenis struktur sambungan ekspansi tergantung pada jumlah pergerakan lantai yang diperlukan dan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar. Sambungan pelat atau

siku, sambungan baja bergerigi (*steel finger joint*), tipe asphaltic dan sambungan berpenutup neoprene harus mempunyai bentuk yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bagian baja dan baut jangkar harus sesuai dengan AASHTO M120 Kelas A. Bagian logam harus dilindungi terhadap korosi.

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 Direksi Pekerjaan. Sambungan vertikal dan miring harus ditutup dengan sambungandempul bitumen, dari bahan yang disetujui oleh Direksi 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) Waterstops

Jenis dan bahan waterstops harus terinci dalam Gambar atau sebagaimana yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

5) Bahan-bahan Lain

Semua bahan lainnya yang diperlukan untuk sambungan harus sesuai dengan Gambar dan disetujui oleh Direksi 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 Direksi 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 terekat 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 cetakan. Ukuran celah sambungan ekspansi harus sesuai dengan temperatur rata-rata jembatan pada saat pemasangan. Temperatur ini harus ditentukan sesuai dengan pengaturan yang disetujui oleh Direksi 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 Ekspansi

Sambungan harus dapat meredam gonjangan dan suara dan merupakan struktur yang kedap air. Struktur sambungan ekspansi 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 Direksi Pekerjaan. Posisi semua baut yang dicor di dalam beton atau semua lubang bor yang dibuat dalam beton harus ditentukan dengan akurat dengan menggunakan mal. Ulliran skrup harus dijaga agar tetap bersih dan bebas dari karat. Jalan alih harus disediakan dan dipelihara untuk melindungi semua sambungan ekspansi dari beban kendaraan sampai sambungan ini diterima dan Direksi Pekerjaan mengizinkan pembongkaran jalan alih tersebut.

#### 7.11.4 **PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN**

1) Cara Pengukuran

Suatu pengukuran struktur sambungan ekspansi akan berupa jumlah meter panjang sambungan yang selesai dipasang di tempat dan diterima. *Waterstops*, bahan pengisi sambungan ekspansi 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 dimana sambungan tersebut dikerjakan atau dimana sambungan itu dihubungkan dan tidak dibayar dalam mata pembayaran yang terpisah.

| Nomor Mata Pembayaran | Uraian  | Satuan Pengukuran |
|-----------------------|---|-------------------|
| 7.11.(1a)             | Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug, <b>Fixed</b> | Meter Panjang     |
| 7.11.(1b)             | Expansion Joint Tipe Asphaltic Plug, Movable      | Meter Panjang     |
| 7.11.(2)              | Expansion Joint Tipe Rubber 1                     | Meter Panjang     |
| 7.11.(3)              | Expansion Joint Tipe Rubber 2                     | Meter Panjang     |
| 7.11.(4)              | Expansion Joint Tipe Rubber 3                     | Meter Panjang     |
| 7.11.(5)              | Joint Filler untuk Sambungan Konstruksi           | Meter Panjang     |
| 7.11.(6)              | Expansion Joint Tipe Baja Bersudut                | Meter Panjang     |
| 7.11.(7)              | Expansion Joint Type Modular, lebar .....         | Meter Panjang     |

## SEKSI 7.12

PERLETAKAN (*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 ankur 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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| c) | Beton                                 | : | Seksi 7.1  |
| d) | Beton Pratekan                        | : | Seksi 7.2  |
| e) | Baja Tulangan                         | : | Seksi 7.3  |
| f) | Baja Struktural                       | : | Seksi 7.4  |
| g) | 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 Perletakan

Perletakan, baut pengunci dan dowel pelengkap harus diletakkan sedemikian hingga sumbunya berada dalam rentang  $\pm 3$  mm dari posisi yang seharusnya. Elevasi permukaan perletakan tunggal atau permukaan rata-rata dari perletakan 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 perletakan tidak boleh melampaui lebih dari 1/200 dari sebuah bidang datar rencana untuk perletakan dan ketidakrataan setempat tersebut tidak boleh melampaui 1 mm tingginya.

