

- Mengadakan perubahan-perubahan pada rancangan semula sehingga pengaruh beban pada konstruksi tersebut dapat dikurangi;
- Mengadakan perkuatan-perkuatan pada bagian struktur tersebut dengan cara yang dapat dipertanggungjawabkan;

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

6.7 MIX DESIGN

Proporsi semen, agregat dan air yang ditentukan oleh Pelaksana Pekerjaan harus diterapkan dalam *trial mixes* adukan beton untuk kemudian diuji kuat tekan dan *workability*-nya di laboratorium. *Mix design* ini harus dilakukan paling tidak dengan 3 (tiga) macam perbandingan air semen yang berbeda. Air semen tersebut harus tidak melebihi harga yang diberikan dalam **Bab 6.3.2**. Untuk tiap campuran percobaan, paling tidak harus dibuat 3 (tiga) sampel silinder. Kemudian diuji kuat tekannya untuk umur 7 hari dan 28 hari. Pengujian harus mengacu pada AASHTO T22. Hasil pengujian digambarkan dalam bentuk kurva dengan dicantumkan pula nilai air semennya.

Jika selama pekerjaan berlangsung, jenis semen dan agregat yang digunakan berubah atau terjadi perubahan pada gradasi agregat atau kuat tekan beton yang dipersyaratkan tidak tercapai maka harus dilakukan pengujian *mix design* ulang.

6.8 TRIAL MIX BETON

Jika Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi sudah menyetujui *mix design* untuk tiap jenis beton maka Pelaksana Pekerjaan harus mengadakan *trial mix* di bawah pengawasan Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi untuk menjamin kuat tekan beton, *workabilitas* dan tidak terjadinya segregasi selama mobilisasi dan pengecoran. *Trial mixes* harus dikerjakan pada mesin pengaduk yang sama dengan yang diusulkan Pelaksana Pekerjaan untuk digunakan. 6 (Enam) sampel silinder harus diambil dengan perincian 3 (tiga) buah untuk diuji kuat tekannya pada umur 7 hari dan 3 (tiga) buah sisanya untuk diuji kuat tekannya pada umur 28 hari dengan mengambil AASHTO T22 sebagai standar peraturan. Jika rata-rata kuat tekan beton yang diperoleh kurang dari harga seperti yang diberikan pada **Bab 6.6.3** maka Pelaksana Pekerjaan harus mendesain ulang campuran dan melaksanakan lagi *trial mixes*. Jika *workabilitas* dan konsistensi yang dipersyaratkan tidak dapat dipenuhi maka *mix design* juga harus diulang.

6.9 BETON READY MIXED

Beton yang dipasok sebagai Campuran Siap Pakai (*Ready Mix*) oleh pemasok yang berada di luar proyek harus memenuhi ketentuan ASTM C94/C94M-17a –

Standard Specification for Ready Mix Concrete atau SNI 03-4433-1997 tentang Spesifikasi Beton Siap Pakai

Penggunaan beton *ready mixed* harus seijin Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi. Pelaksana Pekerjaan harus menunjukkan kepada Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi bahwa bahan yang digunakan dalam beton *ready mixed* memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan. Pemenuhan Spesifikasi tersebut harus diberlakukan mulai dari sampel, *mix design*, *trial mix*, pengujian kuat tekan dan mutu beton untuk berbagai tipe beton.

