



MODUL

PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

**PEMBUATAN PERANCANGAN STRUKTUR ATAS
BANGUNANGEDUNG BERTINGKAT RENDAH**

F.410140.003.01

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA KONSTRUKSI
DIREKTORAT BINA KOMPETENSI DAN PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI
Jl. Sapta Taruna Raya – Komplek PU Pasar Jumat – Jakarta Selatan

KATA PENGANTAR

Modul pelatihan berbasis kompetensi merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai media transformasi pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja kepada peserta pelatihan untuk mencapai kompetensi tertentu berdasarkan program pelatihan yang mengacu kepada Standar Kompetensi .

Modul pelatihan ini berorientasi kepada pelatihan berbasis kompetensi (Competence Based Training) diformulasikan menjadi 3 (tiga) buku, yaitu Buku Informasi, Buku Kerja dan Buku Penilaian sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam penggunaannya sebagai referensi dalam media pembelajaran bagi peserta pelatihan dan instruktur, agar pelaksanaan pelatihan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Untuk memenuhi kebutuhan pelatihan berbasis kompetensi tersebut , maka disusunlah modul pelatihan berbasis kompetensi dengan judul "**Membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah**".

Kami menyadari bahwa modul yang kami susun ini masih jauh dari sempurna . Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan agar tujuan dari penyusunan modul ini menjadi lebih efektif.

Demikian kami sampaikan, semoga Tuhan YME memberikan tuntunan kepada kita dalam melakukan berbagai upaya perbaikan dalam menunjang proses pelaksanaan pelatihan di lembaga pelatihan kerja .

Jakarta, November 2016

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	2
ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS PELATIHAN	3
A. Acuan Standar Kompetensi Kerja	3
B. Kemampuan yang Harus Dimiliki Sebelumnya	9
C. Silabus Pelatihan Berbasis Kompetensi (PBK)	10
LAMPIRAN	
1. BUKU INFORMASI	
2. BUKU KERJA	
3. BUKU PENILAIAN	

ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS PELATIHAN

A. Acuan Standar Kompetensi Kerja

Materi modul pelatihan ini mengacu pada unit kompetensi terkait yang disalin dari Standar Kompetensi Kerja Subklasifikasi Bidang Keahlian Teknik Bangunan Gedung dengan uraian sebagai berikut:

Kode Unit : **F.410140.003.01**

Judul Unit : **Membuat Perancangan Struktur Atas Bangunan Gedung Bertingkat Rendah**

Deskripsi Unit : Unit ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan dalam membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait	1.1 Jadwal koordinasi dengan pihak terkait disusun sesuai dengan kebutuhan. 1.2 Bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait disiapkan sesuai dengan materi koordinasi. 1.3 Koordinasi dengan pihak terkait dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan.
2. Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	2.1 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah diidentifikasi sesuai dengan data lapangan. 2.2 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah dianalisis sesuai dengan kondisi lapangan. 2.3 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.
3. Menghitung beban beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah	3.1 Data pendukung disiapkan untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah. 3.2 Jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas diidentifikasi sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun. 3.3 Beban yang bekerja pada bangunan atas dihitung sesuai dengan Standar pembebanan bangunan

	gedung.
4. Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah	<p>4.1 Data pendukung disiapkan berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</p> <p>4.2 Model struktur atas bangunan gedung dibuat berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan.</p> <p>4.3 Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dihitung dengan metode yang tepat.</p> <p>4.4 Gaya dalam hasil perhitungan diperiksa sesuai dengan model struktur</p>
5. Membuat perancangan detail struktur atap	<p>5.1 Data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>5.2 Struktur rangka atap diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>5.3 Struktur rangka atap dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar.</p> <p>5.4 Kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap diperiksa sesuai dengan standar.</p> <p>5.5 Sketsa hasil perancangan atap dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
6. Membuat perancangan detail pelat lantai	<p>6.1 Data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>6.2 Mutu bahan pelat lantai ditentukan sesuai dengan Standar.</p> <p>6.3 Tebal pelat lantai didesain sesuai dengan Standar.</p> <p>6.4 Penulangan pelat lantai dihitung sesuai dengan beban-beban yang bekerja.</p> <p>6.5 Kekuatan dan stabilitas pelat lantai diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>6.6 Sketsa hasil perancangan pelat lantai dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
7. Membuat perancangan detail balok	<p>7.1 Data pendukung untuk membuat perancangan balok disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>7.2 Struktur balok diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>7.3 Mutu bahan balok ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.</p> <p>7.4 Balok dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai</p>

	<p>dengan Standar.</p> <p>7.5 Kekuatan dan stabilitas balok diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>7.6 Sketsa hasil perancangan balok dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
8. Membuat perancangan detail kolom	<p>8.1 Data pendukung untuk membuat perancangan kolom disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>8.2 Struktur kolom diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>8.3 Mutu bahan kolom ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.</p> <p>8.4 Kolom dirancang berdasarkan bahanyang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.</p> <p>8.5 Kekuatan dan stabilitas kolom diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>8.6 Sketsa hasil perancangan kolom dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
9. Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	<p>9.1 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah diidentifikasi sesuai dengan hasil perancangan.</p> <p>9.2 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah dipilih yang paling efektif dan efisien.</p> <p>9.3 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.</p>
10. Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	<p>10.1 Data untuk membuat laporan disiapkan sesuai kebutuhan.</p> <p>10.2 Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung disusun dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.</p> <p>10.3 Perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan kondisi gedung.</p> <p>10.4 Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan kondisi gedung</p> <p>10.5 Gambar detail hasil perancangan struktur atas disusun dalam laporan perancangan.</p> <p>10.6 Laporan hasil perancangan struktur atas disusun sesuai dengan format yang telah ditentukan.</p>

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel

- 1.1 Bangunan gedung bertingkat rendah merupakan bangunan yang mempunyai lebih dari satu lantai secara vertikal dengan ketinggian kurang dari 40 meter, baik onshore maupun offshore.
- 1.2 Perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah meliputi: membuat pemodelan struktur atas bangunan gedung, melakukan identifikasi beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung, menghitung beban-beban dan gaya-gaya dalam pada struktur atas gedung, serta membuat perancangan detail struktur rangka atap, pelat lantai, balok, dan kolom.
- 1.3 Data pendukung yang disiapkan untuk membuat perancangan struktur atas, yaitu: data tata letak dan fungsi ruangan dari gambar arsitektur, data material yang digunakan, data beban yang akan bekerja pada struktur.
- 1.4 Pihak terkait yang terlibat pada pelaksanaan perancangan struktur atas terdiri dari Arsitek, Ahli Geoteknik, Ahli Geodesi, Ahli Mechanical Electrical Plumbing (MEP), Ahli K3, dan Ahli Lingkungan.

2. Peralatan dan perlengkapan

- 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Alat pengolah data
- 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Gambar rencana bangunan gedung, terdiri atas: gambar denah bangunan gedung, gambar tampak, gambar potongan
 - 2.2.3 Dokumen yang berisi data pendukung untuk membuat pemodelan struktur
 - 2.2.4 Dokumen yang berisi data pendukung untuk melakukan perhitungan beban-beban yang bekerja pada struktur
 - 2.2.5 Dokumen yang berisi data pendukung untuk perancangan struktur atas bangunan gedung

3. Peraturan yang diperlukan

(Tidak ada.)

4. Norma dan standar

4.1 Norma

(Tidak ada.)

4.2 Standar

4.4.1 Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung

4.4.2 Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung

4.4.3 Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung

4.4.4 Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

4.4.5 Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727-2013 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian

1.1 Penilaian/asesmen kompetensi pada unit ini dapat dilakukan ditempat kerja atau pada tempat yang disimulasikan serta dapat diterapkan secara individu.

1.2 Kondisi penilaian merupakan aspek dalam penilaian yang sangat berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini terkait dengan membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah.

1.3 Penilaian dapat dilakukan antara lain dengan cara lisan, tertulis, demonstrasi/praktik, simulasi, dan portofolio di Tempat Uji Kompetensi (TUK).

2. Persyaratan Kompetensi

Unit kompetensi yang harus dikuasai sebelumnya

- 2.1 INA.5220.213.06.01.05 : Menerapkan Ketentuan Peraturan Perundang-undangan terkait K3 Konstruksi
- 2.2 INA.56303.13.09.02.07 : Menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan (Environmental Management)
- 2.3 F.410140.001.01 : Melakukan Komunikasi di Tempat Kerja

3. Pengetahuan dan keterampilan

3.1 Pengetahuan

- 3.1.1 Pembuatan model struktur atas bangunan gedung menggunakan program bantu struktur
- 3.1.2 Menginterpretasikan peraturan pembebanan gedung didalam perancangan struktur
- 3.1.3 Jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur bangunagedung
- 3.1.4 Formulasi dalam perancangan struktur atas bangunan gedung dari beton bertulang, struktur baja, struktur beton komposit, dan struktur beton prategang

3.2 Keterampilan

- 3.2.1 Mengoperasikan program bantu struktur
- 3.2.2 Menerapkan peraturan pembebanan gedung
- 3.2.3 Menerapkan Standar dalam merancang struktur atas bangunan gedung
- 3.2.4 Cara perhitungan beban dan gaya-gaya dalam pada struktur bangunan gedung
- 3.2.5 Cara merancang/menghitung struktur baja
- 3.2.6 Cara merancang/menghitung struktur beton
- 3.2.7 Cara merancang/menghitung struktur komposit
- 3.2.8 Cara merancang/menghitung struktur beton prategang

4. Sikap kerja yang diperlukan

- 4.1 Teliti dalam melaksanakan perancangan struktur atap, pelat, balok, dan kolom bangunan gedung
- 4.2 Disiplin dalam pengendalian pekerjaan untuk memperkecil risiko pekerjaan

5. Aspek kritis

- 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam menghitung beban yang bekerja pada struktur bangunan gedung bertingkat rendah
- 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam merancang detail struktur atap, pelat lantai, balok, dan kolom bangunan gedung
- 5.3 Kecermatan dan ketelitian dalam penyajian laporan perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

B. Kemampuan yang Harus Dimiliki Sebelumnya

Ada pun kemampuan yang harus dimiliki sebelumnya sebagai berikut:

- Tidak ada

C. Silabus Pelatihan

- Judul Unit Kompetensi : Membuat Perancangan Struktur Atas Bangunan Gedung Bertingkat Rendah
- Kode Unit Kompetensi : F.410140.003.01
- Deskripsi Unit Kompetensi : Unit ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan dalam membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah.
- Perkiraan Waktu Pelatihan : 29 JP @45 menit

Tabel Silabus Unit Kompetensi :

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
1. Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait	1.1. Jadwal koordinasi dengan pihak terkait disusun sesuai dengan kebutuhan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. ▪ Dapat menjelaskan tentang cara penyusunan jadwal koordinasi ▪ Mampu menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. ▪ Cara penyusunan jadwal koordinasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	45	45

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. 					
	1.2. Bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait disiapkan sesuai dengan materi koordinasi.	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan tentang bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi Mampu menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi 	<ul style="list-style-type: none"> bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi 	<ul style="list-style-type: none"> Menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	1.3. Koordinasi dengan pihak terkait dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan.	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan tentang koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. Dapat menjelaskan tentang cara pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. Mampu mengatur koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. Harus mampu secara teliti dan cermat dalam melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan. 	<ul style="list-style-type: none"> koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan 	<ul style="list-style-type: none"> mengatur koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 		
ASESMEN							
2. Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan	2.1 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan tentang gambar bangunan gedung Dapat menjelaskan jenis struktur beton, jenis baja, komposit, sistem stuktur adalah open 	<ul style="list-style-type: none"> Gambar bangunan gedung jenis struktur beton, jenis baja, komposit, sistem stuktur adalah open frame(kerangka 	<ul style="list-style-type: none"> mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 	45	45

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
gedung bertingkat rendah	diidentifikasi sesuai dengan data lapangan.	<p>frame(kerangka portal terbuka) dan open frame dengan ikatan</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan. ▪ Dapat menjelaskan pemakaian material yang inovatif lebih efisien dan atau ramah lingkungan untuk Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ▪ Mampu mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas 	<p>portal terbuka) dan open frame dengan ikatan</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan. 	dengan data lapangan			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan.					
	2.2 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah dianalisis sesuai dengan kondisi lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ▪ Dapat menganalisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ▪ Mampu menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ▪ menganalisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	2.3 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan cara menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. ▪ Dapat menjelaskan tentang pengaruh kondisi lapangan ▪ Mampu menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan dengan kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. ▪ pengaruh kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
ASESMEN							
3. Menghitung	3.1 Data pendukung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang beban-beban 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ beban-beban yang bekerja pada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyusun data pendukung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	45	45

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah	disiapkan untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah.	<p>yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah. ▪ Mampu menyusun data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah 	<p>struktur atas gedung bertingkat rendah.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah. 	<p>untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah</p>			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	3.2 Jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas diidentifikasi sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan jenis-jenis beban statis yang bekerja pada struktur bangunan atas ▪ Dapat menjelaskan jenis-jenis beban dinamis yang bekerja pada struktur bangunan atas ▪ Dapat menjelaskan tentang pengaruh kondisi gedung yang akan dibangun. ▪ Mampu menyeleksi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jenis-jenis beban statis yang bekerja pada struktur bangunan atas ▪ jenis-jenis beban dinamis yang bekerja pada struktur bangunan atas ▪ pengaruh kondisi gedung yang akan dibangun. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyeleksi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
	3.3 Beban yang bekerja pada bangunan atas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang beban yang bekerja pada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ beban yang bekerja pada bangunan atas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyeleksi beban yang bekerja pada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	dihitung sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.	bangunan atas yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang Standar pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013) ▪ Mampu menyeleksi beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung. 	yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standar pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013) 	bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.			
ASESMEN							
4. Melakukan analisis struktur gedung bertingkat	4.1 Data pendukung disiapkan berdasarkan kebutuhan dan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyeleksi data pendukung berdasarkan kebutuhan dan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	45	90

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
rendah	kondisi lapangan	lapangan <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang cara menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan ▪ Mampu menyeleksi data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan 	kondisi lapangan			
	4.2 Model struktur atas bangunan gedung dibuat berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan. ▪ Dapat menjelaskan model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan. ▪ model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menetapkan model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu menetapkan model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan 					
	4.3 Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dihitung dengan metode yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat. ▪ Dapat menjelaskan metode perhitungan gaya dalam ▪ Dapat menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam ▪ Mampu menghitung gaya dalam pada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat. ▪ Dapat menjelaskan metode perhitungan gaya dalam ▪ Dapat menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat. 	gaya dalam				
	4.4 Gaya dalam hasil perhitungan diperiksa sesuai dengan model struktur.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan metode perhitungan gaya dalam ▪ Dapat menjelaskan tentang hasil perhitungan gaya dalam deflexi dan rotasi ▪ Mampu memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metode perhitungan gaya dalam ▪ hasil perhitungan gaya dalam deflexi dan rotasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
ASESMEN							
5. Membuat perancangan detail struktur atap	5.1 Data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. ▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. ▪ Mampu menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. ▪ gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	90	90

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	5.2 Struktur rangka atap diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan pengaruh bahan dan sistem struktur ▪ Dapat menjelaskan struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. ▪ Mampu mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pengaruh bahan dan sistem struktur ▪ struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
	5.3 Struktur rangka atap dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan metoda perancangan struktur rangka atap(gibel, trekstang, rangka) ▪ Dapat menjelaskan cara merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metoda perancangan struktur rangka atap(gibel, trekstang, rangka) ▪ merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		hasil analisis struktur <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	hasil analisis struktur				
	5.4 Kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap diperiksa sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan struktur rangka atap. ▪ Dapat menjelaskan tentang stabilitas struktur rangka atap. ▪ Mampu memeriksa kekuatan struktur rangka atap sesuai dengan standar. ▪ Mampu memeriksa stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar. ▪ Harus Harus mampu secara teliti dan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kekuatan struktur rangka atap. ▪ stabilitas struktur rangka atap. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa kekuatan struktur rangka atap sesuai dengan standar. ▪ memeriksa stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar					
	5.5 Sketsa hasil perancangan atap dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan metode perancangan atap ▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan (gibel, trekstang, rangka) ▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan. (gibel, trekstang, rangka) ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metode perancangan atap ▪ sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan (gibel, trekstang, rangka) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan. (gibel, trekstang, rangka) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
ASESMEN							
6. Membuat perancangan	6.1 Data pendukung untuk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang material koral sebagai bahan dasar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang material koral sebagai 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyiapkan data pendukung untuk membuat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	90	90

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
detail pelat lantai	membuat perancangan pelat lantai disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<p>untuk pembuatan beton</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang material kayu sebagai bahan untuk pembuatan pelat lantai ▪ Dapat menjelaskan tentang metoda perancangan pelat lantai (grid, slab, balok anak) ▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai 	<p>bahan dasar untuk pembuatan beton</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton ▪ material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ material kayu sebagai bahan untuk pembuatan pelat lantai ▪ metoda perancangan pelat lantai (grid, slab, balok anak) ▪ data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan. 	<p>perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan</p>			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		kebutuhan perancangan. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan. 					
	6.2 Mutu bahan pelat lantai ditentukan sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang struktur pelat lantai sesuai dengan Standar. ▪ Dapat menjelaskan tentang bahan pelat lantai yang dapat dipakai ▪ Dapat menjelaskan tentang mix design (rencana campuran beton) ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ struktur pelat lantai sesuai dengan Standar. ▪ bahan pelat lantai yang dapat dipakai ▪ mix design (rencana campuran beton) ▪ mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar. 					
	6.3 Tebal pelat lantai didesain sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang bahan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang persyaratan tebal pelat lantai beton ▪ Dapat menjelaskan tentang tebal pelat lantai sesuai dengan Standar ▪ Mampu mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan standar ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bahan beton ▪ persyaratan tebal pelat lantai beton ▪ tebal pelat lantai sesuai dengan Standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
	6.4 Penulangan pelat lantai dihitung sesuai	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang cara pemasangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pemasangan penulangan pelat lantai 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menghitung penulangan pelat lantai sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	dengan beban-beban yang bekerja.	<ul style="list-style-type: none"> penulangan pelat lantai ▪ Dapat menjelaskan tentang cara penggambaran penulangan pelat lantai ▪ Mampu menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan standar ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ penggambaran penulangan pelat lantai 	dengan standar			
	6.5 Kekuatan dan stabilitas pelat lantai diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar. ▪ Mampu memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	6.6 Sketsa hasil perancangan pelat lantai dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan metoda perancangan pelat lantai ▪ Dapat menjelaskan sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan. ▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metoda perancangan pelat lantai ▪ sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
ASESMEN							
7. Membuat perancangan detail balok	7.1 Data pendukung untuk membuat perancangan balok disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ semen sebagai bahan pengikat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	90	90

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ Dapat menjelaskan metoda perancangan balok ▪ Dapat menjelaskan data pendukung untuk perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan. ▪ Mampu mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan. 	<p>untuk pembuatan beton</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton ▪ metoda perancangan balok 				

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	7.2 Struktur balok diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan dari struktur balok ▪ Dapat menjelaskan tentang bahan dari struktur balok ▪ Dapat menjelaskan tentang struktur balok dan sistem strukturnya ▪ Mampu mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mutu bahan dari struktur balok ▪ bahan dari struktur balok ▪ struktur balok dan sistem strukturnya 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
	7.3 Mutu bahan balok ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang struktur balok sesuai dengan Standar. ▪ Dapat menjelaskan tentang bahan struktur balok yang dapat dipakai ▪ Dapat menjelaskan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ struktur balok sesuai dengan Standar. ▪ bahan struktur balok yang dapat dipakai ▪ mix design (rencana campuran beton) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan mutu bahan struktur balok sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		tentang mix design (rencana campuran beton) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu menentukan mutu bahan struktur balok sesuai dengan Standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan. 					
	7.4 Balok dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang perancangan balok sesuai standar ▪ Dapat menjelaskan tentang sendi plastis pada balok beton sesuai standar ▪ Dapat menjelaskan tentang hasil analisis struktur ▪ Dapat menjelaskan tentang perancangan balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar. ▪ Mampu merancang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang perancangan balok sesuai standar ▪ sendi plastis pada balok beton sesuai standar ▪ hasil analisis struktur ▪ perancangan balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 					
	7.5 Kekuatan dan stabilitas balok diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan balok sesuai dengan Standar. ▪ Dapat menjelaskan tentang stabilitas balok sesuai dengan Standar. ▪ Mampu memeriksa Kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kekuatan balok sesuai dengan Standar. ▪ stabilitas balok sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa Kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	7.6 Sketsa hasil perancangan balok dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan balok ▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan besi beton ▪ Dapat menjelaskan tentang hasil perhitungan balok ▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sketsa hasil perancangan balok ▪ sketsa hasil perancangan besi beton ▪ hasil perhitungan balok 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
ASESMEN							
8. Membuat perancangan detail kolom	8.1 Data pendukung untuk membuat perancangan kolom disiapkan sesuai	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang metode perancangan kolom (baja, komposit dan cast in place) ▪ Dapat menjelaskan tentang kolom (baja, komposit dan cast in 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metode perancangan kolom (baja, komposit dan cast in place) ▪ kolom (baja, komposit dan cast in place) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	90	90