c) Landasan Perletakan

Perletakan harus dilandasi pada seluruh bidang dasarnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar atau disetujui oleh Direksi 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 perletakan harus mempunyai kelandaian yang menurun dari perletakan.

d) Penyetel Berulir

Penyetel berulir harus dikencangkan sampai merata untuk menghindari tegangan berlebihan pada suatu bagian perletakan. Bilamana terdapat getaran yang cukup berarti, maka pengencang yang digunakan haruslah dari jenis yang tahan getaran.

e) Ukuran Perletakan

Toleransi dimensi perletakan harus memenuhi Tabel 7.12.1.(1).

Tabel 7.12.1.(1) Toleransi Dimensi Total Perletakan Yang Dijinkan

| Jenis Perletakan                                      | Toleransi Ukuran Total |                   |
|---|------------------------|-------------------|
|   | Bidang Datar           | Tebal atau Tinggi |
| Elastomer dengan ketebalan atau tinggi sampai 200 mm  | + 6 mm<br>- 3 mm       | $\pm 1$ mm        |
| Elastomer dengan ketebalan atau tinggi di atas 200 mm | + 6 mm<br>- 3 mm       | $\pm 5\%$         |
| Selain Elastomer                                      | $\pm 3$ mm             | $\pm 3$ mm        |

f) Sifat Sejajar Permukaan Luar

Bilamana dirancang sejajar, maka toleransi bagian atas perletakan 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) Perletakan 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 perletakan 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 kepersejarian

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) Perletakan Goyang (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 dimana dapat terjadi kontak harus 0,025 mm. Kekasaran permukaan untuk permukaan yang bergoyang (*rocking surface*) harus tidak melebihi 0,8 mikron.

i) Perletakan Sendi (Knuckle Bearing)

Perletakan sendi silinder dan berbentuk bola : Toleransi mendatar dan profil permukaan untuk perletakan sendi silinder dan toleransi profil permukaan untuk perletakan sendi berbentuk bola harus  $0,0002 \times h$  mm atau 0,24 mm, dipilih yang lebih besar, dimana  $x$  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 perletakan 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) Perletakan 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 disyaratakan 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<br>- 0,0                | + 0,1<br>- 0,0    |
| > 600 dan < 1200            | $\pm 1,5$                          | + 0,6<br>- 0,0                | + 0,2<br>- 0,0    |
| > 1200                      | $\pm 2,0$                          | + 0,7<br>- 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<br>(diamater atau diagonal)<br>(mm) | Toleransi pada Proyeksi yang<br>ditetapkan di atas Ceruk ( <i>recess</i> )<br>(mm) |
|--|--|
| > 600  | + 0,5<br>- 0   |
| > 600 dan < 1200   | + 0,6<br>- 0   |
| > 1200 dan < 1500  | + 0,8<br>- 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, dimana 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) Perletakan Elastomer (*Elastomeric Bearing*)

i) Sifat Sejajar

Batas toleransi kelurusan lapisan baja dapat dihitung mengacu pada SNI 3967- 2008.

ii) Ukuran

Bantalan tipe polos dan bantalan 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 Perletakan 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) | ±3           |

| Uraian                                 | Dimensi (mm)  |
|--|---|
| berlapis)                              |   |
| 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) Perletakan 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 perletakan. Bilamana toleransi yang diperlukan pada posisi untuk titik pusat lubang-lubang penyetulan harus sebagaimana dirinci atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

m) Angkur Penahan Gempa

Persyaratan angkur penahan gempa yang ditempatkan pada diafragma ujung mengikuti Seksi 7.3 atau seksi 7.4 spesifikasi ini.