Beton *ready mixed* yang dipakai menggunakan mutu beton, antara lain

- (1) Lean Concrete (LC) menggunakan mutu beton dengan K-125 ($f'c = 10$ MPa);
- (2) *Rigid Pavement* menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (3) Trotoar menggunakan mutu beton dengan $fc' 15$ Mpa;
- (4) Abutment yang meliputi pilecap, dinding abutment, wing wall, dan pelat injak menggunakan mutu beton dengan $fc' 21$ MPa;
- (5) *Pier* yang meliputi pilecap, kolom, dan pier head menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (6) PCI Girder menggunakan mutu beton dengan $fc' 52,80$ MPa;
- (7) *Diafragma PCI Girder* menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (8) *Deck Slab* dan parapet menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (9) *Retaining Wall* Dinding Penahan Tanah (DPT) penahan pelat *cantilever* menggunakan mutu beton dengan $fc' 21$ MPa;
- (10) Dinding Penahan Tanah (DPT) oprit dan pelebaran Jl. Raya Peruri pada perbatasan dengan Jl. Warga menggunakan K-300 ($f'c = 25$ Mpa);
- (11) Dinding Penahan Tanah (DPT) pada oprit belakang area STA 0+500 menggunakan K-300 ($f'c = 25$ Mpa);
- (12) Pondasi tiang rambu lalu lintas menggunakan mutu beton dengan K-175 ($f'c = 14,6$ Mpa);
- (13) Pondasi tiang Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (14) Pondasi tiang penangkal petir menggunakan mutu beton dengan K-350 ($f'c = 30$ MPa);
- (15) *Manhole* (MH) dengan cover *cast in situ* menggunakan mutu beton K-300 ($f'c = 25$ Mpa);
- (16) *Box Joint* (BJ) *cast in situ* menggunakan mutu beton K-300 ($f'c = 25$ Mpa);
- (17) *Box Culvert* (BC) *cast in situ* menggunakan mutu beton K-300 ($f'c = 25$ Mpa);

- (18) *U Ditch* (U) dengan atau tanpa cover *cast in situ* menggunakan mutu beton K-300 ($f'c = 25$ Mpa);
- (19) *Box Culvert* (BC) *precast* menggunakan mutu beton K-400 ($f'c = 33,2$ Mpa);
- (20) *U Ditch* (U) dengan atau tanpa cover *precast* menggunakan mutu beton K-400 ($f'c = 33,2$ Mpa).

6.10 PERALATAN UNTUK MOBILISASI DAN PENGECORAN

Metode dan peralatan yang digunakan untuk mobilisasi dan pengecoran beton harus diperhatikan agar segregasi agregat tidak sampai terjadi pada adukan beton dan kehilangan nilai *slump* melebihi 25 mm.

6.10.1 Truk *Agitator*

Kecepatan putar tangki mixer adalah 2 (dua) sampai dengan 4 (empat) putaran per menit. Kapasitas pengisian tangki mixer tidak boleh melebihi 70% (tujuh puluh persen) dari volume tangki. Jika disetujui Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi, truk *agitator* dapat diganti dengan truk *mixer*. Interval waktu antara pemasukan air ke dalam tangki *mixer* dengan pengeluaran beton dari *agitator* tidak boleh melebihi 1 (satu) jam. Selama interval ini, adukan harus diputar terus dengan kecepatan seperti tersebut di atas.

6.10.2 Truk *Non-Agitator*

Truk *non-agitator* harus mempunyai *body* yang halus dan kedap air. Truk ini harus dilengkapi dengan penutup sebagai perlindungan terhadap hujan. Truk *non-agitator* harus memuat beton yang benar-benar sudah tercampur homogen. Adukan beton dikatakan homogen jika nilai *slump* sampel yang diambil pada seperempat dan tiga perempat muatan tidak berbeda melebihi 2,5 cm. Pengecoran harus dilakukan 1 (satu) jam setelah penuangan air pada campuran semen dan agregat.

Jika terjadi kondisi yang menyebabkan pengerasan beton dengan lebih cepat atau suhu udara mencapai 30° C atau lebih maka batas waktu mulai dilakukan pengecoran harus kurang dari 1 (satu) jam.

6.10.3 *Chute*

Secara umum, mobilisasi beton dengan menggunakan *chute* tidak diijinkan tanpa persetujuan Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi. Jika disetujui, *chute* yang digunakan harus mempunyai penampang yang tidak bersudut dan mempunyai kemiringan yang cukup agar beton dapat mengalir tanpa terjadi segregasi. Ujung terendah *chute* harus dilengkapi terjunan dengan ketinggian tidak boleh melebihi 1,5 m untuk mencegah terjadinya segregasi. *chute* harus terlindung dari sinar matahari langsung.