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	kebutuhan perancangan.	place) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan ▪ Mampu menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan 				
	8.2 Struktur kolom diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan beton bertulang ▪ Dapat menjelaskan peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan baja H-beam ▪ Dapat menjelaskan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan beton bertulang ▪ peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan komposit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya. 	baja H-beam <ul style="list-style-type: none"> ▪ peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan komposit 				
	8.3 Mutu bahan kolom ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan beton ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan baja ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan komposit ▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan ▪ Mampu menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mutu bahan beton ▪ mutu bahan baja ▪ mutu bahan komposit ▪ mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<p>yang digunakan</p> <ul style="list-style-type: none"> Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan. 					
	8.4 Kolom dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan perancangan kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. Mampu menentukan diameter besi beton, sengkang dan jarak-jaraknya Mampu merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> perancangan kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> menentukan diameter besi beton, sengkang dan jarak-jaraknya merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	8.5 Kekuatan dan stabilitas kolom diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan kolom sesuai dengan standar ▪ Dapat menjelaskan tentang stabilitas kolom sesuai dengan standar ▪ Dapat menjelaskan tentang cara pemeriksaan kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan Standar. ▪ Mampu memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan standar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kekuatan kolom sesuai dengan standar ▪ stabilitas kolom sesuai dengan standar ▪ pemeriksaan kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan Standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		
	8.6 Sketsa hasil perancangan kolom dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang metoda perancangan kolom ▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ metoda perancangan kolom ▪ sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		perhitungan. ▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan.	perhitungan.				
ASESMEN							
9. Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	9.1 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah diidentifikasi sesuai dengan hasil perancangan.	▪ Dapat menjelaskan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah ▪ Dapat menjelaskan metode pelaksanaan masing-masing elemen konstruksi sesuai dengan hasil perancangan. ▪ Mampu mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan	▪ metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah ▪ metode pelaksanaan masing-masing elemen konstruksi sesuai dengan hasil perancangan.	▪ mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan hasil perancangan.	▪ Cermat ▪ Teliti	45	45

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		hasil perancangan. <ul style="list-style-type: none"> Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan hasil perancangan. 					
	9.2 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah dipilih yang paling efektif dan efisien.	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan tentang beberapa metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah Dapat menjelaskan tentang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien. Mampu merancang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien. Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang metode 	<ul style="list-style-type: none"> beberapa metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien. 	<ul style="list-style-type: none"> merancang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien. 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien.					
	9.3 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kondisi lapangan yang dapat mempengaruhi metoda pelaksanaan ▪ Dapat menjelaskan tentang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. ▪ Mampu menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kondisi lapangan yang dapat mempengaruhi metoda pelaksanaan ▪ metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
ASESMEN							
10. Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	10.1 Data untuk membuat laporan disiapkan sesuai kebutuhan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang format laporan sesuai ketentuan ▪ Dapat menjelaskan tentang data yang dibutuhkan ▪ Mampu menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan ▪ Mampu menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ format laporan sesuai ketentuan ▪ data yang dibutuhkan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan ▪ menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 	45	45
	10.2 Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung disusun dalam laporan akhir sebagai dasar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung ▪ Dapat menjelaskan tentang penyusunan laporan akhir ▪ Mampu menentukan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung ▪ penyusunan laporan akhir 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	melakukan perancangan struktur.	kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur. <ul style="list-style-type: none"> Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur. 		melakukan perancangan struktur.			
	10.3 Perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan kondisi gedung.	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima kolom 	<ul style="list-style-type: none"> Cara membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai Cara membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak Cara membuat perhitungan beban yang diterima kolom 	<ul style="list-style-type: none"> membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. 	<ul style="list-style-type: none"> Cermat Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mampu membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. 					
	10.4 Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan kondisi gedung.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja ▪ Dapat menjelaskan tentang hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. ▪ Mampu membuat hasil perhitungan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja ▪ hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.					
	10.5 Gambar detail hasil perancangan struktur atas disusun dalam laporan perancangan.	▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail balok induk dan balok anak ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail pelat lantai ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail kolom ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail rangka atap ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail	▪ gambar detail balok induk dan balok anak ▪ gambar detail pelat lantai ▪ gambar detail kolom ▪ gambar detail rangka atap ▪ gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal ▪ gambar detail pekerjaan plambing ▪ gambar detail hasil perancangan	▪ menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan	▪ Cermat ▪ Teliti		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		pekerjaan plambing <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail hasil perancangan struktur atas ▪ Mampu menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan. 	struktur atas				
	10.6 Laporan hasil perancangan struktur atas disusun sesuai dengan format yang telah ditentukan.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menjelaskan tentang format yang ada (existing) ▪ Dapat menjelaskan tentang isi laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan. ▪ Mampu menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ format yang ada (existing) ▪ isi laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cermat ▪ Teliti 		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		ditentukan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan.					

LAMPIRAN

1. BUKU INFORMASI
2. BUKU KERJA
3. BUKU PENILAIAN



BUKU INFORMASI

PEMBUATAN PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA KONSTRUKSI
DIREKTORAT BINA KOMPETENSI DAN PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI
Jl. Sapta Taruna Raya – Komplek PU Pasar Jumat – Jakarta Selatan

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN	7
A. Tujuan Umum	7
B. Tujuan Khusus	7
BAB II MELAKSANAKAN KOORDINASI DENGAN PIHAK TERKAIT	10
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait	10
1. Menyusun jadwal koordinasi	10
2. Menyiapkan bahan rapat koordinasi.....	11
3. Melakukan koordinasi dengan pihak terkait.....	11
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait	12
C. Sikap Kerja dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait	14
BAB III MELAKUKAN PEMILIHAN JENIS DAN SISTEM STRUKTUR SERTA MATERIAL STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	15
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	15
1. Mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan	15
2. Menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	16
3. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	18
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	19
C. Sikap Kerja dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah.....	22

BAB IV MENGHITUNG BEBAN-BEBAN YANG BEKERJA PADA STRUKTUR ATAS	
GEDUNG BERTINGKAT RENDAH.....	23
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah.....	23
1. Menyiapkan data pendukung.....	23
2. Mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas.	23
3. Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas	27
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah.....	27
C. Sikap Kerja dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah	29
BAB V MELAKUKAN ANALISIS STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	30
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah.....	30
1. Menyiapkan data pendukung.....	30
2. Membuat model struktur atas bangunan gedung	32
3. Menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung	32
4. Memeriksa gaya dalam hasil perhitungan	34
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah.....	34
C. Sikap Kerja dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah....	36
BAB VI MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL STRUKTUR ATAP	37
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail struktur atap	37
1. Menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur	37
2. Mengidentifikasi struktur rangka atap	37
3. Merancang struktur rangka atap	38
4. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap	39
5. Membuat sketsa hasil perancangan atap	40
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail struktur atap	40

C. Sikap Kerja dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah....	43
BAB VII MEMBUAT MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL PELAT LANTAI.....	44
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai.....	44
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai .	44
2. Menentukan mutu bahan pelat lantai	51
3. Mendesain tebal pelat lantai	63
4. Menghitung penulangan pelat lantai	66
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai	73
6. Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai	74
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai.....	75
C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan detail pelat lantai	77
BAB VIII MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL BALOK	78
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail balok .	78
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok.....	78
2. Mengidentifikasi struktur balok	85
3. Menentukan mutu bahan balok	87
4. Merancang balok	96
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas balok.....	100
6. Membuat sketsa hasil perancangan balok.....	100
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai.....	101
C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan detail pelat lantai	104
BAB IX MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL KOLOM.....	105
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail kolom....	105
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan detail kolom	105
2. Mengidentifikasi struktur kolom	105
3. Menentukan mutu bahan kolom.....	106
4. Merancang kolom	107

5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom	108
6. Membuat sketsa hasil perancangan kolom.....	108
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam membuat perancangan detail kolom	109
C. Sikap Kerja dalam membuat perancangan detail kolom	111
BAB X MERANCANG METODA PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	
GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	112
1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah	112
2. Memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah	112
3. Menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah	129
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	131
C. Sikap Kerja dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	132
BAB XI MEMBUAT LAPORAN HASIL PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	
GEDUNG BERTINGKAT RENDAH	
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	133
1. Menyiapkan data untuk membuat laporan	133
2. Menyusun kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung	133
3. Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung	134
4. Membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung	135
5. Menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas	136

6. Menyusun laporan hasil perancangan struktur atas	140
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah	140
C. Sikap Kerja dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah.....	143
DAFTAR PUSTAKA	
A. Dasar Perundang-undangan	144
B. Buku Referensi	144
C. Majalah atau Buletin	145
D. Referens Lainnya	145
DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN	
A. Daftar Peralatan/Mesin	146
B. Daftar Bahan	146
LAMPIRAN	
DAFTAR PENYUSUN	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Tujuan Umum

Setelah mempelajari modul ini peserta latih diharapkan mampu membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

B. Tujuan Khusus

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah ini guna memfasilitasi peserta latih sehingga pada akhir pelatihan diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait yang meliputi kegiatan menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait disusun sesuai dengan kebutuhan, menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi dan melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.
2. Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah yang meliputi kegiatan mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan, menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan dan menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan.
3. Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah, mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun dan

menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.

4. Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan, membuat model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan, menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat dan memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur.
5. Membuat perancangan detail struktur atap yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan, mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar, memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar dan membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan.
6. Membuat perancangan detail pelat lantai yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan, menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan standar, mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan standar, menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan beban-beban yang bekerja, memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar dan membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.
7. Membuat perancangan detail balok yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan, mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan, merancang balok berdasarkan bahan yang

- digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar, memeriksa kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan standar dan membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan.
8. Membuat perancangan detail kolom yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan, mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan, merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar, memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan standar dan membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan.
 9. Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah yang meliputi kegiatan mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan hasil perancangan, memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien dan menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan.
 10. Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah yang meliputi kegiatan menyiapkan data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan, menyusun kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur, membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung, membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung, menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan dan menyusun laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan

BAB II

MELAKSANAKAN KOORDINASI DENGAN PIHAK TERKAIT

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait

1. Menyusun jadwal koordinasi

a. Jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan

Jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan, adalah jadwal untuk pelaksanaan perancangan yang harus diikuti oleh pihak terkait.

Dalam kegiatan perancangan struktur atas bangunan gedung banyak pihak-pihak yang terkait yang saling ada ketergantungan untuk memulainya kegiatannya. Sebagai contoh pihak pemasangan plafond tidak bisa memulai kegiatannya, karena pemasangan jalur elektrikal diatas plafon belum selesai, demikian sebaliknya pihak elektrtrikal tidak bisa memasang rumah lampu, karena pemasangan plafon belum selesai. Saling ketergantungan ini perlu diwujudkan dalam jadwal. Dan jadwal yang paling gampang dilihat adalah net-work-planning. Tetapi karena kegiatan terlalu banyak maka dibantu dengan computer, sehingga perubahan waku dapat segera tampak. Bagaimanapun juga semua kegiatan pada jalur kritis tidak boleh sampai terganggu waktunya

b. Penyusunan jadwal koordinasi

Cara penyusunan jadwal koordinasi adalah dengan pengeplotan masing-masing jadwal dari pihak terkait sehingga dapat bersinergi sesuai kebutuhan. Cara penyusunannya adalah sebagai berikut

- 1) Masing-masing pihak yang terkait membuat list kegiatan-kegiatan
- 2) Masing-masing pihak yang terkait membuat list durasi dari kegiatan-kegiatan
- 3) Masing-masing pihak yang terkait membuat jadwal sesuai kebutuhannya

- 4) Koordinator rapat, dalam hal ini *team leader* dari konsultan, atau ahli bangunan gedung, sudah membuat perkiraan jadwal perancangan dari masing-masing elemen struktur pekerjaan sipil
- 5) Dalam rapat koordinasi masing pihak yang terkait memplotkan jadwalnya
- 6) Jadwal koordinasi tersusun dalam rapat koordinasi

2. Menyiapkan bahan rapat koordinasi

a. Bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi

Bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi adalah bahan untuk dibicarakan dalam rapat koordinasi, sehingga mendapatkan titik temu, atau agar dapat bersinergi untuk mewujudkan perencanaan bangunan gedung yang sesuai dokumen kontrak. Bahan rapat ini dapat merupakan

- 1) List dari kegiatan-kegiatan masing-masing pihak yang terkait
- 2) Jadwal dari kegiatan-kegiatan masing-masing pihak yang terkait
- 3) Kebutuhan peralatan masing-masing pihak yang terkait
- 4) Kebutuhan sumber daya manusia masing-masing pihak yang terkait
- 5) Format notulen rapat, dimana tercantum tanggal kesanggupan perbaikan, dan siapa yang akan menanganinya.

3. Melakukan koordinasi dengan pihak terkait

a. Koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan

Koordinasi dengan pihak terkait adalah pengaturan kegiatan pekerjaan, jadwal pekerjaan, kebutuhan bahan kegiatan pekerjaan dan kebutuhan peralatan untuk survey dan pengambilan data, untuk penyelesaian perencanaan bangunan gedung yang dimaksud.

- 1) Kegiatan pekerjaan ini perlu dibuat list, sehingga dapat dikoordinasikan dengan pihak-pihak lain yang terkait. Dapat terjadi kegiatan pekerjaan ini secara simiutan atau dapat juga berurutan. Setiap kegiatan pekerjaan harus dibuat masing-masing
- 2) Jadwal pekerjaan

- 3) Setelah durasi masing-masing kegiatan pekerjaan ditentukan, kemudian dikoordinasikan dengan pihak-pihak lain yang terkait
- 4) Kebutuhan bahan kegiatan pekerjaan perlu juga dibuat list. Masing-masing kebutuhan bahan kegiatan pekerjaan perlu dibuat tanggal pendaratangannya dan tanggal kebutuhan akan dipakai. Dari sini dibuatlah material schedule. Demikian juga untuk kebutuhan peralatan untuk survey dan pengambilan data. Dari sini dapat dibuatlah *equipment schedule*

- b. Pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan
Cara pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait adalah dengan rapat koordinasi harian, mingguan dan bulanan, dan pertemuan-pertemuan *accidental* selama pelaksanaan pekerjaan perancahan bangunan. Rapat koordinasi dengan diwujudkan dalam notulen rapat. Dalam notulen rapat harus lengkap dengan dicantumkan tanggal penyelesaian masalah yang terjadi, dan siapa penanggung jawab untuk penyelesaiannya. Untuk pertemuan-pertemuan *accidental* juga harus diwujudkan secara tertulis dalam buku harian.

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait

1. Menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan
Cara penyusunan jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan,
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti kebutuhan peralatan dan peralatan bantu
 - c. Meneliti main Schedule
 - d. Meneliti jadwal dari masing-masing pihak yang terkait
 - e. Menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.

- f. Membuat rapat koordinasi harian, mingguan, dan bulanan
2. Menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi
Cara menyusun bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan materi koordinasi adalah,
 - a. Membuat aktivitas- aktivitas untuk bahan rapat koordinasi terkait, terutama aktivitas- aktivitas yang bermasalah
 - b. Meneliti jadwal kerja masing-masing unit kerja sesuai dengan materi koordinasi.
 - c. Penyesuaian jadwal kerja masing-masing unit kerja terhadap main schedule
 3. Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan
Cara mengatur koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.
 - a. Membuat kontrak pelaksanaan
 - b. Melihat fisik untuk kemampuan peralatan dari masing-masing unit kerja
 - c. Melihat fisik untuk kemampuan sumber daya manusia dari masing-masing unit kerjaCara melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.
 - a. Membuat jadwal koordinasi dengan masing-masing unit kerja yang terkait
 - b. Membuat rapat koordinasi harian, mingguan, dan bulanan, baik dengan direksi ataupun tidak
 - c. Melihat hasil kerja per tahap dari masing-masing unit kerja yang terkait
 - d. Membuat buku harian untuk masing-masing unit kerja yang terkait
 - e. Membuat pengendalian pelaksanaan untuk masing-masing unit kerja

C. Sikap Kerja dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyusun jadwal koordinasi, menyiapkan bahan rapat koordinasi, melaksanakan koordinasi
2. Taat azas dalam menaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB III

MELAKUKAN PEMILIHAN JENIS DAN SISTEM STRUKTUR SERTA MATERIAL STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

1. Mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan.

a. Gambar bangunan gedung

Gambar bangunan gedung adalah gambar-gambar permintaan dalam kontrak untuk kegiatan pelaksanaan pembangunan gedung yang dimaksud, yang terdiri dari

- 1) Gambar tampak gedung
- 2) Gambar potongan dengan skala paling tidak 1 : 20
- 3) Gambar detail dari komponen-komponen bangunan gedung dengan skala paling tidak 1 : 20 atau dapat juga dengan skala lebih besar lagi jika merupakan elemen konstruksi yang penting
- 4) Gambar tapak dan lanndscape
- 5) Gambar mekanikal
- 6) Gambar elektrik
- 7) Gambar plumbing
- 8) Penangkal petir
- 9) Lift dan atau escalator

Gambar ini harus dilengkapi dengan gambar-gambar detail yang dianggap penting dengan skala 1 : 20, sehingga lebih informatif untuk nantinya dalam pelaksanaan.

b. Jenis struktur beton, jenis baja, komposit, sistem stuktur adalah open frame(kerangka portal terbuka) dan open frame dengan ikatan
Jenis struktur adalah jenis bangunan yang menunjukkan jenis

bahannya, berupa jenis struktur beton, jenis struktur baja, jenis komposit. Sistem struktur adalah sistem struktur bangunan gedung yang berupa struktur open frame (kerangka portal terbuka) dan struktur open frame dengan ikatan.

- c. Material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan

Material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan terdiri dari, beton, baja, komposit, kayu.

Material kayu saat sekarang sudah jarang dipakai, terutama kayu jati selain langka, juga lebih mahal per satuan unit volume dibanding dengan bahan beton. Ada pendapat untuk bangunan tingkat rendah lebih mampu menerima gempa. Perlu diketahui bahwa kayu mempunyai sifat bahwa, tegangan-tegangan ijinnya lebih besar sewaktu menerima beban yang singkat waktunya, dibanding sewaktu menerima beban yang tetap. Tegangan ijinnya lebih besar sewaktu menerima beban yang tidak tetap, dibanding dengan sewaktu menerima beban yang tetap. Beban tidak tetap misalnya beban dari pengunjung teater, atau beban dari gedung untuk sekolahan dan beban angin. Sedangkan beban tetap adalah beban material dalam gudang, tekanan tanah, dan sebagainya.

2. Menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

- a. Jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

Jenis struktur adalah jenis bangunan yang menunjukkan jenis bahannya, berupa jenis struktur beton, jenis struktur baja, jenis komposit. Sistem struktur adalah sistem struktur bangunan gedung yang berupa struktur open frame (kerangka portal terbuka) dan struktur open frame dengan ikatan

- b. Material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

Analisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

- 1) Memastikan peruntukan gedung yang bertingkat rendah

Perlu dipastikan peruntukan gedung yang bertingkat rendah, karena ada beberapa kemungkinan yang dapat mempengaruhi material struktur, diantaranya

- a) Gedung yang berkarakter monumental, sebaiknya dengan beton bertulang, atau dengan komposit baja dan beton
- b) Gedung untuk arsip nasional sebaiknya dengan beton bertulang, atau dengan komposit baja dan beton, penutup atap dengan pelat dak. Jika gedung sejenis ini sangat rendah misalnya hanya 2 lantai, maka untuk perhitungan kekuatannya dapat dengan menggunakan sistem elastis.
- c) Gedung bertingkat rendah yang berkarakter seni, dapat berkombinasi dengan kayu, dengan catatan struktur gedung tetap dengan beton bertulang, baja ataupun komposit. Kerangka penutup atap dapat dengan baja. Tetapi untuk kebutuhan plambing penutup atap dapat menggunakan pelat dak.

2) Memastikan beban-beban hidupnya yang akan diterapkan

Jika bangunan berisi dengan mesin-mesin, atau bengkel, maka dalam perhitungan struktur bangunan, dengan menggunakan koefisien reduksi $\emptyset = 0,9$, sedangkan jika gedung bertingkat rendah untuk hunian atau untuk umum dapat menggunakan $\emptyset = 0,3$, atau sesuai dengan ketentuan yang berlaku/ SNI

3) Memastikan posisi atau letak bangunan gedung pada daerah gempa atau diluar daerah gempa.

Untuk bangunan pada daerah zona gempa, maka jika harus menggunakan beton bertulang, perhitungan kekuatannya harus menggunakan *capacity design method*. Sehingga perlu sendi-sendi plastis pada ujung-ujung balok pertemuan dengan kolom, dan pada dasar kolom, dengan pernyataan *strong column weak beam*

4) Memastikan ketersediaan alat didaerahnya

Ada kemungkinan *remote area* (daerah pelosok) langka ketersediaan peralatan, misalnya

a) *Concrete mixer* atau *batcing plant*

b) *Agitator truck*

c) Peralatan-peralatan cor lainnya

Dengan demikian perlu pilihan menggunakan struktur konstruksi baja.

5) Memastikan ketersediaan sumber daya manusia

Ada kemungkinan *remote area* (daerah pelosok) langka ketersediaan tenaga-tenaga lokal yang terampil

6) Memastikan akses jalan menuju lokasi bangunan gedung bertingkat rendah

7) Memastikan kemampuan daya dukung tanah dimana bangunan gedung bertingkat rendah akan dibangun

3. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

a. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan

Cara menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan.