5) Standar Rujukan

|                  |  |
|------------------|--|
| SNI 03-6764-2002 | : Spesifikasi Baja Struktural.   |
| SNI 3967:2008    | : Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos dan Tipe Berlapis untuk Perletakan Jembatan.                     |
| AASHTO M102 - 88 | : Carbon Steel forging or General Industrial Use.  |
| AASHTO M105 - 85 | : Gray Iron Castings.  |
| AASHTO M163 - 89 | : Corrosion-resistant Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel and Nickel-based Castings for General Application. |
| AASHTO M169 - 83 | : Cold-finished Carbon Steel Bars and Shafting.  |
| AASHTO M192 - 86 | : Steel Castings for Highway Bridges.  |
| AASHTO M251      | : Standard Specification for Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings                                 |
| ASTM A47         | : Mild Castings (Grade No 35019).  |
| ASTM D3183       | : Elastomeric Bearings.  |

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan rincian jenis perletakan 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 Direksi Pekerjaan, maka Penyedia Jasa harus membuat gambar kerja yang menunjukkan cara penempatan dan pemasangan, dengan memperhitungkan ketentuan toleransi dan temperatur pemasangan. Rincian juga harus menunjukkan setiap perubahan detail pada bangunan bawah (*sub-structure*) dan bangunan atas jembatan dimana perletakan tersebut akan ditempatkan, untuk menentukan lokasi dan menyétel perletakan tersebut.

- b) Penyedia Jasa harus menyerahkan contoh bahan yang diusulkan pada Direksi 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 ditolakannya bahan tersebut oleh Direksi Pekerjaan.

7) Penyimpanan dan Pengamanan Bahan

Setelah pengiriman perletakan tiba di tempat maka perletakan tersebut harus diperiksa untuk menjamin bahwa perletakan tersebut sesuai dengan yang diperlukan dan tidak mengalami kerusakan selama pengiriman dan penanganan. Kerusakan pada perletakan harus segera diberitahukan kepada Direksi Pekerjaan secara tertulis.

Perletakan 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) Perletakan yang tidak memenuhi toleransi dimensi tidak boleh dipasang dalam pekerjaan, kecuali dapat ditunjukkan dengan pengujian dan perhitungan yang dapat diterima oleh Direksi Pekerjaan, bahwa kinerja perletakan tidak terganggu dengan dimensi di luar toleransi yang diijinkan dan tidak ada beban tambahan yang dilimpahkan pada bangunan atas atau bagian bangunan bawah jembatan. Bilamana pengujian dan perhitungan ini tidak dapat dibuktikan, maka perletakan yang tidak memenuhi toleransi dimensi harus disingkirkan dari tempat kerja dan diganti.
- b) Perletakan yang dipasang tidak memenuhi toleransi pemasangan yang memperhitungkan pengaruh temperatur, harus dibongkar dan bilamana tidak mengalami kerusakan dapat dipasang kembali atas persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
- c) Perletakan 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 perletakan dipasang, Penyedia Jasa harus dapat menunjukkan bukti tertulis kepada Direksi Pekerjaan yang menyatakan bahwa seluruh perletakan telah memenuhi persyaratan (mekanis maupun fisik) untuk digunakan. Perbaikan atau penggantian atas perletakan 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

rutin dari semua perletakan yang telah selesai dan diterima selama Periode Pelaksanaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari Spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.7

## 7.12.2 BAHAN

### 1) Baja untuk Perletakan

#### a) Lapisan Pelat Baja

Lapisan penulangan pelat baja untuk bantalan perletakan harus memenuhi SNI 03-6764-2002 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) Perletakan Logam

Perletakan logam harus berupa perletakan blok berongga (*pot*), geser (*sliding*), rol (*roller*), sendi (*knuckle*), goyang (*rocker*), yang disetel atau perletakan lainnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bahan harus memenuhi spesifikasi AASHTO yang berkaitan.