6.10.4 Pompa Beton

Pipa harus dipasang sedemikian rupa agar pembongkarannya dapat dilakukan dengan mudah. Sebelum mulai menjalankan pompa, sekitar 1 m³ (satu meter kubik) beton harus dialirkan melalui pipa. Mutu beton tersebut harus sama dengan beton yang akan dicor. Beton harus bisa mengalir melalui pipa tersebut dengan mudah tanpa terjadi segregasi.

6.10.5 Conveyor Belt

Mobilisasi beton dengan *conveyor belt* tidak diperbolehkan tanpa seizin Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi. Jika diizinkan, *conveyor belt* yang digunakan harus terlindung dari hujan, angin dan sinar matahari. Ujung *conveyor belt* harus dilengkapi dengan *chute* vertikal dengan maksimum tinggi terjunan 1,5 m.

Detail informasi mengenai peralatan tersebut di atas harus diserahkan kepada Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi. Semua peralatan harus dioperasikan dan dirawat sesuai instruksi dari pabriknya.

Tipe alat yang tidak disebutkan di atas harus disetujui terlebih dulu oleh Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi paling lambat 30 (tiga puluh) hari sebelum digunakan.

7 PEKERJAAN BAJA TULANGAN

7.1 UMUM

Pekerjaan ini meliputi penyediaan, pembuatan dan pemasangan batang-batang baja tulangan dengan tipe dan ukuran yang sesuai dengan Spesifikasi, dan kesesuaian yang sangat dekat dengan Gambar atau petunjuk oleh Pemberi Tugas dan/atau Manajemen Konstruksi.

7.2 MATERIAL

(a) Baja Tulangan

- (i) Baja tulangan harus baja polos atau sirip dengan mutu yang sesuai dengan Gambar dan memenuhi **Tabel 7.1** berikut ini :

Tabel 7.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			
	Kuat luluh/leleh (YS)		Kuat Tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm Min.
	MPa		MPa	%
BjTP 280	Min.280	Maks.40	Min.350	11 ($d \leq 10$ mm)
				12 ($d \geq 12$ mm)
BjTS 280	Min.280	Maks.40	Min.350	11 ($d \leq 10$ mm)
				12 ($d \geq 13$ mm)
BjTS 420A	Min.420	Maks.54	Min.525	9 ($d \leq 19$ mm)
				8 ($22 \leq d \leq 25$ mm)
				7 ($d \geq 29$ mm)
BjTS 420B	Min.420	Maks.54	Min.525	14 ($d \leq 19$ mm)
				12 ($22 \leq d \leq 36$ mm)
				10 ($d > 36$ mm)
BjTS 520	Min.520	Maks.64	Min.650	7 ($d \leq 25$ mm)
				6 ($d \geq 29$ mm)
BjTS 550	Min.550	Maks.67	Min.687,5	7 ($d \leq 25$ mm)
				6 ($d \geq 29$ mm)
BjTS 700	Min.700	Maks.82	Min.805	7 ($d \leq 25$ mm)
				6 ($d \geq 29$ mm)

Catatan:

d : diameter nominal baja tulangan beton

- (ii) Bila anyaman baja tulangan diperlukan, seperti untuk tulangan pelat, anyaman tulangan yang di las yang memenuhi SNI 03-6812-2002 atau AASHTO M55M/M55-09(2013) dapat digunakan.

Baja Tulangan harus dijauhkan dari tanah dan disimpan di dalam bangunan atau disediakan dengan penutup yang memadai.

Baja tulangan tidak boleh disimpan diletakkan di atas tanah dan harus disimpan dalam bangunan atau tertutup dengan baik. Baja tulangan ulir harus diangkut dan dipelihara lurus atau dibengkokkan dengan bentuk seperti terlihat pada Gambar. Tidak boleh dibengkokkan dan diluruskan kembali atau dibengkokkan dua kali pada titik yang sama pada baja tulangan

(b) Tumpuan untuk Tulangan

Tumpuan untuk tulangan harus dibentuk dari batang besi ringan atau bantalan beton pracetak dengan kelas f_c' 20 MPa seperti yang disyaratkan dalam **Bab 6** dari Spesifikasi ini, terkecuali disetujui lain oleh Konsultan Pengawas. Kayu, bata, batu atau bahan lain tidak boleh diizinkan sebagai tumpuan.