1) Menganalisis data-data tanah dimana bangunan gedung bertingkat rendah akan dibangun

Data-data tanah yang daya dukungnya rendah, mudah bergerak, dan ada kemungkinan sliding, maka jumlah lantai bangunan akan terbatas tidak terlalu tinggi, atau perlu pertimbangan untuk pengganti lokasi.

2) Menganalisis lokasi bangunan gedung pada daerah zona gempa atau diluar zona gempa

Jika terletak pada daerah gempa perlu perhitungan struktur yang dapat dipertanggung jawabkan, dengan mengacu pada SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain; SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung; dan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jika terletak diluar daerah gempa dapat dipertanggung jawabkan juga dengan menggunakan SNI seperti tersebut diatas.

Karena gempa dapat juga tidak terjadi karena geseran lempengan saja tetapi dapat juga karena gempa tektonik. Dengan demikian karena pergerakan tanah ini dapat menggunakan struktur beton. Pada daerah yang terdapat kesulitan karena transportasinya dapat dipertimbangkan dengan menggunakan struktur baja.

- 3) Menganalisis kondisi lingkungan pada daerah dimana bangunan bertingkat rendah akan dibangun

Jika lingkungan dekat dengan bandar udara pemerintah atau Departemen Perhubungan dapat mensyaratkan ketinggian bangunan gedung, atau jika akan dibangun dekat dengan saluran udara tegangan tinggi.

- 4) Menganalisis kondisi lingkungan sekeliling bangunan

Jika kondisi lingkungan sekeliling bangunan tidak mendukung, maka perlu pertimbangan lain untuk pengganti lokasi. Disini perlu pertimbangan rencana penggunaan gedung dan kondisi lingkungan.

- 5) Menganalisis peraturan atau kebijakan pemerintah terkait jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

- 6) Analisa pemakaian material yang inovatif lebih efisien dan atau ramah lingkungan untuk Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

- b. Pengaruh kondisi lapangan

Pengaruh kondisi lapangan untuk perancangan bangunan gedung, adalah pengaruh bentuk persil, pengaruh kondisi tanah, pengaruh kecepatan angin, pengaruh letak wilayah gempa, dan pengaruh lingkungan dan kondisi lapangan.

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

1. Mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan

Langkah-langkah cara mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan data lapangan

- a. Menganalisa data hasil survei
- b. Menganalisis data ketersediaan sumber daya manusia
- c. Menganalisis data ketersediaan peralatan
- d. Menganalisis data ketersediaan bahan-bahan dasar

2. Menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan

Langkah-langkah menganalisa jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah sesuai dengan kondisi lapangan

- a. Meneliti kondisi sekeliling
 - Ada daerah yang mensyaratkan daerah untuk perumahan, daerah untuk perdagangan, daerah untuk industri dan sebagainya, sehingga rencana bangunan ini perlu dikaji, jangan sampai berlawanan dengan ketentuan pada daerah setempat.
 - Bangunan yang sangat dekat dengan bandar udara, tidak boleh dengan ketinggian tertentu
- b. Pemeriksaan geser langsung
 - Perlu ada kajian jika akan digunakan penggunaan pondasi tiang tanpa tulangan besi beton. Dengan kekuatan geser didalam tanah akan mematahkan pondasi
- c. Pemeriksaan permeabilitas
 - Digunakan untuk perhitungan kapasitas pompa dalam sistem *dewatering*
 - Digunakan untuk memilih sistem dewatering
 - Digunakan untuk menentukan metode kerja struktur bawah
- d. Pemeriksaan kekuatan tanah dengan sondir
 - Pemeriksaan perlawanan penetrasi konus adalah untuk mengetahui perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dengan gaya per satuan luas

- Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung konus dinyatakan dalam gaya per satuan panjang
 - Untuk menentukan sistem pondasi yang akan direncanakan untuk menahan beban bangunan gedung
- e. Keberadaan bangunan gedung pada daerah zona gempa atau diluar daerah zona gempa
- Untuk menentukan daktilitas dalam perhitungan struktur bangunan gedung
 - Harus mengacu
 - SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
 - SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
 - SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- f. Kondisi angin (situasional)
- Keberadaan bangunan gedung pada daerah < 5km dari pantai diberlakukan beban angin adalah 40 kg/ m²
 - Keberadaan bangunan gedung pada daerah > 5km dari pantai, diberlakukan beban angin adalah 25kg/ m²
 - Untuk daerah dimana kecepatan angin yang mungkin tekanan yang lebih besar, tekanan angin (p) diambil dengan menggunakan rumus $p = V^2/16$ (kg/m²)dimana V adalah kecepatan angin dalam satuan m/detik.
- g. Elevasi tanah
- Untuk menentukan kebutuhan air panas
 - Untuk menentukan kebutuhan pemasangan instalasi penangkal petir (situasional)
 - Untuk menentukan kebutuhan kapasitas pompa air bersih
- h. Elevasi permukaan air tanah
- Untuk menentukan gaya horizontal karena air tanah pada *basement*

- Untuk menentukan dimensi *soldier pile*
- i. Kemudahan akses jalan masuk
 - Untuk keperluan gedung yang sangat penting, jika akses jalan masuk tidak memenuhi syarat, dapat dipertimbangkan untuk pindah tempat
- 3. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan
Langkah-langkah untuk menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan, yaitu sebagai berikut:
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metode kerja yang definitif
 - c. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
 - d. Meneliti wilayah gempa dimana bangunan gedung akan dibangun
 - e. Meneliti kecepatan angin
 - f. Meneliti beban hidup dan beban mati bangunan
 - g. Meneliti kondisi tanah
 - h. Meneliti kondisi permukaan air tanah
 - i. Meneliti kondisi sekeliling bangunan
 - j. Dapat menjelaskan pemakaian material yang inovatif lebih efisien dan atau ramah lingkungan untuk Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

C. Sikap Kerja dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur, menganalisa jenis, sistem struktur, dan material struktur, menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB IV

MENGHITUNG BEBAN-BEBAN YANG BEKERJA PADA STRUKTUR ATAS GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

1. Menyiapkan data pendukung

a. Beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

Beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah, adalah semua gaya luar akibat grafitasi, akibat angin, akibat gempa, dan beban hidup yang akan membebani gedung yang dimaksud.

Ini semua sudah tercakup dalam SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Ahli Bangunan Gedung harus dapat menentukan pada elemen konstruksi mana yang dapat diterapkan dengan kriteria minimum, dan pada elemen konstruksi mana yang perlu diperhitungkan khusus pembebanannya

b. Data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

Data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah, adalah data-data besar nilai percepatan gravitasi, besar nilai kecepatan angin, besar nilai koefisien gempa dasar (C), besar nilai faktor keutamaan (I), besar nilai faktor jenis struktur (K), fungsi atau penggunaan gedung, beban hidup pada penggunaan lantai, beban peralatan untuk penyelesaian konstruksi.

2. Mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas.

a. Jenis-jenis beban statis yang bekerja pada struktur bangunan atas

Jenis-jenis beban statis yang bekerja pada struktur bangunan atas adalah semua beban yang bersifat statis yang membebani bangunan gedung, yaitu berat sendiri dari struktur, berat peralatan yang tetap terpasang di gedung. Jenis-jenis beban tersebut adalah

- 1) Berat sendiri bahan yang dipakai
 - 2) Berat mesin dan peralatan sesuai fungsi bangunan gedung, sebagai contoh beban mesin perbengkelan, beban arsip surat-surat, beban gudang, beban tangki (tidak termasuk air), mesin AC, mesin genset
- b. Jenis-jenis beban dinamis yang bekerja pada struktur bangunan atas
- Jenis-jenis beban dinamis yang bekerja pada struktur bangunan atas adalah semua beban yang bersifat dinamis yang membebani bangunan gedung, yaitu beban yang tidak menentu, beban yang sifatnya sementara, terdiri dari
- 1) Beban hidup, yaitu semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan.
 - 2) Beban angin, yaitu semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
 - 3) Beban gempa, yaitu semua beban statik ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dan gerakan tanah akibat gempa. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.
 - 4) Beban khusus, yaitu semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya

c. Pengaruh kondisi gedung yang akan dibangun

Penjelasan mengenai pengaruh kondisi gedung yang akan dibangun. Dalam beberapa hal ada ada beban-beban yang akan berbeda sesuai kondisi gedung, sebagai misal:

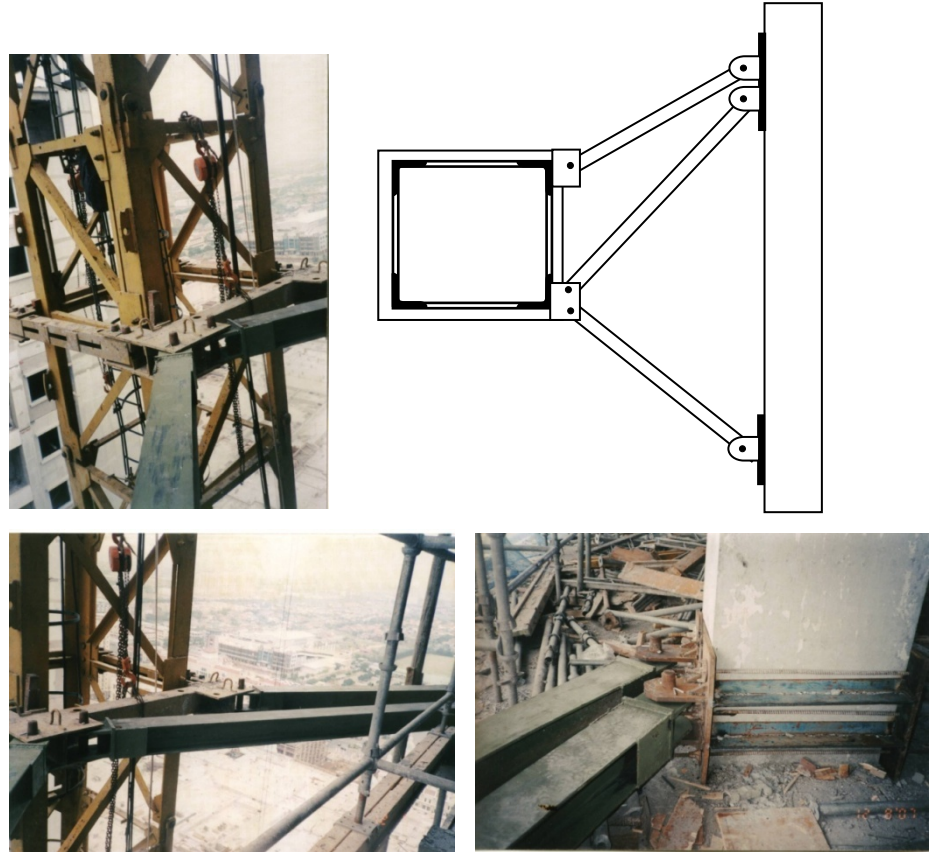
1) Beban untuk peralatan pendukung sewaktu proses pelaksanaan pembangunan gedung, diantaranya,

a) *Tower Crane* dan *carry deck crane*

Untuk bangunan walaupun tingkat rendah, sewaktu pengecoran akan selalu menggunakan *tower crane*. *Tower crane* harus diikat pada setiap ketinggian tertentu dengan beton struktur gedung, untuk menghindari lendutan yang terlalu besar. Untuk pekerjaan pengangkutan yang berat pada lantai kadang-kadang digunakan *carry deck crane*



Gambar 3.1. *carry deck crane*, untuk alat angkut yang dioperasikan pada struktur pelat bangunan gedung



Gambar 3.2. Pengikatan *tower crane* pada struktur beton bangunan gedung

b) *Lift*

Lift disini adalah untuk angkutan vertikal barang-barang ke lantai atas. Lift akan disangkutkan pada bagian luar gedung. Gaya-gaya *lift* dengan muatan penuh akan

c) *Genset*

Ada kemungkinan mesin *genset* harus naik untuk operasional dilantai atas. Beban *genset* pada lantai termasuk harus diperhitungkan selama operasional.

2) Beban gondola dengan posisinya yang berlain-lainan

Untuk bangunan yang sudah jadi, perlu memperhitungkan bagaimana pemasangan gondola, yang akan mengakibatkan timbulnya gaya pada bangunan gedung

3. Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas

a. Beban yang bekerja pada bangunan atas yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung

Beban yang bekerja pada bangunan atas yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013) terdiri dari :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup
- 3) Beban angin
- 4) Beban gempa
- 5) Beban khusus

b. Standar pembebanan bangunan gedung

Standar pembebanan bangunan gedung adalah beban minimum untuk perancangan bangunan gedung, yang mengadopsi dari SNI No. 1727 : 2013. Dengan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

- 1) Pembebanan tetap: beban mati + beban hidup
- 2) Pembebanan sementara: beban mati + beban hidup + beban angin atau
- 3) beban mati + beban hidup + beban gempa
- 4) Pembebanan khusus: beban mati + beban hidup + beban khusus atau
- 5) Beban mati + beban hidup + beban angin + beban khusus atau
- 6) Beban mati + beban hidup + beban gempa + beban khusus

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

1. Menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

- 1) Langkah-langkah untuk menyusun data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah, yaitu sebagai berikut ini:
 - a. Meneliti jenis dan fungsi gedung yang akan di bangun
 - b. Meneliti metode kerja yang definitif

- c. Menyusun elemen-elemen konstruksi
 - d. Memilah data-data pendukung yang terkait dengan beban-beban dari elemen-elemen konstruksi terkait
 - e. Menyusun data-data pendukung yang terkait dengan beban-beban dari elemen-elemen konstruksi terkait
- 2) Cara menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah
- a. Data-data pendukung yang terkait dengan beban-beban dari elemen-elemen konstruksi terkait, dimasukkan dalam format yang sudah ditentukan
 - b. Mengelola pembuatan surat tanda terima
 - c. Mengelola secara tertulis menyerahkan data-data tersebut kepada unit terkait
 - d. Mengelola pengarsipan sesuai prosedur yang berlaku
2. Mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun
- 1) Langkah-langkah untuk menyeleksi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun.
 - a. Menyeleksi beban-beban vertical
 - b. Menyeleksi beban-beban horizontal
 - c. Menyeleksi beban-beban dinamis
 - d. Menyelaksi beban-beban peralatan bantu untuk proses pelaksanaan
 - 2) Langkah-langkah untuk mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun.
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metode kerja yang definitif
 - c. Meneliti beban mati
 - d. Meneliti beban hidup apa saja yang akan diterapkan
 - e. Meneliti posisi atau letak gedung
 - Gedung dekat pantai atau jauh dari pantai
 - Gedung terletak di daerah gempa yang mana

- f. Meneliti berat beban lift
 - g. Meneliti berat beban tangki air
 - h. Meneliti berat beban peralatan tetap yang akan dipasang
3. Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung
- 1) Langkah-langkah untuk menyeleksi beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.
 - a. Menerapkan kemungkinan beban-beban yang akan terjadi
 - b. Memilah beban-beban untuk dimasukkan sebagai beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa dan beban khusus
 - 2) Langkah-langkah untuk menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.
 - a. Meneliti gambar bangunan dengan dimensi setiap komponen bangunan
 - b. Menghitung berat per satuan unit volume dari semua bahan bangunan dan bahan olahan untuk bangunan
 - c. Menghitung beban vertikal yang bekerja pada bangunan atas
 - d. Menentukan berat per buah benda terkait
 - e. Menentukan tekanan angin per satuan luas
 - f. Menentukan arah beban

C. Sikap Kerja dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat rendah

Harus bersikap secara:

- 1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban, mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas, menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas
- 2. Taat azas dalam menaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
- 3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB V

MELAKUKAN ANALISIS STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah

1. Menyiapkan data pendukung

a. Data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

Data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan, adalah data mengenai besaran nilai, arah, gaya-gaya, dan kondisi sekeliling dari struktur gedung terkait, yang terdiri dari

- 1) Data geologi teknik
- 2) CBR lapangan dan CBR laboratorium
- 3) Konsolidasi tanah
- 4) Geser langsung tanah
- 5) Permeabilitas tanah
- 6) Pemeriksaan kekuatan tanah dengan sondir
- 7) Data hasil kekuatan tekan bebas
- 8) Data peruntukan bangunan tiap lantai
- 9) Data kecepatan angin
- 10) Data daerah zona gempa 2010
- 11) Data fungsi gedung
- 12) Data kondisi sekeliling
- 13) Data akses jalan masuk
- 14) Data kemudahan mendapatkan peralatan untuk operasional pembangunan
- 15) Data kemudahan mendapatkan sumber daya manusia untuk operasional pembangunan
- 16) Data kemudahan mendapatkan bahan bangunan untuk operasional pembangunan

b. Menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

Cara menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan, adalah dengan cara survai lapangan, dan atau menggunakan peralatan laboratorium, yang kesemuanya dimasukkan dalam daftar yang sudah ditentukan

1) Membagi dalam komponen-komponen struktur yang terdiri dari

- a) Struktur bawah dan *basement*
- b) Struktur atas
- c) Penutup atap dengan kerangkanya

2) Struktur bawah dan *basement*

a) Data geologi teknik

Untuk mengetahui kondisi tanah apakah perlu ada perbaikan tanah, apakah perlu ada tembok penahan tanah, apakah perlu grout tanah

b) CBR lapangan dan CBR laboratorium

Untuk menentukan kekuatan daya dukung tanah

c) Konsolidasi tanah

Untuk mengetahui sifat pemampatan dari jenis tanah, terutama setelah nantinya bangunan gedung selesai

d) Geser langsung tanah

Untuk menentukan kohesi dan sudut geser tanah

e) Permeabilitas tanah

Untuk menentukan koefisien permeabilitas tanah, dalam rangka untuk mendapatkan solusi dalam dewatering

f) Pemeriksaan kekuatan tanah dengan sondir

Untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Data ini untuk menentukan jumlah dan dimensi pondasi tiang pancang

g) Data hasil kekuatan tekan bebas

Untuk dasar menentukan pondasi dan basement

2. Membuat model struktur atas bangunan gedung

a. Jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan

Jenis, dan sistem struktur, adalah berupa struktur rangka portal, rangka portal dengan ikatan diagonal, dinding geser dan sebagainya. Sedangkan bahan dapat berupa beton, baja atau komposit.

b. Model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan

Model struktur atas bangunan gedung dapat berupa T, L, atau U. Model struktur yang tidak simetris dapat terjadi gaya torsi jika terjadi gempa

3. Menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung

a. Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat

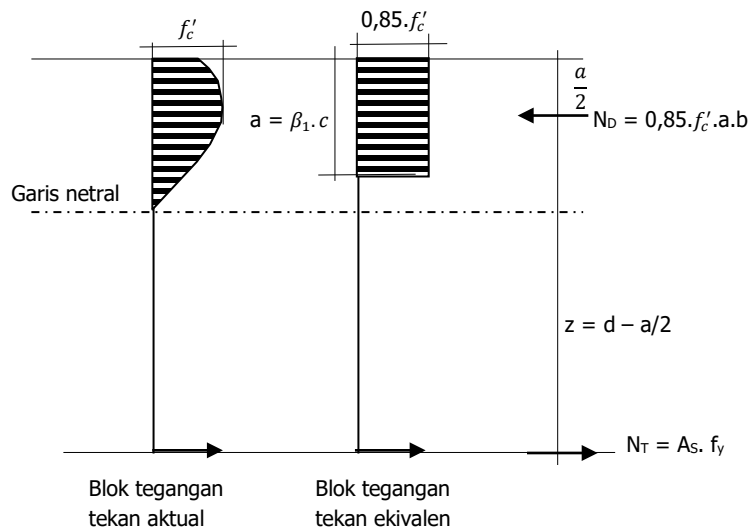
Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung, adalah kemampuan dari bahan struktur atas bangunan gedung untuk mempertahankan gaya-gaya luar.

Gaya dalam disini adalah gaya-gaya yang dapat membentuk momen dalam, geser dalam, atau tegangan-tegangan dalam. Perlu diketahui bahwa gaya dalam dapat mencukupi untuk mempertahankan akibat dari gaya-gaya luar, tetapi ada persyaratan dalam ilmu bangunan tidak boleh mempunyai besar lendutan yang melebihi dari suatu batas tertentu. Hal ini bisa terjadi pada bahan bangunan beton, baja, komposit dan kayu. Sehingga perlu diselidiki tentang kemampuan gaya dalam dan persyaratan lendutan.

b. Metode perhitungan gaya dalam

Metode perhitungan gaya dalam, adalah dengan anggapan-anggapan kemampuan bahan berupa bentuk-bentuk yang mudah dihitung. Tetapi harus selalu gaya dalam lebih besar dari gaya luar yang bekerja.

Sebagai contoh diagram tegangan lentur beton dianggap sebagai bentuk segi empat.