### 2) Elastomer untuk Perletakan

Bahan-bahan campuran karet yang digunakan dalam pembuatan bantalan ini harus berupa polycholoprene asli (Karet sintetis) tahan kristalisasi atau polyisoprene asli (karet alam) saja sebagai polimer mentah. Bantalan elastomer yang terbuat dari gabungan polycholoprene dan polyisoprene atau bahan lain, yang digabung dalam bentuk kompon, bentuk lapisan penyusun atau bentuk lainnya tidak diperkenankan. Seluruh bahan harus baru dan bukan daur ulang yang diambil dari bantalan yang telah jadi.

Elastomer yang akan dipasang harus dilakukan pengujian oleh laboratorium independent baik pengujian secara mekanis maupun pengujian bahan dan memenuhi ketentuan yang tercantum dalam SNI 3967:2008 dengan ketentuan jumlah benda uji sebagai berikut :

- a) Pengambilan benda uji, pengujian dan pertimbangan penerimaan dibuat berdasarkan kelompok produksi.
  - i. Satu kelompok bantalan elastomer harus dipertimbangkan dalam bentuk satu kelompok yang terdiri dari 100 buah bantalan 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 bantalan 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. Bantalan tipe polos: dua buah bantalan utuh dari setiap kelompok;
  - ii. Bantalan tipe berlapis: satu bantalan utuh per sepuluh buah bantalan dalam satu kelompok bantalan, dengan jumlah minimum dua buah bantalan.

Jika contoh karet yang diambil gagal memenuhi persyaratan manapun yang tercantum, kelompok bantalan tersebut harus ditolak.

- c) Untuk pengujian mekanis harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
- i. Setiap bantalan 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. Bantalan tersebut harus diamati secara visual pada pembebanan kedua. Jika bantalan 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 bantalan 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 bantalan 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 diatas dapat saja dilakukan kembali terhadap bantalan utuh lainnya untuk memastikan bahwa tidak semua bantalan dari suatu kelompok bantalan memiliki kualitas yang buruk, dengan catatan hasil pengujian tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

Sebagai pilihan pengujian tambahan jika diperlukan dapat dilakukan pengujian modulus geser bantalan 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 bantalan yang diambil dari bantalan contoh. Dengan kata lain atas pilihan pengguna jasa, suatu uji kekakuan yang tidak merusak sebagai pembanding dapat dilakukan pada sepasang bantalan contoh. Jika uji tidak merusak telah dilakukan, modulus gesernya dapat dihitung dari kekakuan geser bantalan yang telah terukur, dihitung besarnya pengaruh kekakuan geser terhadap ukuran bantalan 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.

Tabel 7.12.2.(1) Sifat-sifat Karet

| Pengujian   |   | Standar ASTM       | Karet alam  |             |             | Karet sintesis ( <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         | °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<br>Metoda B | 70          | 70          | 70          | 100                                | 100         | 100         | °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<br>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 ± 37,7°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

Perletakan 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 perletakan kecuali dirancang khusus untuk maksud tersebut.

Pemindahan beban bangunan atas jembatan pada perletakan tidak akan diperkenankan sampai kekuatan landasan telah cukup untuk menahan beban yang diberikan. Alat-alat pengejepit sementara harus disingkirkan pada waktu yang cocok sebelum perletakan 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 perletakan 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 bantalan karet cocok untuk penyangga sementara di bawah pelat dasar perletakan.

Untuk menampung rangkai dan penyusutan beton ditambah pergerakan akibat temperatur pada bangunan atas jembatan, maka perletakan harus disetel sebelumnya sesuai dengan petunjuk Direksi Pekerjaan.

## 2) Landasan Perletakan

Pemilihan bahan landasan harus berdasarkan cara pemasangan perletakan, ukuran celah yang akan diisi, kekuatan yang diperlukan dan waktu pengerasan (*setting time*) yang diperlukan. Dalam pemilihan bahan landasan, maka faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan : jenis perletakan; ukuran perletakan; 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 landasan harus dirancang berdasarkan pengujian dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas. Dalam beberapa hal, mungkin perlu melakukan percobaan untuk memastikan bahan yang paling cocok. Bahan yang umum digunakan adalah adukan 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 landasan, baik di atas maupun di bawah perletakan, harus diperluas ke seluruh daerah perletakan.