(c) Pengikat untuk Tulangan

Kawat pengikat untuk mengikat tulangan harus kawat baja lunak yang memenuhi SNI 07-6401-2000 atau AASHTO M32M/M32-09(2013) yang dipasang bersilangan.

7.3 PELAKSANAAN PEKERJAAN

(a) Pembuatan (pabrikasi)

- (i) Batang-batang tulangan harus dibuat secara akurat menurut bentuk dan ukuran dalam Gambar, dan pengerjaannya jangan sampai merusak material baja itu. Bilamana terjadi kesalahan dalam membengkokkan baja tulangan, batang tulangan tidak boleh dibengkokkan kembali tanpa persetujuan Konsultan Pengawas.
- (ii) Kecuali bila ditentukan lain, semua batang tulangan yang harus dibengkokkan maka harus dibengkokkan dalam keadaan dingin. Bila batang tulangan dibengkokkan dengan pemanasan, maka cara pengerjaannya harus disetujui dulu oleh Konsultan Pengawas. Jika Konsultan Pengawas menyetujui penerapan panas untuk membengkokkan tulangan baja, maka harus dilakukan sedemikian rupa agar sifat fisik baja tidak berubah.
- (iii) Batang tulangan yang tidak bisa diluruskan tidak boleh digunakan. Batang tulangan yang telah tertanam sebagian dalam beton tidak boleh dibengkokkan, kecuali bila tertera dalam Gambar atau ada ketentuan lain.
- (iv) Untuk pemotongan dan pembengkokkan, harus disediakan tenaga kerja yang ahli dan alat-alat yang memadai.
- (v) Bila Konsultan Pengawas perlu memeriksa mutu batang tulangan, Kontraktor harus menguji batang tulangan dengan tanggungan biaya sendiri, dengan cara menurut ketentuan Konsultan Pengawas.

(b) Pemasangan

- (i) Sebelum dipasang, batang tulangan harus dibersihkan dari karat, kotoran, lumpur, serpihan yang mudah lepas; dari cat minyak, atau bahan asing lainnya yang dapat merusak ikatan.
- (ii) Batang-batang tulangan harus ditempatkan pada kedudukan semestinya sehingga tetap kokoh pada waktu beton dicor. Batang tulangan yang dibutuhkan untuk keperluan sehubungan dengan cara pelaksanaan struktur, bila perlu, harus digunakan.
- (iii) Batang tulangan harus diikat pada setiap titik pertemuan dengan kawat besi yang diperkuat, dengan diameter 0,9 mm atau lebih, atau dengan jepitan yang sesuai.
- (iv) Jarak batang-batang tulangan dari cetakan harus dijaga agar tidak berubah, dengan gantungan logam (*metal hanger*), balok adukan penopang dari logam, atau penopang lainnya yang disetujui Konsultan Pengawas.
- (v) Setelah ditempatkan, batang-batang tulangan harus diperiksa oleh Konsultan Pengawas bila batang tulangan telah terlalu lama terpasang, harus dibersihkan dan diperiksa lagi oleh Konsultan Pengawas sebelum dilakukan pengecoran beton.

(c) Penyambungan

- (i) Bila batang tulangan harus disambung pada titik-titik selain yang ditentukan Gambar, kedudukan dan cara penyambungan harus didasarkan pada perhitungan kekuatan beton, yang disetujui oleh Konsultan Pengawas.
- (ii) Pada sambungan melingkar, batang harus dilingkarkan dengan panjang tertentu dan diikat kawat pada beberapa titik temu dengan kawat besi diameter yang lebih besar dari 0,9 mm.
- (iii) Batang tulangan yang tampak, yang harus disambung nantinya, harus dilindungi dengan semestinya dari kerusakan dan karat.
- (iv) Pengelasan baja tulangan harus dikerjakan hanya bila ada detailnya dalam Gambar, atau ada ijin tertulis dari Konsultan Pengawas.
- (v) Penggantian batang tulangan dengan ukuran yang berbeda dari ketentuan dapat dilakukan bila ada ijin khusus dari Konsultan Pengawas. Bila batang baja tulangan harus diganti, penggantinya harus sama atau lebih besar.