Gambar 3.3. diagram tegangan beton

c. Faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam

Faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam adalah

1) Faktor untuk keamanan

Kemampuan dalam perlu mendapat faktor keamanan untuk menjaga hal-hal yang tidak terduga

2) Faktor mutu bahan

Mengambil bahan bangunan harus selektif agar mendapatkan mutu bahan yang sesuai

3) Faktor dalam pelaksanaan

Pengawasan dalam pelaksanaan agar diperketat

4) Faktor pembatasan tulangan tarik

Sudah ditentukan dalam SNI untuk keamanan agar dalam kondisi beban yang ultimit, diharapkan besi dapat meluluh. Baja tulangan tarik tidak boleh lebih besar dari 0,75 dari jumlah tulangan tarik yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan regangan

4. Memeriksa gaya dalam hasil perhitungan

a. Metode perhitungan gaya dalam

Metode perhitungan gaya dalam, adalah dengan anggapan-anggapan kemampuan bahan berupa bentuk-bentuk yang mudah dihitung. Tetapi harus selalu gaya dalam lebih besar dari gaya luar yang bekerja. Sebagai contoh diagram tegangan lentur beton dianggap sebagai bentuk segi empat seperti digambarkan diatas

b. Hasil perhitungan gaya dalam deflexi dan rotasi

Hasil perhitungan gaya dalam deflexi dan rotasi adalah:

- 1) Hasil perhitungan gaya dalam deflexi adalah hasil perhitungan kemampuan gaya dalam karena perubahan bentuk dari material bangunan gedung.
- 2) Hasil perhitungan gaya dalam rotasi adalah hasil perhitungan kemampuan gaya dalam karena rotasi dari material bangunan gedung

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah

1. Menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

a. Cara menyeleksi data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

- 1) Meneliti dokumen kontrak
- 2) Meneliti metode kerja yang sudah disetujui
- 3) Membuat daftar elemen-elemen struktur yang harus dihitung kekuatannya
- 4) Menyeleksi data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

b. Langkah-langkah cara menentukan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan

- 1) Meneliti dokumen kontrak
- 2) Meneliti metode kerja yang sudah disetujui

- 3) Membuat daftar elemen-elemen struktur yang harus dihitung kekuatan strukturnya
 - 4) Membuat daftar data pendukung yang sudah diperiksa
 - 5) Menentukan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan
 - 6) Membuat matriks elemen-elemen struktur dan data-data pendukung yang diperlukan
2. Membuat model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan
- Cara menetapkan model struktur atas bangunan gedung berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan
- a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metode kerja yang sudah disetujui
 - c. Meneliti anggaran pelaksanaan
 - d. Meneliti letak bangunan di wilayah gempa mana
 - e. Meneliti kemudahan mendapatkan material bahan bangunan di wilayah terkait
 - f. Membuat gambar
 - g. Membuat laporan
3. Menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.
- Langkah-langkah untuk menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.
- a. Meneliti sifat-sifat mekanis dari bahan bangunan gedung
 - b. Menghimpun data-data untuk menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung
 - c. Menentukan faktor keamanan
 - d. Menghitung gaya dalam

4. Memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur
Cara memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti gambar kerja
 - c. Meneliti bahan untuk struktur terkait
 - d. Meneliti modulus elastisitas bahan
 - e. Meneliti dimensi dari elemen-elemen konstruksi
 - f. Memeriksa gaya dalam

C. Sikap Kerja dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat rendah

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data pendukung, membuat model struktur atas bangunan gedung, menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung, memeriksa gaya dalam hasil perhitungan
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

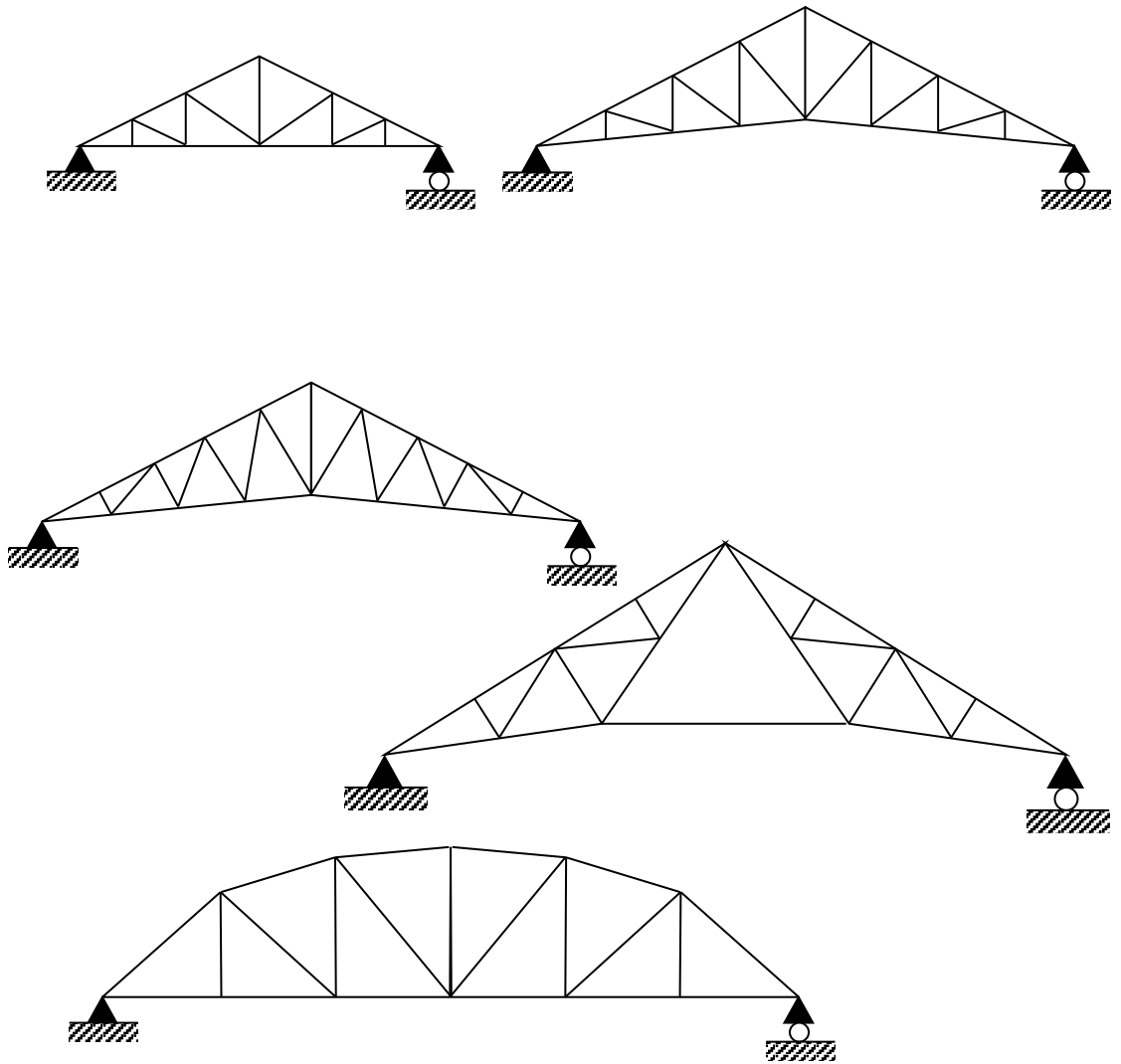
BAB VI

MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL STRUKTUR ATAP

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail struktur atap

1. Menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur
 - a. Data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan
Data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan adalah semua hasil analisis data pendukung untuk menghitung gaya dalam sesuai kebutuhan perancangan.
 - 1) Bahan untuk penutup atap ditentukan, dengan demikian dapat mengetahui gaya vertikal yang diterimakan pada masing-masing titik simpul dari rangka kuda-kuda
 - 2) Dari gaya vertikal yang diterimakan pada masing-masing titik simpul dari rangka kuda-kuda dapat mendapatkan gaya dalam berupa gaya batang tarik dan gaya batang tekan
 - b. Gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan
Gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan adalah kemampuan gaya dalam untuk mempertahankan material terhadap tegangan tekan, tegangan tarik, tegangan lentur, lendutan, dan torsi.
2. Mengidentifikasi struktur rangka atap
 - a. Pengaruh bahan dan sistem struktur
Pengaruh bahan dan sistem struktur
 - 1) Jika bahan dan sistem struktur dibuat rangka kayu atau rangka baja ringan atau rangka baja H-beam, maka masih perlu dibuat struktur pelat beton untuk operasional gondola

- 2) Jika bahan dan sistem struktur dibuat pelat dak beton bertulang struktur atap masih perlu lapisan water proofing dan perlu perkuatan struktur untuk operasional gondola
 - 3) Jika bahan dan sistem struktur dibuat rangka kayu atau rangka baja ringan atau rangka baja H-beam, maka perlu perhitungan terhadap gaya hisap karena angin
- b. Struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya
- Struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, adalah tipe dari struktur rangka atap (rangka batang, pelat dak), dan bahannya berupa beton, baja, baja ringan, komposit, kayu
3. Merancang struktur rangka atap
- a. Metoda perancangan struktur rangka atap (gibel, trekstang, rangka)
- Metoda perancangan struktur rangka atap, adalah cara perancangan struktur rangka atap dengan memperhitungkan kekuatan kemampuan struktur yang terbuat dari bahan-bahan tertentu, terhadap gaya-gaya yang bekerja pada rangka atap.
- b. Merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur
- Cara merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur, adalah cara perancangan dengan mempertimbangkan kondisi sekeliling, tipe, bentang, fungsi gedung, dan bahan yang digunakan.
- Beberapa contoh untuk bentuk kerangka atap dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.4. Beberapa contoh kerangka kuda-kuda

4. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap
 - a. Kekuatan struktur rangka atap

Kekuatan struktur rangka atap, adalah kemampuan dari bahan struktur rangka atap mempertahankan gaya-gaya dari luar. Untuk konstruksi rangka atap, yang dimaksud dengan gaya dalam adalah kemampuan dalam dari masing-masing batang terhadap tarik, tekan, dan tekuk. Dan ada kemungkinan melendut pada salah satu batang. Pada kasus lendutan ini, dapat terjadi batang mampu menahan lentur,

tetapi dapat melewati batas persyaratan dari lendutan. Dengan demikian perlu kecermatan dalam lendutan.

b. Stabilitas struktur rangka atap

Stabilitas struktur rangka atap, adalah kondisi struktur rangka atap terhadap elemen-elemennya maupun struktur rangka atap secara keseluruhan. Dalam arti posisi struktur rangka atap tidak terjadi perubahan posisi, penggeseran atau terlepas dari kedudukannya. Gaya hisap angin sangat besar sehingga dapat terjadi struktur rangka atap terangkat, tergeser, atau terguling.

5. Membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai hasil perhitungan

a. Metode perancangan atap

Metode perancangan atap adalah metode untuk penentuan tipe dan jenis atap, pembuatan perhitungan kekutan atap, penentuan bahan atap, sehingga akan mewujudkan kekuatan dan stabilitas atap.

b. Sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan (gibel, trekstang, rangka)

Sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan, adalah sketsa atap sesuai dengan hasil perancangan yang telah dibuat. Sketsa hasil perancangan, untuk bagian-bagian yang penting dibuat dengan sekala yang besar, minimal 1 : 20. Bahan, dimensi, ukuran jarak, harus jelas tercantum dalam sketsa

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail struktur atap

1. Menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan

Cara menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan.

a. Meneliti rencana penggunaan gedung

b. Meneliti rencana penggunaan gedung

- c. Meneliti kondisi lingkungan
 - d. Mencari data kecepatan angin
 - e. Mencari data posisi gedung pada daerah zona gempa atau tidak
 - f. Menentukan kombinasi gaya-gaya yang paling kritis
 - g. Menghitung gaya-gaya batang yang terjadi
2. Mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya
- Langkah-langkah untuk mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.
- a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Menentukan gaya-gaya yang akan diterapkan termasuk menentukan gaya gempa
 - c. Menentukan gaya angin, terutama gaya hisap
 - d. Meneliti kondisi sekeliling
 - e. Menentukan jenis dan tipe struktur atap
 - f. Menentukan bahan struktur atap
 - g. Menentukan alat sambung pada struktur atap
 - h. Mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya
3. Merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar
- langkah-langkah merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar, adalah
- a. menentukan jenis bahan dan tipe struktur berdasar data-data
 - b. Menghitung gaya-gaya vertikal dari luar
 - c. Menentukan gaya angin
 - d. Menghitung gaya gempa
 - e. Menghitung kombinasi gaya-gaya yang paling kritis
 - f. Menghitung gaya-gaya batang

- g. Memeriksa batang-batang sesuai dengan gaya-gaya batang dengan mempertimbangkan tarik, tekan, dan tekuk
- 4. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar
 - a. Langkah-langkah untuk memeriksa kekuatan struktur rangka atap sesuai dengan standar.
 - 1) Meneliti bahan struktur rangka atap
 - 2) Meneliti modulus elastisitas bahan struktur rangka atap
 - 3) Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada struktur rangka atap
 - 4) Menghitung kemampuan gaya dalam
 - 5) Menghitung pengaruh gaya-gaya dari luar
 - b. Langkah-langkah untuk memeriksa stabilitas struktur rangka atap sesuai dengan standar
 - 1) Mencari lendutan ijin struktur rangka atap, baik elemen-elemennya maupun secara keseluruhan
 - 2) Meneliti ikatannya dari struktur rangka atap terhadap struktur gedung
 - 3) Menghitung lendutan yang terjadi pada struktur rangka atap, baik elemen-elemennya maupun secara keseluruhan
 - 4) Menghitung kekuatan ikatannya dari struktur rangka atap terhadap struktur gedung
- 5. Membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan
 - Langkah-langkah untuk membuat sketsa hasil perancangan atap sesuai dengan hasil perhitungan.
 - a. Meneliti tipe atap yang direncanakan
 - b. Meneliti bahan atap yang direncanakan
 - c. Meneliti dimensi atap
 - d. Meneliti dimensi masing-masing bahan dari atap yang direncanakan
 - e. Meneliti alat sambung dari masing-masing titik buhul atap yang direncanakan
 - f. Membuat sketsa dari atap yang direncanakan

C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan detail struktur atap

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur, mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, merancang struktur rangka atap berdasarkan bahan yang digunakan, memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap, membuat sketsa hasil perancangan atap
2. Taat azas dalam menaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB VII

MEMBUAT MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL PELAT LANTAI

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai

a. Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah salah satu bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku,

Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan betonyang didapat dari

1) Hasil mesin stone crusher

Material koral dari hasil mesin stone crusher, dengan bentuk bersegi-segi lebih baik dari pada hasil penambangan dari kali. Hasil penambangan dari kali berbentuk bulat. Hasil penambangan dari kali kadang-kadang masih terselimuti dengan lumpu padat, bahkan dapat juga terselimuti dengan lumut. Hal ini tidak akan terjadi lekatan dengan zat pengikt semen .

2) Penambangan

Penambangan dapat diambil dari batu gunung atau batu dari kali. Batu yang baik keras biasanya batu basalt, dan granit, berwarna abu-abu dengan bintik-bintik putih.

3) Pecah batu manual

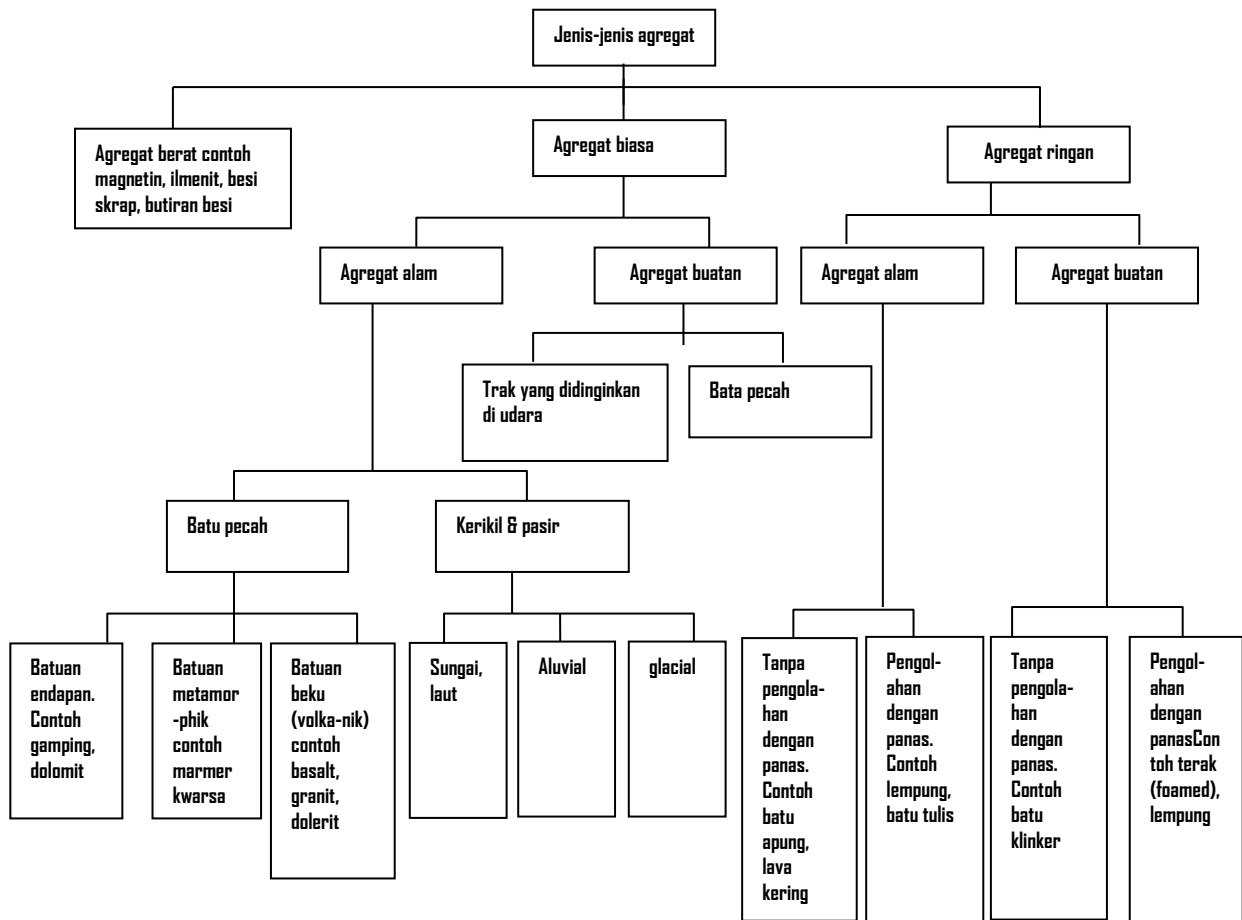
Pecah batu manual kurang tepat dipakai untuk produksi beton mutu tinggi. Karena banyak tercampur dengan bahan batu yang tidak keras.

4) Mutu material koral

Pada umumnya koral atau agregat kasar adalah batuan dengan besar butir 5 mm atau lebih. Agregat kasar harus keras dengan dibuktikan dengan uji laboratorium dan tidak berpori dalam batas-batas tertentu.

Bentuk dari agregat kasar yang pipih tidak melampaui 20% dari berat seluruhnya. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Pembuktian dengan melalui laboratorium. Lumpur adalah bagian-bagian yang lewat dari ayakan 0,063. Jika agregat kasar terlalu banyak mengandung lumpur harus dicuci. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam besarnya, sedemikian nantinya dengan kombinasi dengan agregat halus dapat membentuk agregat dengan gradasi yang baik (*well graded aggregate*). Besar dari butiran agregat kasar tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan, $\frac{1}{3}$ tebal pelat beton, atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum antara batang-batang tulangan besi beton. Untuk itu dipersyaratkan juga dalam SNI, jarak bersih besi beton adalah 2,5 cm. Dengan demikian diharapkan tidak akan terjadi sarang-sarang kerikil atau keropos beton.

5) Jenis jenis agregat (gambar 3.5)



Sumber dari: *Y.Gunawan dan Yulizar Yacob*, Penuntun Praktis Praktikum Pada Laboratorium Teknik Sipil

Gambar 3.5. jenis-jenis agregat

- b. Material pasir (agregat halus) sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah salah satu bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari

- 1) Hasil mesin *stone crusher*

Dari mesin *stone crusher* agregat masuk ke mesin saringan dan sekaligus pencucian, yang dapat menghasilkan agregat kasar dan agregat halus yang sudah bersih dari lumpur.

2) Penambangan

Penambangan dapat diambil dari batu gunung atau batu dari kali. Batu yang baik keras biasanya batu basalt, dan granit, berwarna abu-abu dengan bintik-bintik putih.