Penggunaan landasan perletakan dengan bahan dasar semen, harus mengikuti seksi 7.8 spesifikasi ini.

## 3) Penyetelan Perletakan Selain Elastomer

Untuk mengatasi getaran dan benturan yang kebetulan, maka penyetelan harus dilaksanakan. Sambungan geser atau baut jangkar 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 perletakan sebagai mal. Dalam hal yang khusus ini, pencegahan harus diambil untuk mencegah pengotoran perletakan selama pemasangan baut.

Perletakan yang akan dipasang pada penyangga sementara harus ditanam dengan kokoh pada struktur dengan baut jangkar atau cara lain untuk mencegah gangguan selama operasi-operasi berikutnya. Cara pengencangan baut harus sedemikian rupa sehingga tidak mengubah bentuk perletakan. Akhirnya, rongga di bawah perletakan harus diisi sepenuhnya dengan bahan landasan.

Tempat-tempat yang sulit harus dihindari, misalnya paking sementara penahan getaran harus dikeluarkan dan digunakan ring pegas. Sebagai alternatif, perletakan dapat disetel langsung pada pelat landasan logam yang ditempatkan ke dalam atau ditanamkan pada permukaan struktur penyangga. Hanya adukan 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 ditulangi pada semua sisi.

Bilamana bangunan bawah jembatan terbuat dari baja maka perletakan dapat langsung dibaut padanya. Dalam hal ini, perlengkapan harus disediakan untuk menjamin bahwa garis dan elevasi berada dalam rentang toleransi yang diijinkan.

Bilamana perletakan 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 Perletakan Elastomer

Perletakan elastomer dapat diletakkan langsung pada beton, asalkan berada dalam toleransi yang disyaratkan untuk kedataran dan kerataan. Sebagai alternatif, perletakan tersebut harus diletakkan pada suatu lapisan bahan landasan.

5) Perletakan Yang Menunjang Lantai Beton Cor Langsung Di Tempat

Bilamana perletakan dipasang sebelum pengecoran langsung lantai beton, maka acuan sekitar perletakan harus ditutup dengan rapi untuk mencegah kebocoran adukan encer. Perletakan, 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 perletakan akibat beban beton yang masih basah di atas perletakan. Setiap adukan semen yang mengotori perletakan harus dibuang sampai bersih sebelum mengeras.

6) Perletakan Yang Menyangga Unit-unit Beton Pracetak atau Baja

Suatu lapisan tipis adukan resin sistesis harus ditempatkan antara perletakan dan balok. Sebagai alternatif, perletakan dengan pelat perletakan sisi luar dapat dibaut pada pelat jangkar, 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 perletakan logam dan angkur gempa akan dihitung berdasarkan jumlah setiap jenis perletakan logam dan angkur gempa yang dipasang dan diterima.

Kuantitas perletakan elastomer dan stopper akan dihitung berdasarkan jumlah tiap jenis, ukuran dan ketebalan elastomer yang selesai dikerjakan di tempat dan diterima. Perletakan 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, landasan adukan semen, lapisan perekat epoxy, dowel, batang jangkar, semua tenaga kerja, perkakas, peralatan, pengujian untuk pengendalian mutu dan biaya tak terduga 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)             | Perletakan Logam Tipe Fixed 150 Ton                                      | Buah              |
| 7.12.(1b)             | Perletakan Logam Tipe Moveable 150 Ton                                   | Buah              |
| 7.12.(1c)             | Perletakan Logam Tipe .....  | Buah              |
| 7.12.(2)              | Perletakan Elastomerik Alam Ukuran .....<br>mm x ..... mm x ..... mm     | Buah              |
| 7.12.(3)              | Perletakan Elastomerik Sintetis Ukuran .....<br>mm x ..... mm x ..... mm | Buah              |
| 7.12.(4)              | Perletakan Strip   | Meter Panjang     |