(d) Toleransi

- (i) Toleransi untuk fabrikasi harus seperti yang disyaratkan dalam SNI 03-6816-2002 atau ACI 315-99.

- (ii) Baja tulangan harus dipasang sedemikian sehingga selimut beton yang menutup bagian luar baja tulangan adalah sebagai berikut :

Tabel 7.2 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

Catatan:

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

Tabel 7.3 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

Catatan:

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

Tabel 7.4 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 50	25 20
C	40	35

- (iii) Persyaratan ini berlaku untuk struktur dan komponen beton bertulang dan beton prategang dengan umur rencana 50 tahun atau lebih. Persyaratan ini diberlakukansehubungan dengan kondisi dan klasifikasi lingkungan. Klasifikasi lingkungan yangberpengaruh terhadap struktur beton seperti berikut:

Tabel 7.5 Klasifikasi Lingkungan

Keadaan permukaan dan lingkungan	Klasifikasi lingkungan
1. Komponen struktur yang berhubungan langsung dengan tanah:	
a. Bagian komponen yang dilindungi lapisan tahanan lembab atau kedap air.	A

Keadaan permukaan dan lingkungan	Klasifikasi lingkungan
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 > 1gr/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 km dari pantai) di mana lingkungan adalah :	
(i) Bukan daerah industri dan berada dalam iklim yang sejuk	A
(ii) Bukan daerah industri namun beriklim tropis	B1
(iii) Daerah industri dalam iklim sembarang	B1
b. Daerah dekat pantai (1 km sampai 50 km dari garis pantai), iklim sembarang	B1
c. Daerah pantai (<1 km dari garis pantai tetapi tidak dalam daerah pasang surut), iklim sembarang	B2
4. Komponen struktur di dalam air	
a. Air tawar	B1
b. Air laut	
(i) Terendam secara permanen	B2
(ii) Berada di daerah pasang surut	C
c. Air yang mengalir	U
5. Komponen struktur di dalam lingkungan lainnya yang tidak terlindung dan tidak termasuk dalam kategori yang disebutkan di atas.	U

Catatan:

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.

- (iv) Batas toleransi jarak yang diizinkan antara selimut beton terhadap pemasangan baja tulangan adalah:
- Selimut beton untuk bangunan atas 0 mm, + 5 mm
 - Selimut beton untuk struktur lain ± 10 mm
 - Jarak antar baja tulangan ± 10 mm

(e) Selimut beton untuk strutur Cor di Tempat (*Cast in situ*)

- (i) *Bor Pile* :
Semua sisi : 100 mm
- (ii) *Pilecap* :
Sisi bawah : 100 mm
Samping : 75 mm
Atas : 75 mm
- (iii) Dinding Abutment (*Breast wall*)
Sisi luar : 75 mm
Sisi dalam : 75 mm
- (iv) *Back wall*
Sisi luar : 50 mm
Sisi dalam : 75 mm (berhubungan dengan tanah)
- (v) *Headwall*
Sisi luar : 50 mm
Sisi dalam : 50 mm
- (vi) *Wing wall*
Sisi luar : 75 mm
Sisi dalam : 75 mm
- (vii) Pelat injak (*approach slab*)
Sisi bawah : 75mm
Sisi atas : 75 mm
- (viii) Pilar
Semua sisi : 75 mm
- (ix) *Pierhead*
Semua sisi : 50 mm
- (x) Pelat lantai jembatan
Semua sisi : 30 mm
- (xi) Parapet
Semua sisi : 30 mm

(xii) Bak kontrol, *Box Joint* dan *U ditch Cast in situ*

Semua sisi : 75 mm

(xiii) Pondasi dan Pedestal support Utilitas

Tertanam dalam tanah : 75 mm

Tidak tertanam dalam tanah : 50 mm

Paraf :

Perancang	PMCM
	