3) Mutu material agregat halus

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 2% berat
- b) Sisa diatas ayakan 1 mm minimum 10% berat
- c) Sisa diatas ayakan 0,25 mm berkisar antara 80% sampai 95% berat

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Hal ini harus dibuktikan melalui uji laboratorium. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik dengan melalui uji laboratorium atau dengan menggunakan larutan NaOH, dengan membandingkan warna kecoklatan. Pasir laut tidak diperkenankan untuk campuran beton.

c. Semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton

Material semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton, adalah bahan pengikat pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Beberapa yang perlu untuk perencanaan adalah

1) Berapa lama waktu pengikatan awal (*setting time*)

Perencana perlu mengetahui waktu pengikatan awal (*setting time*), karena harus disesuaikan antara waktu pengikatan awal dengan berapa lama *agitor truck* mencapai lokasi rencana bangunan gedung dari mulai pengadukan di *batching plant*. Kalau *agitor truck* sampai di lokasi dan sudah melewati waktu pengikatan awal maka beton harus di *reject* (tolak) tidak boleh untuk pengecoran

2) Berat jenis semen

Untuk pembuatan rencana campuran perlu mengetahui berat jenis semen.

d. Material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari

- 1) Air tanah atau air sumur
- 2) Air dari sungai
- 3) Air PAM

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, material organik, dan bahan-bahan lain yang merusak beton misalnya yang mengandung sulfat. Untuk itu air untuk pembuatan dan perawatan beton adalah air yang dapat diminum manusia. Untuk maksud tersebut jika ada keraguan harus di selidiki lewat laboratorium. Jika karena sesuatu hal contoh air tidak dapat diperiksa di laboratorium, maka perlu diproses sebagai berikut ini,

- 1) Dibuat perbandingan kuat tekan antara
 - a) Campuran semen + pasir + air yang diragukan
 - b) Campuran semen + pasir + air suling
- 2) Bila kuat tekan antara (campuran semen + pasir + air yang diragukan) : (Campuran semen + pasir + air suling) pada umur 7 hari dan 28 hari paling sedikit mencapai 90%, maka air tersebut dapat dipakai.

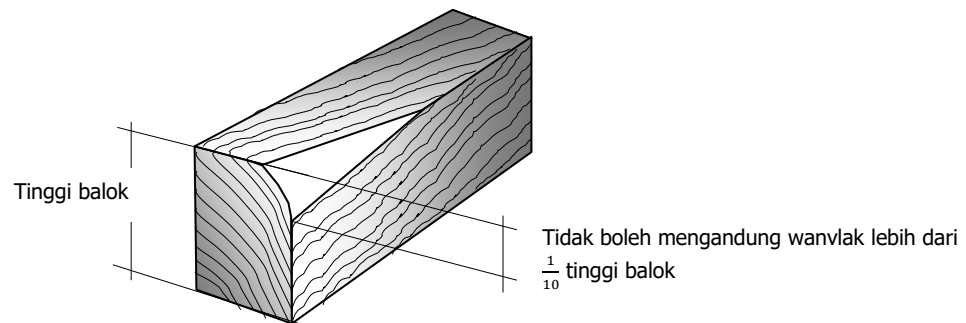
e. Material kayu sebagai bahan untuk pembuatan pelat lantai

Material kayu sebagai bahan untuk pembuatan pelat lantai, adalah kayu dengan minimal kelas kuat kayu 2, yang sudah dikeringkan.

Persyaratan pemakaian kayu untuk konstruksi adalah

- 1) Kayu kelas kuat 2
 - a) Tegangan lentur ijin minimal 100 kg/cm²

- b) Tegangan tekan yang diijinkan sejajar serat dan tegangan tarik yang diijinkan sejajar serat minimal 85 kg/cm²
 - c) Tegangan tekan yang diijinkan tegak lurus serat minimal 85 kg/cm²
 - d) Tegangan geser yang diijinkan sejajar serat minimal 12 kg/cm²
- 2) Mutu kayu harus mutu A
- a) Kayu harus kering udara
 - b) Besar mata kayu tidak lebih dari $\frac{1}{6}$ dari lebar balok dan juga tidak boleh lebih dari 3,5 cm.
 - c) Balok tidak boleh mengandung wanvlak lebih dari $\frac{1}{10}$ tinggi balok



f. Metoda perancangan pelat lantai (grid, slab, balok anak)

Metoda perancangan pelat lantai, adalah cara perancangan untuk menentukan dimensi pelat sesuai bahan yang akan dipakai yang mana pelat akan disangga dengan jepit, bebas atau menerus, sedemikian sehingga memenuhi syarat tegangan-tegangan yang terjadi dan memenuhi syarat lendutan yang terjadi.

Saat sekarang dengan kemajuan teknologi, kuat tekan beton semakin tinggi dan kuat tarik besi juga semakin tinggi. Dalam kondisi semacam itu akan membuat dimensi balok maupun pelat akan menjadi lebih kecil. Tetapi dengan menjadi kecilnya dimensi, maka akan menjadi besarnya lendutan. Untuk itu dalam perancangan balok maupun pelat tetap harus menghitung lendutan yang terjadi, walaupun tegangan lentur yang terjadi sudah memenuhi syarat lebih kecil dari tegangan lentur ijin, tetap harus meneliti lendutan yang terjadi tidak boleh melebihi persyaratan

lendutan. Oleh karena itu SNI telah mensyaratkan minimum ketebalan pelat dan tinggi balok.

g. Data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan

Data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan, adalah

1) Data-data beban yang direncanakan akan diterapkan kepada pelat lantai sesuai kebutuhan,

Dalam menerapkan gaya-gaya karena beban ini, perancang harus menghitung yang sebenarnya, karena dalam SNI adalah beban minimum. Sebagai contoh beban

- a) Alat berat untuk operasional,
- b) Beban-beban khusus untuk operasional
- c) Beban tangki pada pelat dak diatas
- d) Beban landasan hellycopter pada pelat dak diatas

2) Data-data kemampuan dalam kuat tekan ijin, kuat tarik ijin, kuat lentur ijin, kuat geser ijin,

Data-data ini harus diambil dari ketentuan standar yang berlaku atau SNI yang terbaru

3) Data minimal ketebalan pelat

4) Data lendutan ijin baik dari kayu, baja, beton

5) Mengacu SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain

6) Mengacu SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Banunan Gedung

7) Mengacu SNI 7973 :2013 Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu

8) Mengacu SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

2. Menentukan mutu bahan pelat lantai

a. Struktur pelat lantai sesuai dengan Standar

Struktur pelat lantai sesuai dengan Standar, adalah struktur dari pelat lantai yang sudah memenuhi syarat keandalan dan syarat kestabilan

Syarat keandalan adalah

- 1) Perhitungan beban yang diterapkan selain beban sesuai fungsi gedung juga sudah harus diperhitungkan beban tambahan untuk operasional
- 2) Kemampuan dalam setelah dikalikan dengan faktor keamanan yang wajar lebih besar atau sama dengan akibat gaya-gaya dari luar
- 3) Ketebalan pelat beton sesuai ketentuan yang berlaku atau SNI yang terbaru
- 4) Ketebalan selimut beton sesuai peruntukan gedung dan sesuai ketentuan yang berlaku atau SNI yang terbaru

Syarat kestabilan

- 1) Lendutan sesuai dengan ketentuan yang berlaku atau SNI yang terbaru
- 2) Ketebalan pelat sesuai dengan ketentuan yang berlaku atau SNI yang terbaru
- 3) Tidak menunjukkan retak-retak akibat muatan sesuai rencana

b. Bahan pelat lantai yang dapat dipakai

Bahan pelat lantai yang dapat dipakai adalah,

- 1) Beton
 - a) Cor insitu
 - b) *Precast concrete*
- 2) Komposit
- 3) Baja H-*beam*
- 4) Kayu

c. *Mix design* (rencana campuran beton)

Mix design (rencana campuran beton), adalah rencana pembuatan campuran semen, pasir, koral, dan air, dan additive sedemikian sehingga menghasilkan slump, dan kuat tekan sesuai dengan ketentuan.

Dalam pembuatan rencana campuran beton harus memperhatikan beberapa hal, diantaranya

1) Kuat tekan beton yang direncanakan

Kuat tekan beton adalah tegangan tekan maksimum (f'_c) dengan satuan N/mm² atau MPa (mega pascal). Kuat tekan beton 28 hari lebih kurang 10 – 65 Mpa bahkan sekarang sudah bisa lebih. Untuk beton bertulang biasa menggunakan beton dengan kuat tekan 17 – 30 MPa, sedangkan untuk beton prategang 30 – 50 MPa.

Nilai (f'_c) adalah dengan menggunakan cara standar, yaitu dengan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan umur 28 hari. Tegangan (f'_c) bukan tegangan yang terjadi pada saat benda uji silinder hancur, tetapi pada saat regangan beton benda uji mencapai regangan 0,003.

Untuk kebutuhan tertentu ada bahan tambah (*admixture*) untuk mempertinggi dan mempercepat kuat tekan beton. Sebagai contoh untuk pelaksanaan struktural beton bangunan gedung, dituntut waktu penyelesaian tiga atau empat hari setiap lantai. Hal ini perlu ada bahan tambah beton untuk mempercepat agar tegangan tekan beton (f'_c) dapat segera mencapai tegangan tekan beton untuk 28 hari. Bahkan untuk mempercepat struktur bangunan gedung, *scaffolding* masih dalam keadaan terpasang sudah dimulai untuk pengecoran beton pada lantai atas berikutnya.

2) Rencana campuran beton

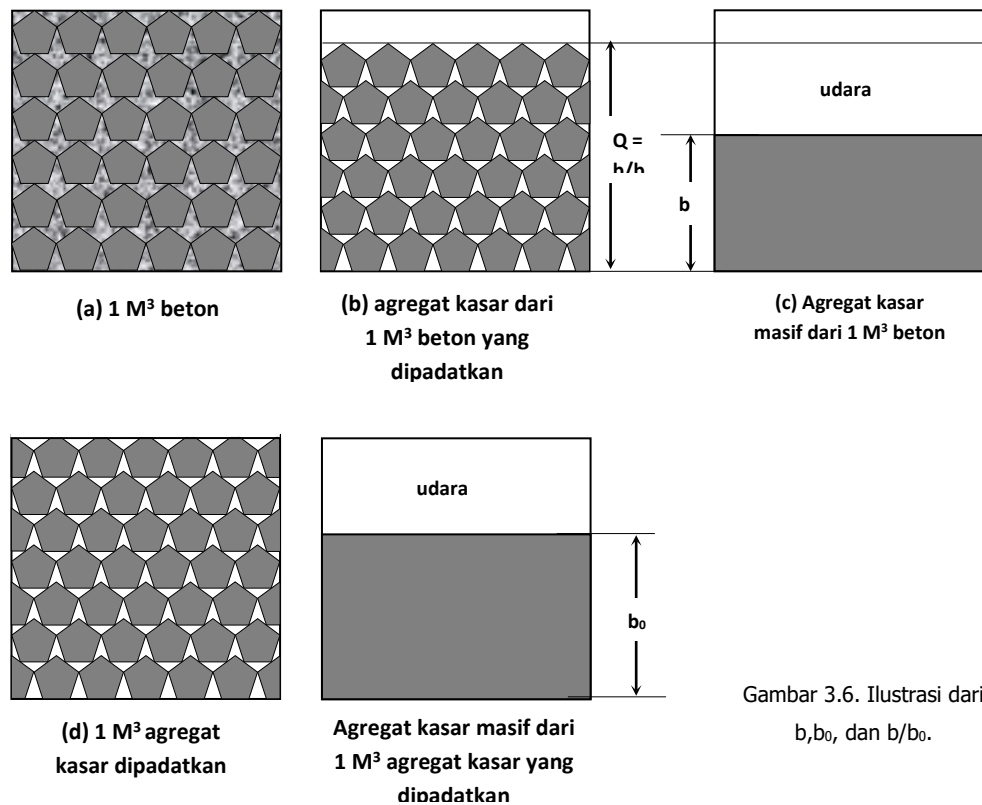
Salah satu contoh pembuatan rencana campuran beton adalah Konsep rencana campuran ini yang telah diberikan oleh Goldbeck dan Gray, dalam buku *High Way Materials* oleh Robert D. Krebs dan

Richard D. Walker, yang dinamakan aggregate void concept. Disini perlu ada beberapa pengertian diantaranya adalah b , b_0 , dan b/b_0 .

b adalah solid volume (volume masif = volume pejal) dari agregat kasar dalam satuan volume dari beton.

b_0 adalah solid volume (volume masif = volume pejal) dari agregat kasar dalam satuan volume dari agregat kasar kering yang telah dipadatkan (dry-rodded coarse aggregate)

b/b_0 adalah volume dari agregat kasar kering yang telah dipadatkan dalam satuan volume dari beton.



Gambar 3.6. Ilustrasi dari b, b_0 , dan b/b_0 .

Untuk memahami pengertian ini, kita membayangkan ada 1 M³ beton, kemudian dari 1 M³ beton tersebut kita pisahkan khusus agregat kasarnya saja, dan dipadatkan dengan prosedur standar, dan volume ini kita sebut Q M³ (gambar 3.6.b). Seandainya Q M³ agregat kasar tersebut dapat meleleh (seperti lilin yang dipanaskan) maka akan menjadi benda masif/pejal/solid dengan volume b M³

(gambar 3.6.c). Kita bayangkan lagi 1 M³ agregat kasar (berat satuan) yang dipadatkan (gambar 3.6.d), dan kita lelehkan sehingga volume menjadi b₀ M³. Karena jenis agregatnya sama maka menyusutnya volume dari agregat padat biasa menjadi volume masif adalah dengan perbandingan yang sama, yaitu

$$\frac{QM^3}{bM^3} = \frac{1M^3}{b_0M^3} \text{ atau } Q = \frac{b}{b_0}$$

Untuk mendapatkan nilai $\frac{b}{b_0}$, pada tabel 1, yaitu volume dari agregat kasar yang dipadatkan per unit volume dari beton, dengan gradasi yang berlain-lainan, dan juga untuk gradasi pasir yang berlain-lainan yang dinyatakan dengan modulus kehalusan. Modulus kehalusan (Fineness Modulus = FM) adalah index kekasaran atau kehalusan dari material, yang secara matematik dengan menjumlahkan prosentase kumulatif dari material yang tertahan pada setiap ukuran saringan, dan dibagi dengan 100. Jadi semakin besar angkanya berarti semakin kasar dan sebaliknya.

Tabel 1. Volume agregat kasar yang dipadatkan per unit volume dari beton

Saringan agregat kasar	Pasir halus		Pasir sedang			Pasir kasar		
	Modulus kehalusan dari pasir							
	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10
	$Q = \frac{b}{b_0}$							
No.4 – ½"	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
No.4 – ¾"	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
No.4 – 1"	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64
No.4 – 1 ½"	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
No.4 – 2"	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71
No.4 – 2 ½"	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73

Sumber dari Robert D.Krebs / Richard D. Walker, *Highway Materials*, McGraw Hill

Dalam pembuatan adukan beton perlu mempertimbangkan workability atau sifat kemudahan untuk dikerjakan dari adukan beton tersebut, yaitu dengan menambahkan admixture atau bahan tambah. Bahan tambah yang dapat membuat adukan beton lebih bersifat plastis, mudah dipadatkan, dan menghindari segregasi, yaitu air-entraining-agent, berupa bahan tambah pada adukan beton yang menahan gelembung-gelembung udara kecil didalam beton.

Tabel 2. Kebutuhan Semen dan air yang diperlukan dalam 1 m3 beton struktur tanpa bahan tambah air-entraining agent

Ukuran agregat	Inch	No.4 - ½"		No.4 - ¾"		No.4 - 1"		No.4 - 1 ½"		No.4 - 2"		No.4 - 2 ½"	
	MM	4,76 - 12,70		4,76 - 19,05		4,76 - 25,40		4,76 - 38,10		4,76 - 50,80		4,76 - 63,50	
Slump	Inch	3"	6"	3"	6"	3"	6"	3"	6"	3"	6"	3"	6"
	MM	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24
Air, liter per M ³ beton	Agregat kasar bentuk bersegi	207,95	217,85	198,05	207,95	188,14	198,05	178,24	188,14	173,28	183,19	168,34	178,24
	Agregat kasar bentuk bulat	188,14	198,05	178,24	188,14	168,34	178,24	158,44	168,34	153,48	163,39	148,53	158,44
Kuat desak 28 hari, / KG/CM ²		Berat semen per M3 beton / KG											
140,620		256,53	267,69	245,38	256,53	234,22	245,38	223,07	234,22	217,49	223,07	211,92	217,49
175,775		278,84	289,99	267,69	278,84	250,95	267,69	234,22	250,95	228,65	239,80	223,07	234,22
210,93		301,15	317,88	289,99	301,15	273,26	289,99	256,53	273,26	245,38	262,11	239,80	256,53
246,085		329,03	351,34	312,30	329,03	295,57	312,30	278,84	295,57	273,26	289,99	267,69	278,84
281,240		362,49	384,80	345,76	362,49	323,45	345,76	306,72	323,45	301,15	317,88	289,99	306,72
316,395		401,53	418,26	379,22	395,95	356,91	379,22	340,18	356,91	329,03	351,34	317,88	340,18
351,550		451,72	474,03	429,41	451,72	407,10	429,41	384,80	407,10	373,64	395,95	362,49	384,80
Perkiraan kandungan udara / %		2,5 %		2,0 %		1,5 %		1 %		1 %		1 %	

Sumber dari Robert D.Krebs / Richard D. Walker, *Highway Materials*, McGraw Hill

Contoh kasus :

- Diminta beton (non-air-entraining structural concrete) dengan kuat desak pada 28 hari sebesar 300 KG/CM².
- Diminta slump 15 CM.
- Agregat kasar yang dipakai berupa
 - Ukuran No. 4 – ½ "
 - Batu berupa crushed stone (angular coarse aggregate – bentuk bersegi-segi)
 - Specific gravity 2,70
 - Berat agregat dalam 1 M³ (berat satuan) = 1540 KG.
- Agregat halus yang dipakai berupa
 - Modulud kehalusan 2,40
 - Specific gravity 2,50
- Semen yang dipakai
 - Specivic gravity 3,14
 - Berat per sak 50 KG

Penyelesaian.

- Agregat kasar No. 4 – ½ "
 - Specific gravity 2,70 → berat agregat masif/solid 2,70 x 1000 KG/M³ = 2700 KG/M³.
 - Berat agregat dalam 1 M³ (berat satuan) = 1540 KG
 - Volume $b_0 = \frac{1540 \text{ KG}}{2700 \text{ KG/M}^3} = 0,5704 \text{ M}^3$
- Agregat halus
 - Specific gravity 2,50 → berat agregat masif/solid 2,50 x 1000 KG/M³ = 2500 KG/M³.
- Semen
 - Specufic gravity 3,14 → berat semen masif/solid 3,14 x 1000 = 3140 KG/M³
 - berat per zak semen 50 KG → volume semen masif/solid per zak $= \frac{50}{3140} = 0,01592 \text{ M}^3$.

➤ Dengan data yang diminta

- ❖ ukuran agregat kasar No. 4 – ½ ”;
- ❖ slump 15 CM
- ❖ memakai agregat kasar crushed stone → bentuk bersegi
- ❖ kuat desak 28 hari 300 KG/M².

Kita dapat membuat pendekatan untuk mencari kebutuhan air dan semen dalam Tabel 1, sebagai berikut

- ❖ ukuran agregat kasar No. 4 – ½ ”;
- ❖ slump 15,24 CM
- ❖ memakai agregat kasar crushed stone → bentuk bersegi
- ❖ kuat desak 28 hari 316,395 KG/M².

Dari tabel 1 (beton struktur tanpa bahan tambah air-entraining agent), didapat kebutuhan untuk 1M³ beton, air = 217,85 liter; semen = 418,26 KG.

Perhitungan proporsi campuran untuk 1M³ beton

- Dengan menggunakan ukuran agregat kasar no. 4 – ½ ” dan agregat halus dengan modulus kehalusan 2,40, dari Tabel 25 didapat b/b₀ = 0,59.
- Jadi volume masif/solid dari agregat kasar (b) = 0,59 x 0,5704 M³ = 0,3365 M³.
- Berat masif/solid dari agregat kasar yang diperlukan = 0,3365 x 2700 KG = 908,55 KG.
- Air yang diperlukan = 217,85 liter

Bahan Beton	Volume masif untuk 1 M ³ beton / M ³	Berat untuk 1 M ³ beton / KG
Semen	418,26 : 3140 = 0,133204 M ³	418,2600 KG
Agregat kasar	0,336500 M ³	908,5500 KG
Air	217,85 : 1000 = 0,217850 M ³	217,8500 KG
Udara (tabel 26)	2,5% = 0,025000 M ³	0 KG
Jumlah	= 0,712554 M ³	
Agregat halus	(1 – 0,712554) = 0,287446 M ³	0,287446 x 2500 = 718,6150 KG

3) *Workability* (kemudahan beton untuk dikerjakan)

Workability adalah kemudahan beton untuk dikerjakan. Jadi dalam membuat rencana campuran beton tidak hanya mendapatkan tegangan tekan dapat terpenuhi, tetapi harus memikirkan masalah kemudahan beton untuk dikerjakan. Hal ini akan berhubungan dengan tinggi *slump* dari beton, karena semakin tinggi *slump* akan semakin mudah dikerjakan. Tetapi *slump* yang tinggi berarti campuran air lebih banyak, hal ini akan menurunkan tegangan beton. Dengan kemajuan teknologi kimia, saat sekarang sudah ada *admixture* atau bahan tambah, namanya *super plasticizer* dimana campuran beton tidak perlu menambah air, tetapi sudah sangat encer atau *slump* jadi tinggi, dengan demikian akan mudah dikerjakan, dengan tegangan tekan beton tidak berkurang.

4) *Setting time* (waktu pengikatan awal)

Sebagai perencana harus tahu perkiraan waktu dari *agitator truck* untuk mencapai lokasi pengecoran, yaitu dimulainya campuran beton pada *batching plants* sampai dengan beton diproses sampai jadi dalam cetakan di lokasi gedung. Perkiraan waktu disini sudah termasuk kemacetan jalan pada siang hari. Waktu pengikatan awal dari semen, yang biasanya sekitar 1 ½ jam dapat diundur sesuai kebutuhan dengan menggunakan bahan tambah *retarder*. Untuk pelaksanaan yang sangat besar, lebih efisien dan efektif, jika diadakan *batching plant* sendiri yang kecil cukup untuk kebutuhan kecepatan pengecoran.