**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 Direksi Pekerjaan dan memenuhi Spesifikasi ini.

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                                 | : | Seksi 7.1  |
| d) | Baja Struktur                         | : | Seksi 7.4  |
|    | 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 Rujukan

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| SNI 03-6764-2002 | : | Spesifikasi Baja Struktural                                    |
| AASHTO M111 - 87 | : | Galvanizing.   |
| AASHTO M160 - 90 | : | General Requirement for Delivery of Structural Steel.          |
| ASTM A307        | : | Mild Steel Nuts and Bolts.                                     |
| AWS D210         | : | Welded Highway and Steel Bridges.                              |
| Pd T-07-2005-B   | : | Pelaksanaan pekerjaan beton untuk pekerjaan jalan dan jembatan |

6) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar kerja untuk disetujui Direksi 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. Sekrup-sekrup 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 Direksi 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 rutin dari semua sandaran jembatan yang telah selesai dan diterima selama Periode Pelaksanaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari Spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.7

**7.13.2 BAHAN**1) Baja

Bahan untuk sandaran jembatan harus baja rol dengan tegangan leleh  $2800 \text{ kg/cm}^2$  memenuhi SNI 03-6764-2002 atau standar lain yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Atas perintah Direksi 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 atau, bila disetujui oleh Direksi Pekerjaan, setara dengan Baut Jangkar Dengan Perekat Epoxy (*Epoxy Bonded Stud Anchor Bolts*). Paku jangkar jenis lainnya tidak diijinkan. Semua baut pemegang harus diproteksi terhadap korosi atau digalvanisasi.

- 3) Beton

Bahan pekerjaan beton mengacu kepada Seksi 7.1.

### 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 detil 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 M111-90 Galvanizing, 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 galvanisasi, 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 Direksi 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan harus diperoleh sebelum sandaran dimatikan. Penyedia Jasa akan memberitahukan Direksi 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, pemasangan, 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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | : | Seksi 1.19 |
| b) | Adukan Semen                    | : | Seksi 7.8  |
| c) | Pasangan Batu                   | : | Seksi 7.9  |

**7.14.2 BAHAN**

Bahan yang digunakan adalah marmer atau batu alam. Papan nama ini harus diukir nama dan lambang Kementerian Pekerjaan Umum, dan nama jembatan yang telah disetujui secara tertulis, jumlah dan lokasi jembatan yang telah disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

**7.14.3 PERALATAN**

Peralatan yang digunakan untuk memasang papan nama jembatan harus disetujui terlebih dahulu oleh Direksi 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 Direksi 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, dimana 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 dari 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 Direksi Pekerjaan.
- c) Sebelum melakukan pekerjaan Penyedia Jasa berkewajiban menyiapkan metode pelaksanaan kerja dan mempresentasikan kepada Direksi 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) | Keselamatan dan Kesehatan Kerja       | : | Seksi 1.19 |
| d) | Beton                                 | : | Seksi 7.1  |
| e) | Pasangan Batu                         | : | Seksi 7.9  |

3) Pengajuan Kesiapan Kerja

Seluruh bahan bongkaran yang ditentukan oleh Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

4) Kewajiban Penyedia Jasa untuk Mengamankan Bahan dan Struktur Lama

Bilamana pelebaran, perpanjangan atau peningkatan lain terhadap jembatan atau gorong-gorong 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 Direksi 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 Direksi 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 Pemilik atau dipindahkan sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi 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 Direksi 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 Direksi Pekerjaan.

## 7.15.3 PEMBUANGAN BAHAN BONGKARAN

1) Bahan Yang Diamankan

- a) Semua bahan yang diamankan tetap menjadi milik Pemilik 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 Direksi Pekerjaan.

- c) Terkecuali tidak dituntut secara tertulis oleh Direksi 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 Direksi 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 Direksi 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, dimana 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      |
| 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 komponen 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 besi, pipa pvc, dan pekerjaan lainnya seperti galvanisasi, pengecatan, angkur dudukan, sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar atau diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan dan memenuhi spesifikasi ini.