5) Mutu bahan dasar beton

Mutu bahan dasar beton harus dengan mutu yang baik, yang dibuktikan dengan cara laboratorium. Bahan dasar beton terdiri dari

- semen
- Agregat kasar
- Agregat halus
- Air

- Bahan tambah (*admixture*)

Kesemuanya sudah dibahas diatas dalam su-sub-bab Penyiapan Data Pendukung Untuk Membuat Perancangan Pelat Lantai

d. Mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar

Mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar adalah diukur dari

a) Tingkatan "kemampuan dalam" pelat lantai

- Mampu menahan lentur
- Mampu menahan tekan
- Mampu menahan tarik
- Mampu menahan geser
- Mampu menahan puntir
- Mampu menahan tekuk

b) Kestabilan pelat lantai

- Mampu menerima gaya sesuai rencana dengan lendutan sesuai ketentuan yang berlaku
- Tidak terjadi *deformasi*
- Tidak ada keretakan yang timbul

c) Keandalan sesuai fungsi gedung

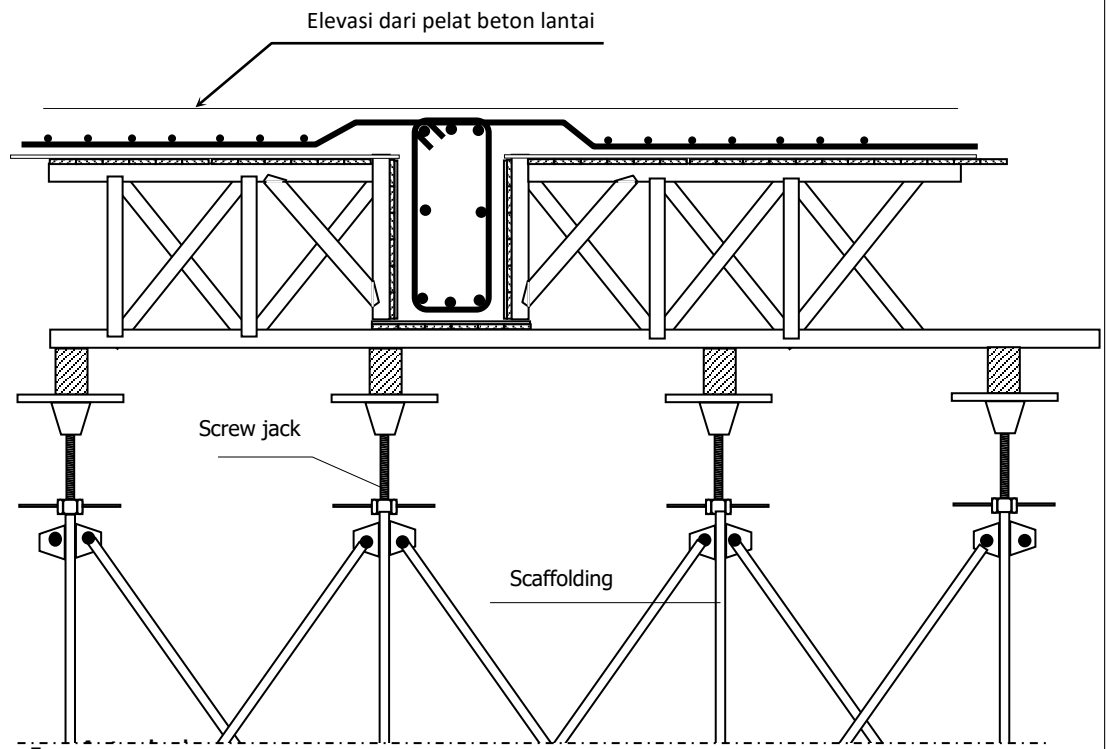
- Tebal selimut beton sesuai fungsi bangunan gedung. Sebagai contoh gedung yang rentan terhadap kebakaran, maka tebal selimut beton harus sesuai ketentuan, dengan waktu yang cukup agar penghuni terevakuasi, sebelum besi meleleh dan pelat lantai roboh.
- Tebal selimut beton yang selalu berhubungan dengan air
- Lapisan lantai sesuai ketentuan karena selalu berhubungan dengan zat-zat kimia yang dapat merusak beton. Hal ini terjadi jika pada salah satu lantai gedung digunakan sebagai laboratorium.

d) Cara pelaksanaan yang baik

- Pembuatan cetakan beton (bekisting)

Cetakan beton harus kuat dan tidak bocor, yang mengakibatkan keropos. Kebocoran berarti mengeluarkan air semen, sehingga pada

bagian tersebut tinggal agregat kasar dan agregat halus, tanpa zat pengikat semen, yang biasa disebut beton keropos (*honey comb*) Untuk memudahkan bongkaran cetakan beton, sebelum pengecoran beton harus dilapis dengan minyak bekisting khusus (*shuttering oil*). Tidak diperkenankan menggunakan oli.



Gambar 3.7. Cetakan beton dan perancah / scaffolding,
pada pengecoran balok dan pelat lantai

- Cara pelaksanaan pengecoran beton
 - ❖ Harus terhindar dari air hujan atau air lainnya. Waktu pengecoran beton jika terjadi hujan harus ditutup dengan plastik atau pekerjaan dihentikan.
 - ❖ Pengecoran beton tidak boleh terjadi segregasi. Beberapa hal yang dapat mengakibatkan segregasi adalah:
 - ✓ Selama pengangkutan beton dengan *agitator truck* harus selalu diputar agar tidak terjadi segregasi.

- ✓ Pengecoran beton tidak boleh dijatuhkan lebih dari 1,5m yang akan berakibat segregasi.
- ✓ Pengecoran dengan talang tidak boleh terlalu panjang. Lebih 2 m akan berakibat segregasi
- ✓ Pengecoran yang sangat dalam atau pengecoran *bored pile* harus menggunakan pipa tremie
- ✓ Pemadatan beton dengan jarum penggetar terbatas sampai pada permukaan keluar susu semen yang mengkilat. Selebihnya akan mengakibatkan segregasi
- ❖ Pengecoran beton baru yang akan diletakkan disamping atau diatas adukan beton sebelumnya, adukan beton sebelumnya harus masih dalam keadaan belum beku.
- ❖ Beton yang sudah bersifat beku, tidak diperbolehkan diganggu. Diganggu disini adalah misalnya digetarkan dengan concrete vibrator, dibongkar untuk ditutup kembali, besi beton perpanjangannya tidak boleh terkena concrete vibrator. Jika beton yang sudah bersifat beku terganggu maka harus dibongkar dan dibuang.
- Cara pemadatan
Setelah beton diletakkan kedalam cetakan, harus segera dipadatkan dengan *concrete vibrator* atau jarum penggetar. Sampai selesai pemadatan beton ini, harus belum sampai selesainya waktu pengikatan permulaan dari semen. Catatan: waktu pengikatan permulaan adalah jangka waktu dari mulainya pengukuran pasta semen pada konsistensi normal sampai pasta kehilangan sebagian sifat plastis (menjadi beku). Concrete vibrator ditancapkan kedalam beton sampai kira-kira lapisan susu semen mulai timbul pada permukaan. Pemadatan dengan concrete vibrator tidak boleh sampai terkena beton yang sudah dicor sebelumnya yang sudah bersifat beku, juga dihindari agar tidak menggetarkan langsung terkena besi beton, maupun cetakan beton. Diusahakan agar concrete vibrator berjarak sampai 5 CM saja dari

cetakan beton dan beton terdahulu yang sudah dicor dan sudah bersifat beku. Jika *concrete vibrator* terkena cetakan beton atau besi beton, getaran akan diteruskan ke tempat dimana beton terdahulu yang sudah bersifat beku, sehingga getaran pada besi beton akan melepaskan ikatannya antara besi beton dengan beton, demikian pula halnya jika terjadi pada papan cetakan, beton yang sudah bersifat beku akan menjadi rusak karena pengaruh getaran. Concrete vibrator harus dimasukkan secara vertical atau jika terpaksa dengan posisi miring maksimal 45° dan tidak boleh digerakkan dengan arah horizontal, karena akan mengakibatkan segregasi. Jarak antara pemasukan concrete vibrator dibuat sedemikian sehingga akan saling menutup daerah pemadatannya. Daerah pemadatan ini tampak pada lingkaran susu semen yang timbul dipermukaan. Lama pemadatan dengan concrete vibrator lebih kurang 30 detik. Jika pemadatan diteruskan sampai terlalu lama akan terjadi segregasi, yaitu secara berturut-turut berkumpulnya agregat kasar bersama-sama turun kebagian bawah, kemudian diikuti terkumpulnya agregat yang halus. Setelah selesai pemadatan, concrete vibrator ditarik dengan kecepatan sedemikian rupa, sehingga lubang bekas concrete vibrator dapat tertutup kembali, dan tidak membuat lubang.

- Cara *curing* (perawatan) beton

Beton setelah selesai dipadatkan dan dirapihkan, perlu melalui tahap perawatan. Beton sewaktu masih dalam keadaan cair akan segera kehilangan air yang dikandungnya, baik melalui penguapan dan sebagian lagi dapat melalui dinding cetakan yang bocor, hal ini akan menjadikan beton mengalami penyusutan. Kemudian diikuti lagi penyusutan karena sewaktu mengalami proses reaksi kimia beton menjadi panas, dan kemudian menjadi dingin. Dengan demikian perlu dijaga agar penguapan tidak perlu terlalu cepat. Dengan penguapan yang terlalu cepat atau berarti penyusutan yang terlalu cepat pada bagian permukaan, ini akan mengakibatkan bagian permukaan

mengalami tegangan tarik yang melebihi kemampuan beton yang masih muda, sehingga terjadilah retak-retak. Retak ini sering terjadi sewaktu beton masih plastis sampai mulai mengeras pada perkiraan 1 sampai 2 jam setelah selesai pemadatan. Untuk mengatasi selama ini dengan selalu dibasahi pada permukaan atau dengan menutupi permukaan dengan cara tertentu dalam waktu lebih dari enam hari sehingga mengurangi kecepatan penguapan.

Tujuan dari curing/perawatan beton ini adalah agar beton dapat mencapai tegangan maximum serta sifat-sifat lain yang diinginkan. Untuk itu perlu beberapa tindakan berupa, cetakan beton sementara tetap pada posisinya, dibuat permukaan tetap basah untuk beton lantai, menutup permukaan dengan liquid curing compound yang akan membentuk lapisan kedap air sehingga menahan hilangnya air. Curing compound ini dilaksanakan dengan dikuaskan pada permukaan atau dengan disemprotkan pada permukaan.

e) Memberikan faktor keamanan yang cukup

Perencana harus selalu menerapkan faktor keamanan yang wajar dan sesuai pengalamannya dalam perhitungan struktur, sehingga dapat mengatasi gaya-gaya yang timbul diluar dugaan.

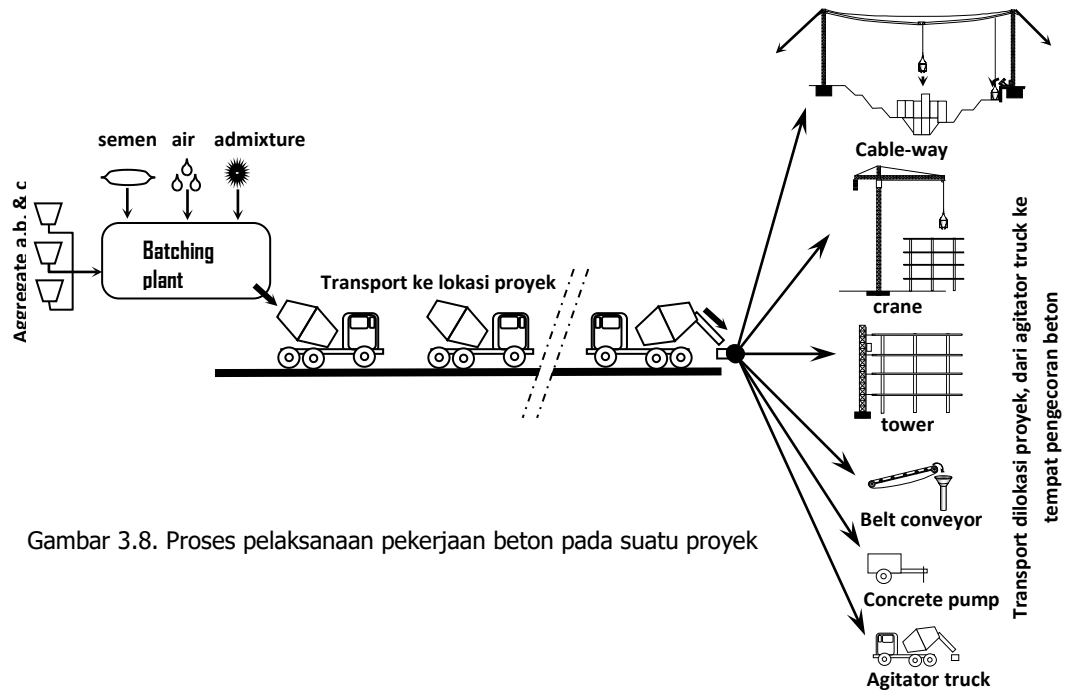
3. Mendesain tebal pelat lantai

a. Bahan beton

Bahan beton harus memenuhi persyaratan dalam peraturan atau standar yang berlaku

Pada dasarnya beton adalah berupa bahan campuran dari semen, aggregate, dan air dengan perbandingan berat tertentu yang telah diaduk secara sempurna. Aggregate itu sendiri juga harus mengikuti perbandingan berat dari masing-masing gradasi sehingga didapat gradasi campuran aggregate yang baik (*well graded*). Untuk tujuan tertentu kadang-kadang campuran beton perlu ditambahkan admixtures, misalnya untuk meningkatkan *workability*, membuat cepat mengeras, menunda setting time dari beton, mempercepat setting time dari beton

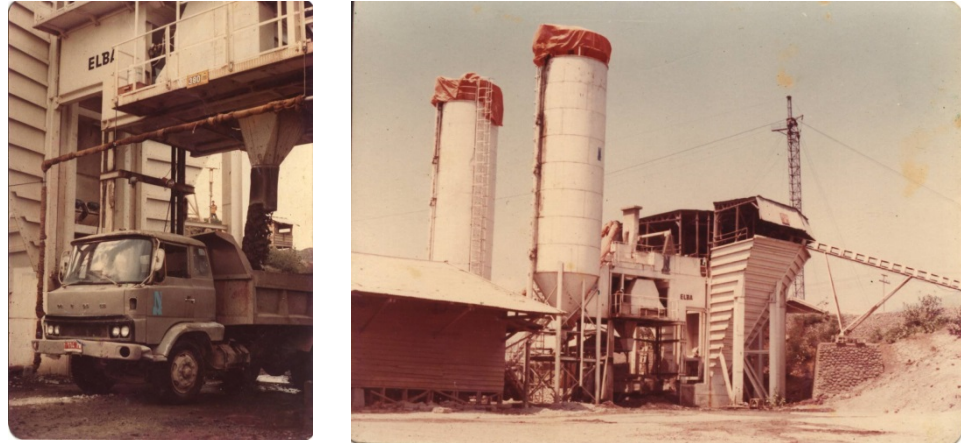
menambah kuat tekan beton, tahan terhadap sulfat dan lain sebagainya. Secara umum proses kegiatan pembetonan seperti digambarkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Proses pelaksanaan pekerjaan beton pada suatu proyek

Batching plant, merupakan pabrik pembuatan beton, atau mesin pengaduk beton (gambar 3.9). Didalam mesin ini mempunyai alat timbangan secara *computerize* maupun secara manual, sehingga semua material beton dapat ditakar dengan timbangan berat secara tepat sesuai *mix design* yang sudah diuji coba. Termasuk adalah alat untuk mengetahui kandungan air yang terdapat didalam agregat, sehingga timbangan air yang sesuai *mix design* dapat dikurangi terhadap kandungan air didalam agregat tersebut. Batching plant ini mempunyai drum untuk pengaduk semua material beton, dengan ketentuan waktu yang yang dapat disetel; pada umumnya lama pengadukan minimal 1,5 menit setelah semua material beton masuk didalam drum pengaduk. Saat sekarang sudah banyak pengusaha yang menawarkan pembuatan

beton, sehingga untuk proyek yang dekat dengan batching plant tersebut lebih efficient menggunakan jasa pengusaha tersebut.



Gambar 3.9. Batcing plant dengan kapasitas $\pm 70 \text{ M}^3$ per jam di Proyek Dam Sampean Baru Jawa Timur. a. dilengkapi dengan dua buah silo semen. Semen dari gudang dimasukkan ke dalam silo dengan screw conveyor. Tampak sebuah dump-truck sedang diisi dengan adukan beton cair

b. Persyaratan tebal pelat lantai beton

Persyaratan tebal pelat lantai adalah persyaratan dari tebal pelat lantai beton sehingga tidak mengakibatkan lendutan melebihi dari lendutan ijin. Dalam perhitungan struktur pelat lantai "kemampuan dalam" untuk menahan lentur, geser, puntir, tekan dan tarik harus lebih besar dari akibat gaya-gaya luar. Tetapi karena mutu beton dan mutu besi semakin besar, maka akan mengakibatkan dimensi struktur menjadi kecil. Dengan dimensi yang kecil maka akan terjadi lendutan yang besar. Untuk itu maka perlu perhitungan lendutan sehingga memenuhi syarat yang diminta.

c. Tebal pelat lantai sesuai dengan Standar

Tebal pelat lantai sesuai dengan Standar, adalah tebal dari pelat lantai beton yang memenuhi persyaratan atau standar yang berlaku. Standar yang dipakai adalah SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan gedung

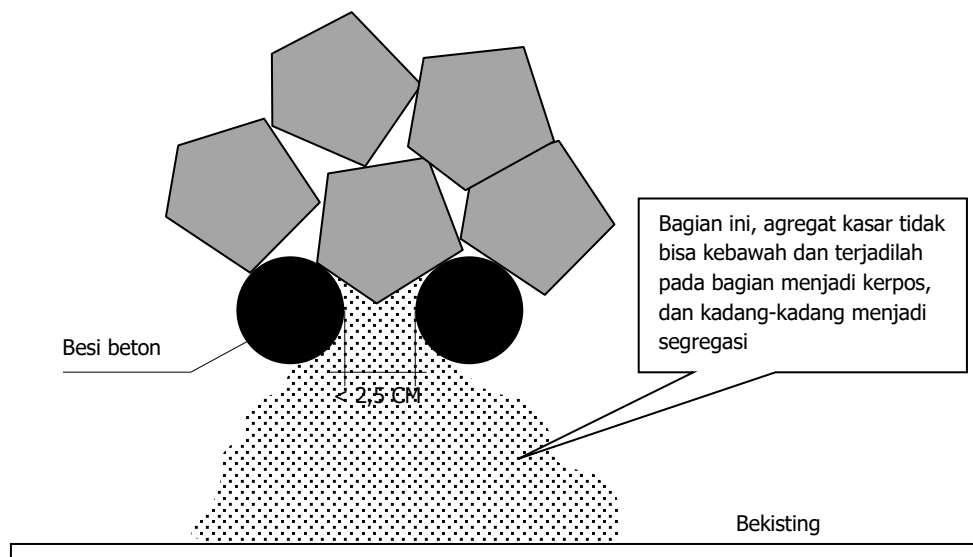
4. Menghitung penulangan pelat lantai

a. Pemasangan penulangan pelat lantai

Cara pemasangan penulangan pelat lantai adalah dengan menggunakan teknik tertentu sehingga dapat memenuhi persyaratan, diantaranya syarat, jarak bersih antara tulangan, cara pengikatan tulangan, cara pembengkokan besi beton

1) Jarak bersih antara tulangan,

Jarak bersih antara tulangan adalah dengan minimal 2,5 cm. Tetapi biasanya pembesian pada pelat sudah melebihi 2,5 cm. Efek jika sampai terjadi kurang dari 2,5 cm maka akan terjadi keropos beton dibawahnya seperti tampak gambar 3. 10.



Gambar 3.10. Efek yang terjadi bila jarak bersih < 2,5 cm

2) Cara pengikatan tulangan,

Pengikatan tulangan dengan kawat besi beton. Dengan menggunakan alat sederhana. Atau jika digunakan *wire mesh*, sudah tidak perlu diikat lagi, karena setiap persilangan besi beton sudah terikat dengan las listrik.

3) Cara pemotongan dan pembengkokan besi beton,

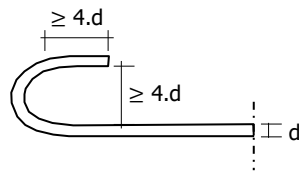
Dalam merencanakan pembesian juga agar tidak terlalu banyak ragam dan ukuran besi yang berlain-lainan, hal ini akan memberi peluang kesalahan bagi petugas di lapangan. Sebelum suatu pekerjaan bangunan / proyek dimulai, salah satu pekerjaan yang harus dikerjakan adalah merencanakan potong dan bengkok besi. Potong dan bengkok besi dibuat dalam sebuah daftar untuk setiap diameter, yang disebut Daftar Potong Dan Bengkok Besi.

Setiap jenis bentuk dari setiap diameter, dihitung panjangnya dan dihitung berapa banyaknya, maka akan diketahui sisa panjangnya, dan dari sisa panjang ini harus dipakai lagi untuk jenis bentuk lain yang pendek. Sisa terakhir adalah yang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi. Perlu diketahui bahwa panjang besi beton adalah 12 M.

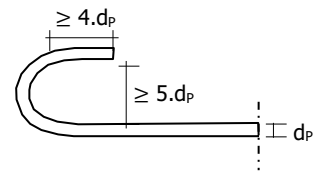
Dari daftar tersebut sudah direncanakan pemotongan yang paling efficient, sehingga sisa yang terbuang sesedikit mungkin. Pelaksana dilapangan untuk pelaksanaannya harus mengikuti daftar pemotongan dan pembengkokan besi tersebut.

Pemotongan dan pembengkokan besi biasanya dengan mesin bertenaga listrik untuk pekerjaan besar dan secara massal, tetapi kadang-kadang perlu juga adanya alat pembengkokan secara manual untuk pekerjaan yang kecil-kecil dan hanya perlu satu atau dua buah saja.

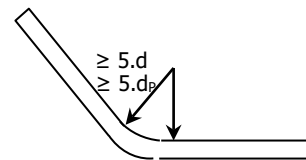
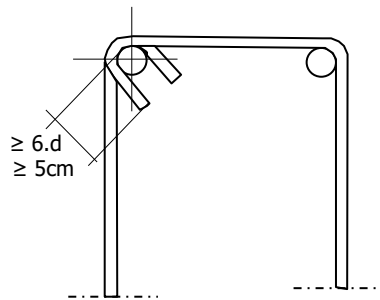
Ketentuan cara pembengkokan dapat digambarkan sebagai berikut ini,



Batang polos



Batang yang diprofilkan



Gambar 3.11. Pembengkokan tulangan

DAFTAR POTONG BENGKOK BESI¹	Keterangan			Dipotong oleh	
	Sisa tidak terpakai				
	Sisa untuk	Jml			
		Code			
	Sisa	panj			
		Jml			
	Pemakaian bahan	Dipo- tong			
		Panj			
		Juml			
		Ambil dari			
	Berat/KG				Diperiksa oleh
	Jml panj/M				
	Panj btg/M				
	Ø MM				
	Banyak btg				
	Code				Dibuat oleh:
	Bentuk dalam ukuran				
No					

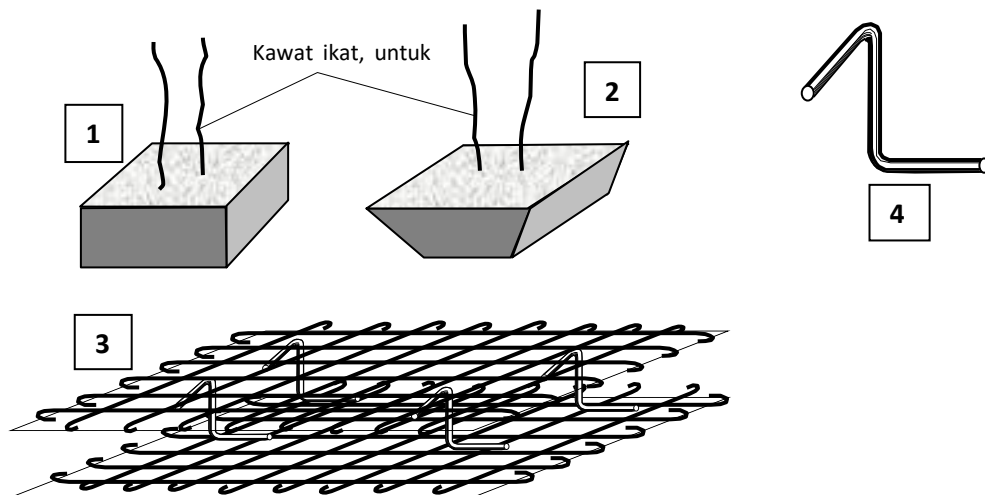
Gambar 3.11. Daftar Potong Bengkok Besi

KANTOR XXXXXXXXXXXX Jl. YYYYYYYYYX Telp. ZZZZZZ				Gambar No.: No. Pek. : DAFTAR PEMOTONGAN BESI Pekerjaan : Pertelaan : Tanggal : Daftar No. : Lemb. No.									
DIPOTONG DARI				DIPOTONG UNTUK						SISA			
Jumlah	Banyak	Ø	panjang	Banyak	Panjang	Banyak	Panjang	Banyak	Panjang	Banyak	Panjang	Banyak	Panjang
Dibuat oleh:				Diperiksa oleh:						Disetujui oleh:			

Gambar 3.13. Daftar Pemotongan Besi

4) Cara mempertahankan jarak antara lapisan atas dan lapisan bawah, Peran perencana dalam menghitung pembesian juga harus memperhitungkan jarak bersih antara besi, jangan sampai terjadi agregat kasar tertahan oleh anyaman besi beton sehingga dibawah anyaman akan keropos. Perakitan besi beton dengan mengikat dengan kawat ikat pada beberapa persilangan besi sehingga posisi

dari besi beton kuat tidak berubah jika diinjak-injak oleh pekerja. Pada beberapa bagian dari anyaman besi beton yang terlalu panjang, dan jika diinjak dapat melentur, maka perlu diberi penyangga dari sisa-sisa besi, dengan bentuk sedemikian rupa sehingga dapat menahan beban orang dan mesin pemadat beton (gambar 3.14). Besi penyangga ini juga perlu diikat dengan anyaman besi. Dilapangan diberi istilah besi kaki ayam.



Gambar 3.14.

1. Batu tahu untuk ganjal antara bekisting dengan besi beton sehingga membentuk selmut beton dengan tebal yang diinginkan. Batu tahu harus mempunyai kuat tekan mortar yang lebih tinggi dari beton.
2. Jenis batu tahu lain yang lebih baik karena menghindari lepasnya dari beton
3. Dua lapis rangkaian besi beton pelat
4. Bentuk besi beton dari sisa-sisa potongan dengan diameter lebih dari 5/8" .

Dalam merencanakan pembesian juga agar tidak terlalu banyak ragam dan ukuran besi yang berlain-lainan, hal ini akan memberi peluang kesalahan bagi petugas di lapangan. Sebelum suatu pekerjaan bangunan / proyek dimulai, salah satu pekerjaan yang harus dikerjakan adalah merencanakan potong dan bengkok besi. Potong dan bengkok besi dibuat dalam sebuah daftar untuk setiap diameter, yang disebut Daftar Potong Dan Bengkok Besi

b. Penggambaran penulangan pelat lantai

Cara penggambaran penulangan pelat lantai, adalah metode penggambaran sesuai peraturan yang berlaku

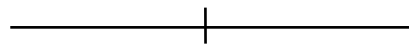
1) Gambar dengan skala 1 : 100, detail yang sangat penting dengan skala 1 : 20

2) Bila letak batang-batang tidak nyata, tempatkanlah ditempat batang itu suatu segitiga, dengan puncaknya menunjuk kesebelah dalam pelat.

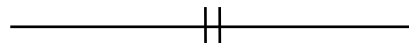


3) Pada penulangan-penulangan bersilang haruslah letak kedua lapis bawah diberi tanda dengan satu garis melintang dan kedua lapis atas diberi tanda dengan dua garis melintang, jadi:

- Lapis terbawah anyaman penulangan atas atau bawah



- Lapis teratas anyaman penulangan bawah atau atas



4) Ukuran-ukuran dari diameter besi, panjang besi, jarak besidan untuk lantai ke berapa harus jelas

5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai

a. Kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar

Yang dimaksud dengan kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar, adalah pelat lantai yang merupakan struktur yang handal dan yang sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku

1) Kekuatan pelat lantai adalah kondisi dimana kemampuan dalam dari pelat yang terdiri dari kemampuan-kemampuan tegangan lentur, tegangan desak, tegangan tarik, tegangan geser, dan tegangan puntir sudah lebih besar dari tegangan-tegangan karena gaya-gaya luar yang diterapkannya.

2) Stabilitas pelat lantai adalah kondisi dimana

- a) Lendutan pelat lantai dengan muatan maksimum menurut rencana sesuai dengan standar atau ketentuan yang berlaku

- b) Pelat lantai tidak mengalami deformasi dengan muatan maksimum sesuai rencana

6. Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai

a. Metoda perancangan pelat lantai

Metoda perancangan pelat lantai adalah, adalah cara merancang

- 1) Tebal pelat lantai dan kebutuhan besi pelat lantai, untuk pelat lantai dari beton

- a) Acuan SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain

- b) Menentukan beban-beban yang bekerja

- c) Menentukan koefisien-koefisien momen pada perletakan dan momen lapangan

- d) Taksir h

- e) Menghitung momen-momen rencana

- f) Taksir diameter tulangan pokok dan tebal selimut beton

- g) Menghitung koefisien tahanan k ($k = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$)

- h) Menentukan ρ

- i) Menghitung luas tulangan $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

- j) Menentukan diameter tulangan dan jarak tulangan

- 2) Kebutuhan *corrugated steel* plate untuk bekisting dan sekaligus sebagai plafon

- a) Menentukan ukuran-ukuran pelat

- b) Menentukan jarak penyangga *corrugated steel* sesuai buku panduan dari peberik pembuatnya

b. Sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan

Sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan, adalah gambar kerja untuk pelaksanaan di lapangan yang sudah disetujui oleh konsultan perencana, berupa

- 1) Gambar beton pelat lantai lengkap dengan ukurannya

- 2) Gambar letak, posisi, dan dimeter besi beton, lengkap dengan ukuran jaraknya
- 3) Gambar bekisting lengkap dengan penyangga-penyangganya dan ukurannya

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan

Langkah-langkah untuk menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan

- a. Meneliti dokumen kontrak (gambar kontrak)
- b. Meneliti bahan yang akan dipakai
- c. Menentukan data-data beban (SNI 1727 : 2013 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain)
- d. Meneliti data pendukung kuat tekan ijin, kuat tarik ijin, kuat lentur ijin, kuat geser ijin, dan lendutan ijin

2. Menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar

Cara menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar.

- a. Meneliti dokumen yang terkait dengan dokumen kontrak disesuaikan
- b. Jika menggunakan bahan beton perlu menentukan bahan lokasi pengambilan bahan
- c. Jika menggunakan bahan baja profil perlu menentukan tipe baja profil T, U, H,
- d. Jika menggunakan bahan beton perlu membuat rencana campuran
- e. Jika menggunakan bahan baja atau composit perlu test baja

3. Mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan Standar

Langkah-langkah untuk mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan standar

- a. Meneliti dokumen kontrak untuk menentukan fungsi dari bangunan
- b. Menentukan ukuran pelat beton
- c. Menentukan sistem perletakan (engsel, jepit, atau menerus)
- d. Menentukan beban-beban mati

- e. Menentukan beban-beban hidup
 - f. Menentukan dimensi pelat beton
 - g. Menentukan jumlah dan \emptyset besi beton
4. Menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan beban-beban yang bekerja
- Langkah-langkah cara menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan standar
- a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti ukuran pelat
 - c. Meneliti beban-beban mati yang bekerja terhadap pelat
 - d. Meneliti beban-beban hidup yang bekerja terhadap pelat
 - e. Menghitung penulangan pelat lantai sesuai dengan standar
 - f. Menetapkan posisi batang besi beton agar sesuai dengan peraturan yang berlaku
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan Standar
- Langkah-langkah untuk memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai sesuai dengan standar.
- a. Meneliti dokumen terkait dengan pelat lantai yang dimaksud
 - b. Meneliti beban-beban mati yang bekerja terhadap pelat lantai
 - c. Meneliti beban-beban hidup yang bekerja terhadap pelat lantai
 - d. Meneliti perhitungan tebal pelat lantai
 - e. Meneliti perhitungan penulangan pelat lantai
 - f. Meneliti lendutan yang terjadi dari pelat lantai
6. Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.
- Langkah-langkah untuk membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.
- a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metode kerja
 - c. Meneliti perhitungan struktur pelat beton, atau beton komposit atau lantai kayu

- d. Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.
- e. Meminta persetujuan dengan konsultan perencana

C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan detail pelat lantai

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai, menentukan mutu bahan pelat lantai, mendesain tebal pelat lantai, menghitung penulangan pelat lantai, memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lant, membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai
2. Taat azas dalam menaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB VIII

MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL BALOK

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail balok

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok

a. Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah salah satu bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari

- 1) Hasil mesin stone crusher
- 2) Penambangan
- 3) Pecah batu manual

Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan betonyang didapat dari

1) Hasil mesin stone crusher

Material koral dari hasil mesin stone crusher, dengan bentuk bersegi-segi lebih baik dari pada hasil penambangan dari kali. Hasil penambangan dari kali berbentuk bulat. Hasil penambangan dari kali kadang-kadang masih terselimuti dengan lumpu padat, bahkan dapat juga terselimuti dengan lumut. Hal ini tidak akan terjadi lekatan dengan zat pengikt semen .

2) Penambangan

Penambangan dapat diambil dari batu gunung atau batu dari kali. Batu yang baik keras biasanya batu basalt, dan granit, berwarna abu-abu dengan bintik-bintik putih.

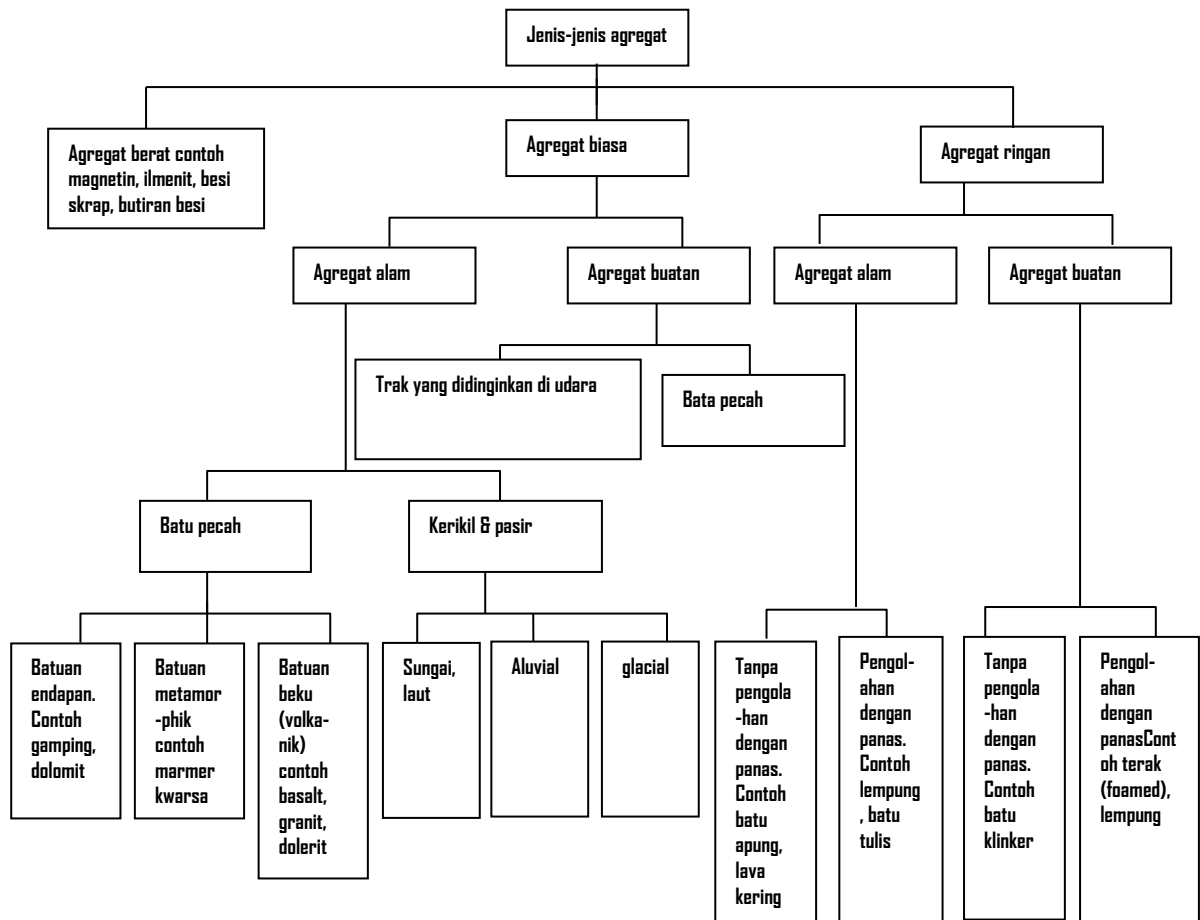
3) Pecah batu manual

Pecah batu manual kurang tepat dipakai untuk produksi beton mutu tinggi. Karena banyak tercampur dengan bahan batu yang tidak keras.

4) Mutu material koral

Pada umumnya koral atau agregat kasar adalah batuan dengan besar butir 5 mm atau lebih. Agregat kasar harus keras dengan dibuktikan dengan uji laboratorium dan tidak berpori dalam batas-batas tertentu. Bentuk dari agregat kasar yang pipih tidak melampaui 20% dari berat seluruhnya. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Pembuktian dengan melalui laboratorium. Lumpur adalah bagian-bagian yang lewat dari ayakan 0,063. Jika agregat kasar terlalu banyak mengandung lumpur harus dicuci. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam besarnya, sedemikian nantinya dengan kombinasi dengan agregat halus dapat membentuk agregat dengan gradasi yang baik (*well graded aggregate*). Besar dari butiran agregat kasar tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan, $\frac{1}{3}$ tebal pelat beton, atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum antara batang-batang tulangan besi beton. Untuk itu dipersyaratkan juga dalam SNI, jarak bersih besi beton adalah 2,5 cm. Dengan demikian diharapkan tidak akan terjadi sarang-sarang kerikil atau keropos beton.

5) Jenis jenis agregat (gambar 3.15)



Sumber dari: *Y.Gunawan dan Yulizar Jacob*, Penuntun Praktis Praktikum Pada Laboratorium Teknik Sipil

Gambar 3.15. jenis-jenis agregat

b. Material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah salah satu bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari

1) Hasil mesin *stone crusher*

Dari mesin *stone crusher* agregat masuk ke mesin saringan dan sekaligus pencucian, yang dapat menghasilkan agregat kasar dan agregat halus yang sudah bersih dari lumpur.

2) Penambangan

Penambangan dapat diambil dari batu gunung atau batu dari kali. Batu yang baik keras biasanya batu basalt, dan granit, berwarna abu-abu dengan bintik-bintik putih.

3) Mutu material agregat halus

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 2% berat
- b) Sisa diatas ayakan 1 mm minimum 10% berat
- c) Sisa diatas ayakan 0,25 mm berkisar antara 80% sampai 95% berat

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Hal ini harus dibuktikan melalui uji laboratorium. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik dengan melalui uji laboratorium atau dengan menggunakan larutan NaOH, dengan membandingkan warna kecoklatan. Pasir laut tidak diperkenankan untuk campuran beton.

c. Semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton

Material semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton, adalah bahan pengikat pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari pabrik pembuatan semen, diantaranya adalah

- 1) Untuk memperbesar slump
- 2) Untuk memperlambat pengerasan beton
- 3) Untuk mempercepat pengerasan beton
- 4) Untuk mempertinggi kuat tekan beton

Material semen sebagai bahan pengikat untuk pembuatan beton, adalah bahan pengikat pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Beberapa yang perlu untuk perencanaan adalah

1) Berapa lama waktu pengikatan awal (*setting time*)

Perencana perlu mengetahui waktu pengikatan awal (*setting time*), karena harus disesuaikan antara waktu pengikatan awal dengan berapa lama *agitator truck* mencapai lokasi rencana bangunan gedung dari mulai pengadukan di *batching plant*. Kalau *agitator truck* sampai di lokasi dan sudah melewati waktu pengikatan awal maka beton harus di *reject* (tolak) tidak boleh untuk pengecoran.