##### 2) Pekerjaan Seksi Lain yang Berkaitan dengan Seksi Ini

- a) Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Seksi 1.19
- b) Beton : Seksi 7.1
- c) Baja Struktur : Seksi 7.4
- d) Adukan Semen : Seksi 7.8

##### 3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia (SNI):

SNI 07-0722-1989 : Baja canai panas untuk konstruksi umum.

AASHTO :

AASHTO M111-04 : *Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.*

ASTM :

ASTM A252 : *Steel Pipe.*

SNI 02-2406-1991 : Tatacara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan.

AWS D 2.0 : Standards Specifications for Welded Highway and Railway Bridges.

JIS K 6741 : Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipes

JIS K 6739 : Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) pipe fittings for drain

##### 4) Pengajuan Kesiapan Kerja

- a) Penyedia Jasa harus menyerahkan gambar kerja untuk disetujui Direksi 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 Butir 7.16.2.

**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.
- d) 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 Direksi Pekerjaan.

**8) Pemeliharaan Pekerjaan yang Telah Diterima**

- i) 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 rutin dari semua pipa drainase jembatan yang telah selesai dan diterima selama periode pelaksanaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan Seksi 10.1 dari spesifikasi ini dan harus dibayar terpisah menurut Pasal 10.1.5.

**7.16.2 BAHAN****1) Baja**

Bahan untuk Deck Drain berbahan besi tuang yang terpasang dengan bentuk sesuai gambar. Diameter pipa drainase jembatan minimal 75 mm (3 inci) dan tebal minimal 2 mm atau sesuai gambar rencana yang terbenam atau terpasang pada struktur jembatan. Mutu pipa bajadengan tegangan leleh 280 Mpadan harus memenuhi standar SNI 07-0722-1989 atau ASTM 252, atau standar lain yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Atas perintah Direksi 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 M111-04, kecuali jika galvanisasi ini telah mempunyai tebal minimum 80 mikron.

**2) PVC**

Bahan untuk pipa drainase PVC minimal berdiameter 75 mm (3 inci) atau sesuai gambar rencana dan terpasang pada struktur lantai atau pilar/kepala jembatan. Pipa PVC harus memenuhi standar JIS K6741 tipe D dan SNI 02-2406-1991, atau standar lain yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Penyambungan pipa PVC menggunakan lem khusus sesuai spesifikasi dari pabrik pembuat PVC. Penyambungan pipa PVC dengan cara pemanasan tidak diperbolehkan. Atas perintah Direksi Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menguji PVC di instansi pengujian yang disetujui apabila tidak terdapat sertifikat pabrik pembuatnya.

**7.16.3 PELAKSANAAN**

Pemasangan harus sesuai dengan garis dan ketinggian dan lokasi yang ditunjukkan dalam gambar rencana. Panjang pipa drainase harus melebihi 200 mm dari bagian elevasi terbawah dari 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 drainaseterpasang sesuai gambar dan spesifikasi yang telah ditentukan.

*Deck Drain* harus diukur untuk pembayaran dalam jumlah unit, dari jenis yang ditunjukkan dalam gambar, selesai di tempat dan diterima. Pengukuran harus dilaksanakan sejumlah unit yang sudah terpasang dengan sesuai gambar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

### 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)              | Deck drain                           | Unit              |
| 7.16.(2).a            | Pipa Drainase Baja diameter 75 mm    | Meter Panjang     |
| 7.16.(2).b            | Pipa Drainase Baja diameter ..... mm | Meter Panjang     |
| 7.16.(3).a            | Pipa Drainase PVC diameter 75 mm     | Meter Panjang     |
| 7.16.(3).a            | Pipa Drainase PVC diameter .... mm   | Meter Panjang     |
| 7.16.(4)              | Pipa Penyalur PVC                    | Meter panjang     |