2) Berat jenis semen

Untuk pembuatan rencana campuran perlu mengetahui berat jenis semen.

d. Material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton

Material air sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton, adalah bahan dasar pembuatan beton yang harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, yang didapat dari

1) Air tanah atau air sumur

2) Air dari sungai

3) Air PAM

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, material organik, dan bahan-bahan lain yang merusak beton misalnya yang mengandung sulfat. Untuk itu air untuk pembuatan dan perawatan beton adalah air yang dapat diminum manusia. Untuk maksud tersebut jika ada keraguan harus di selidiki lewat laboratorium. Jika karena sesuatu hal contoh air tidak dapat diperiksa di laboratorium, maka perlu diproses sebagai berikut ini,

1) Dibuat perbandingan kuat tekan antara

a) Campuran semen + pasir + air yang diragukan

b) Campuran semen + pasir + air suling

- 2) Bila kuat tekan antara (campuran semen + pasir + air yang diragukan) : (Campuran semen + pasir + air suling) pada umur 7 hari dan 28 hari paling sedikit mencapai 90%, maka air tersebut dapat dipakai.

e. Metoda perancangan balok

Metoda perancangan balok, adalah cara perancangan untuk menentukan dimensi balok sesuai bahan yang akan dipakai yang mana balok akan disangga dengan jepit, bebas atau menerus, sedemikian sehingga memenuhi syarat tegangan-tegangan yang terjadi dan memenuhi syarat lendutan yang terjadi

- 1) Acuan SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain
- 2) Menentukan perletakan balok sebagai jepit, bebas atau menerus
- 3) Menghitung panjang bentang teoritis
- 4) Menganalisis balok, dimensi balok sudah diketahui
 - a) Momen luar = momen dalam
 - b) Momen luar = $\emptyset \cdot b \cdot d^2 \cdot k$
 - c) Menentukan faktor tahanan k
 - d) Menentukan ρ
 - e) Menghitung luas tulangan $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 - f) Menentukan diameter tulangan pokok
 - g) $d \text{ aktual} \geq d \text{ yang dipakai dalam perhitungan}$
 - h) Menentukan gaya geser dan perhitungan tulangan sengkang untuk menahan gaya geser yang terjadi
 - i) Gambar balok lengkap dengan ukuran jarak dan diameter
- 5) Merencanakan dimensi balok dan tulangan besi beton
 - a) Taksir dimensi balok
 - b) Momen luar = momen dalam
 - c) Momen luar = $\emptyset \cdot b \cdot d^2 \cdot k$

- d) Menghitung d
 - e) Menentukan perkiraan ρ
 - f) Menentukan faktor tahanan k
 - g) Menghitung luas tulangan $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 - h) Menghitung d aktual = $h - \text{tebal selimut beton} - \text{diameter sengkang} - \text{separoh diameter tulangan pokok}$
 - i) Gambar balok lengkap dengan ukuran jarak dan diameter
- f. Data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan
- Data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan, adalah data-data beban yang direncanakan yang akan diterapkan kepada balok sesuai kebutuhan, dan data-data pendukung lainnya, yang mana tidak melebihi dari kuat tekan ijin, kuat tarik ijin, kuat lentur ijin, kuat geser ijin, dan lendutan ijin, baik dari baja, dan bahan beton.
- 1) Data-data dari gaya-gaya luar
 - a) Peruntukan bangunan

Untuk bangunan-bangunan tertentu mempunyai persyaratan tebal selimut beton. Sebagai misal bangunan yang rentan terhadap kebakaran mempunyai persyaratan tebal selimut beton, sedemikian sehingga durasi besi beton mulai meleleh penghuni dalam gedung sudah terevakuasi.
 - b) Data beban pada lantai

Diperlukan berat sendiri pelat, beban mati dan beban hidup pada lantai, karena kesemuanya akan membebani balok.
 - c) Ukuran panjang dan lebar pelat lantai
 - Untuk menentukan faktor momen negatif pada perletakan dari balok
 - Untuk menentukan faktor momen positif pada lapangan dari balok

- Menghitung q ekuivalen pada arah memanjang pelat lantai untuk menghitung momen pada balok yang panjang
- Untuk menghitung momen maksimum balok yang panjang
- Menghitung q ekuivalen pada arah lebar pelat lantai untuk menghitung momen maksimum pada balok yang lebar
- Jika ada beban terpusat pada balok
Untuk penambah momen dari beban terbagi rata

2) Data-data untuk menghitung kemampuan dalam

- a) Ketentuan f'_c
Untuk menghitung gaya tekan beton
- b) Ketentuan f_y
Untuk menghitung gaya tarik besi beton
- c) Ketentuan selimut beton
Untuk menghitung $d = h - \text{selimut beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan utama}$
- d) Dimensi balok kalau untuk analisis
- e) Taksir dimensi kalau untuk perencanaan

2. Mengidentifikasi struktur balok

a. Mutu bahan beton dari struktur balok

Mutu bahan dari struktur balok adalah mutu yang harus dibuat

- 1) Untuk beton dengan membuat rencana campuran,
 - a) Tes tekan silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm
 - Dibuat sejumlah benda uji untuk mewakili kuat tekan beton (biasanya dibuat 20 benda uji).
 - Dicari $\sigma_{beton\ karakteristik}$
- 2) Untuk besi beton dibuat test tarik besi beton, dan lentur
- 3) Untuk baja dengan
 - a) Meneliti brosur dari pabrik
 - b) Test tarik, tekan lentur dan puntir

b. Bahan dari struktur balok

Bahan dari struktur balok adalah bahan dari struktur balok diantaranya adalah beton, baja H-beam, komposit

1) Bahan beton, komposit

- c) Balok beton
- d) Komposit
- e) *Precast-prestressed-concrete*

2) Bahan H-beam

- a) Balok H-beam

c. Struktur balok dan sistem strukturnya

Struktur balok dan sistem strukturnya, adalah sistem struktur baloknya yang merupakan ikatan ujung-ujungnya, cara pembuatannya (precast, cor insitu, prestressed), dan balok menerus.

1) Struktur balok

- a) Diatas dua perletakan sederhana
 - Ujung-ujungnya dianggap engsel
 - Panjang bentang teoritisnya
 - Hanya ada momen positif ditengah lapangan
 - Perlu memperhitungkan geser
- b) Jepit dikedua ujungnya
 - Kedua ujung-ujungnya dijepit kolom dan balok
 - Terjadi momen negatif di ujung-ujungnya
 - Terjadi momen positif ditengah lapangan
 - Perlu memperhitungkan geser
- c) Balok menerus
 - Terjadi momen negatif di ujung-ujungnya
 - Terjadi momen positif ditengah lapangan
 - Perlu memperhitungkan geser

2) Sistem struktur

a) Precast

- Pembuatannya secara paberikasi
- Perlu dibuat perletakan pada kolom
- Perlu struktur ikatan dengan kolom, di *grout* dengan *non shrinkage mortar*
- Ujung-ujungnya dianggap engsel
- Sebaiknya bangunan precast tidak lebih dari 6 lantai

b) Cor insitu

- Dicor dilokasi pekerjaan secara monolit

3. Menentukan mutu bahan balok

a. Struktur balok sesuai standar

Struktur balok sesuai dengan Standar, adalah struktur dari balok yang sudah memenuhi syarat kehandalan dan syarat kestabilan

1) Syarat kehandalan

Syarat kehandalan adalah

- a) Cara perhitungan sudah mengikuti ketentuan dan setandar yang berlaku
- b) Faktor keamanan sudah dimasukkan dalam perhitungan struktur
- c) "Kemampuan dalam" dari balok lebih besar dari akibat gaya-gaya dari luar

2) Syarat kestabilan

- a) Perhitungan lendutan yang terjadi lebih kecil dari persyaratan lendutan yang diminta
- b) Tidak terjadi keretakan dengan muatan maksimum yang direncanakan

b. Bahan struktur balok

Bahan struktur balok yang dapat dipakai adalah,

1) Beton

c) Cor insitu

- ❖ Harus memperhatikan bahan-bahan dasar yang dipakai, agregat kasar, agrehat halus, semen, air, bahan tambah

- ❖ Bekisting harus rapat dan kuat
- ❖ Gunakan minyak bekisting pada dinding bekisting
- ❖ Memperhatikan waktu pengikatan awal (*setting time*)
- ❖ Hindari terjadinya segregasi, hal ini karena
 - ✓ Tinggi jatuh bahan beton sewaktu pengecoran beton melebihi 1,5 m.
 - ✓ Penggunaan pengecoran beton dengan talang yang terlalu panjang, lebih dari 3 m.
 - ✓ Penggunaan jarum penggetar (*concrete vibrator*) terlalu lam
 - ✓ Perhatikan perawatan (*curing*) setelah selesai pengecoran

d) *Precast*

Ada beberapa macam karena cara pembuatannya, yaitu,

- ❖ Balok pra cetak
- ❖ *Precast-prestressed-pretension-concrete*
- ❖ *Precast-prestressed-posttension-concrete*

Dalam pelaksanaan dengan menggunakan konstruksi pra cetak, perlu memperhatikan:

- ❖ Hubungan antara balok dan kolom
- ❖ Perhitungan struktur

2) Komposit

- a) Perlu perhitungan *shear connector*

3) H-beam

- a) Dengan sambungan cara las listrik
b) Dengan sambungan cara mur dan baut

c. *Mix design*

Mix design (rencana campuran beton), adalah rencana pembuatan campuran semen, pasir, koral, dan air, dan additive sedemikian sehingga menghasilkan slump, dan kuat tekan, *workability* sesuai dengan ketentuan

Dalam pembuatan rencana campuran beton harus memperhatikan beberapa hal, diantaranya

1) Kuat tekan beton yang direncanakan

Kuat tekan beton adalah tegangan tekan maksimum (f'_c) dengan satuan N/mm^2 atau MPa (mega pascal). Kuat tekan beton 28 hari lebih kurang 10 – 65 Mpa bahkan sekarang sudah bisa lebih. Untuk beton bertulang biasa menggunakan beton dengan kuat tekan 17 – 30 MPa, sedangkan untuk beton prategang 30 – 50 MPa.

Nilai (f'_c) adalah dengan menggunakan cara standar, yaitu dengan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan umur 28 hari. Tegangan (f'_c) bukan tegangan yang terjadi pada saat benda uji silinder hancur, tetapi pada saat regangan beton benda uji mencapai regangan 0,003.

Untuk kebutuhan tertentu ada bahan tambah (*admixture*) untuk mempertinggi dan mempercepat kuat tekan beton. Sebagai contoh untuk pelaksanaan struktural beton bangunan gedung, dituntut waktu penyelesaian tiga atau empat hari setiap lantai. Hal ini perlu ada bahan tambah beton untuk mempercepat agar tegangan tekan beton (f'_c) dapat segera mencapai tegangan tekan beton untuk 28 hari. Bahkan untuk mempercepat struktur bangunan gedung, *scaffolding* masih dalam keadaan terpasang sudah dimulai untuk pengecoran beton pada lantai atas berikutnya.

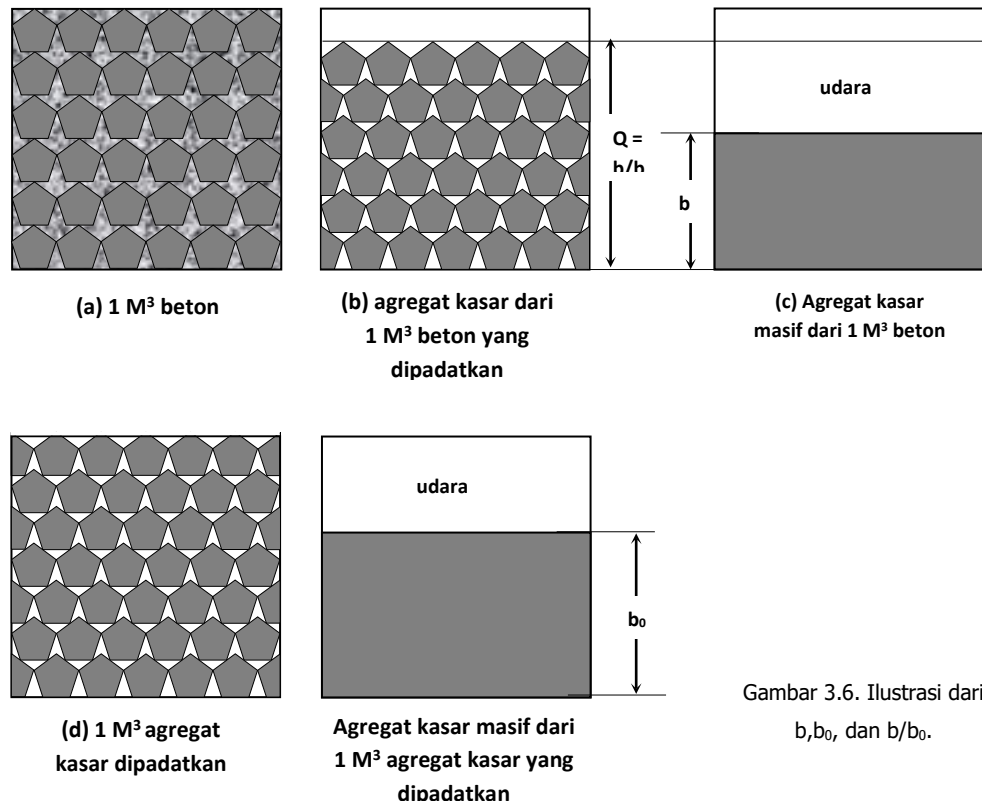
2) Rencana campuran beton

Salah satu contoh pembuatan rencana campuran beton adalah Konsep rencana campuran ini yang telah diberikan oleh Goldbeck dan Gray, dalam buku *High Way Materials* oleh Robert D. Krebs dan Richard D. Walker, yang dinamakan aggregate void concept. Disini perlu ada beberapa pengertian diantaranya adalah b , b_0 , dan b/b_0 .

b adalah solid volume (volume masif = volume pejal) dari agregat kasar dalam satuan volume dari beton.

b_0 adalah solid volume (volume masif = volume pejal) dari agregat kasar dalam satuan volume dari agregat kasar kering yang telah dipadatkan (dry-rodded coarse aggregate)

b/b_0 adalah volume dari agregat kasar kering yang telah dipadatkan dalam satuan volume dari beton.



Gambar 3.6. Ilustrasi dari b , b_0 , dan b/b_0 .

Untuk memahami pengertian ini, kitamembayangkan ada 1 M³ beton, kemudian dari 1 M³ beton tersebut kita pisahkan khusus agregat kasarnya saja, dan dipadatkan dengan prosedur standar, dan volume ini kita sebut Q M³ (gambar b). Seandainya Q M³ agregat kasar tersebut dapat meleleh (seperti lilin yang dipanaskan) maka akan menjadi benda masif/pejal/solid dengan volume b M³ (gambar c). Kita bayangkan lagi 1 M³ agregat kasar (berat satuan) yang dipadatkan (gambar d), dan kita lelehkan sehingga volume menjadi b_0 M³. Karena jenis agregatnya sama maka menyusutnya volume

dari agregat padat biasa menjadi volume masif adalah dengan perbandingan yang sama, yaitu

$$\frac{QM^3}{bM^3} = \frac{1M^3}{b_0M^3} \text{ atau } Q = \frac{b}{b_0}$$

Untuk mendapatkan nilai $\frac{b}{b_0}$, pada tabel 1, yaitu volume dari agregat kasar yang dipadatkan per unit volume dari beton, dengan gradasi yang berlain-lainan, dan juga untuk gradasi pasir yang berlain-lainan yang dinyatakan dengan modulus kehalusan. Modulus kehalusan (Fineness Modulus = FM) adalah index kekasaran atau kehalusan dari material, yang secara matematik dengan menjumlahkan prosentase kumulatif dari material yang tertahan pada setiap ukuran saringan, dan dibagi dengan 100. Jadi semakin besar angkanya berarti semakin kasar dan sebaliknya.

Tabel 1. Volume agregat kasar yang dipadatkan per unit volume dari beton

Saringan agregat kasar	Pasir halus		Pasir sedang			Pasir kasar			
	Modulus kehalusan dari pasir								
	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	
	$Q = \frac{b}{b_0}$								
No.4 – ½"	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	
No.4 – ¾"	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	
No.4 – 1"	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	
No.4 – 1 ½"	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	
No.4 – 2"	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	
No.4 – 2 ½"	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	

Sumber dari Robert D.Krebs / Richard D. Walker, *Highway Materials*, McGraw Hill

Dalam pembuatan adukan beton perlu mempertimbangkan workability atau sifat kemudahan untuk dikerjakan dari adukan beton tersebut, yaitu dengan menambahkan admixture atau bahan tambah. Bahan tambah yang dapat membuat adukan beton lebih bersifat

plastis, mudah dipadatkan, dan menghindari segregasi, yaitu air-entraining-agent, berupa bahan tambah pada adukan beton yang menahan gelembung-gelembung udara kecil didalam beton.

Tabel 2. Kebutuhan Semen dan air yang diperlukan dalam 1 m3 beton struktur tanpa bahan tambah air-entraining agent

Ukuran agregat		Inch	No.4 – ½ ”		No.4 – ¾”		No.4 – 1”		No.4 – 1 ½ ”		No.4 – 2”		No.4 – 2 ½ ”	
		MM	4,76 – 12,70		4,76 – 19,05		4,76 – 25,40		4,76 – 38,10		4,76 – 50,80		4,76 – 63,50	
Slump		Inch	3”	6”	3”	6”	3”	6”	3”	6”	3”	6”	3”	6”
		MM	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24	7,62	15,24
Air, liter per M ³ beton	Agregat kasar bentuk bersegi		207,95	217,85	198,05	207,95	188,14	198,05	178,24	188,14	173,28	183,19	168,34	178,24
	Agregat kasar bentuk bulat		188,14	198,05	178,24	188,14	168,34	178,24	158,44	168,34	153,48	163,39	148,53	158,44
Kuat desak 28 hari, / KG/CM ²		Berat semen per M3 beton / KG												
140,620			256,53	267,69	245,38	256,53,	234,22	245,38	223,07	234,22	217,49	223,07	211,92	217,49
175,775			278,84	289,99	267,69	278,84	250,95	267,69	234,22	250,95	228,65	239,80	223,07	234,22
210,93			301,15	317,88	289,99	301,15	273,26	289,99	256,53	273,26	245,38	262,11	239,80	256,53
246,085			239,03	351,34	312,30	329,03	295,57	312,30	278,84	295,57	273,26	289,99	267,69	278,84
281,240			362,49	384,80	345,76	362,49	323,45	345,76	306,72	323,45	301,15	317,88	289,99	306,72
316,395			401,53	418,26	379,22	395,95	356,91	379,22	340,18	356,91	329,03	351,34	317,88	340,18
351,550			451,72	474,03	429,41	451,72	407,10	429,41	384,80	407,10	373,64	395,95	362,49	384,80
Perkiraan kandungan udara / %			2,5 %		2,0 %		1,5 %		1 %		1 %		1 %	

Sumber dari Robert D.Krebs / Richard D. Walker, *Highway Materials*, McGraw Hill

Contoh kasus.

- Diminta beton (non-air-entraining structural concrete) dengan kuat desak pada 28 hari sebesar 300 KG/CM².
- Diminta slump 15 CM.
- Agregat kasar yang dipakai berupa

- Ukuran No. 4 – ½ "
- Batu berupa crushed stone (angular coarse aggregate – bentuk bersegi-segi)
- Specific gravity 2,70
- Berat agregat dalam 1 M³ (berat satuan) = 1540 KG.
- Agregat halus yang dipakai berupa
 - Modulud kehalusan 2,40
 - Specific gravity 2,50
- Semen yang dipakai
 - Specific gravity 3,14
 - Berat per sak 50 KG

Penyelesaian.

- Agregat kasar No. 4 – ½ "
 - Specific gravity 2,70 → berat agregat masif/solid 2,70 x 1000 KG/M³ = 2700 KG/M³.
 - Berat agregat dalam 1 M³ (berat satuan) = 1540 KG
 - Volume $b_0 = \frac{1540 \text{ KG}}{2700 \text{ KG/M}^3} = 0,5704 \text{ M}^3$
- Agregat halus
 - Specific gravity 2,50 → berat agregat masif/solid 2,50 x 1000 KG/M³ = 2500 KG/M³.
- Semen
 - Specific gravity 3,14 → berat semen masif/solid 3,14 x 1000 = 3140 KG/M³
 - berat per zak semen 50 KG → volume semen masif/solid per zak $= \frac{50}{3140} = 0,01592 \text{ M}^3$.
 - Dengan data yang diminta
 - ❖ ukuran agregat kasar No. 4 – ½ "
 - ❖ slump 15 CM

- ❖ memakai agregat kasar crushed stone → bentuk bersegi
- ❖ kuat desak 28 hari 300 KG/M².

Kita dapat membuat pendekatan untuk mencari kebutuhan air dan semen dalam Tabel 1, sebagai berikut

- ❖ ukuran agregat kasar No. 4 – ½ ”;
- ❖ slump 15,24 CM
- ❖ memakai agregat kasar crushed stone → bentuk bersegi
- ❖ kuat desak 28 hari 316,395 KG/M².

Dari tabel 1 (beton struktur tanpa bahan tambah air-entraining agent), didapat kebutuhan untuk 1M³ beton, air = 217,85 liter; semen = 418,26 KG.

Perhitungan proporsi campuran untuk 1M³ beton

- Dengan menggunakan ukuran agregat kasar no. 4 – ½ ” dan agregat halus dengan modulus kehalusan 2,40, dari Tabel 25 didapat b/b₀ = 0,59.
- Jadi volume masif/solid dari agregat kasar (b) = 0,59 x 0,5704 M³ = 0,3365 M³.
- Berat masif/solid dari agregat kasar yang diperlukan = 0,3365 x 2700 KG = 908,55 KG.
- Air yang diperlukan = 217,85 liter

Bahan Beton	Volume masif untuk 1 M ³ beton / M ³	Berat untuk 1 M ³ beton / KG
Semen	$418,26 : 3140 = 0,133204 \text{ M}^3$	418,2600 KG
Agregat kasar	0,336500 M ³	908,5500 KG
Air	$217,85 : 1000 = 0,217850 \text{ M}^3$	217,8500 KG
Udara (tabel 26)	2,5% = 0,025000 M ³	0 KG
Jumlah	= 0,712554 M ³	
Agregat halus	$(1 - 0,712554) = 0,287446 \text{ M}^3$	$0,287446 \times 2500 = 718,6150 \text{ KG}$

3) *Workability* (kemudahan beton untuk dikerjakan)

Workability adalah kemudahan beton untuk dikerjakan. Jadi dalam membuat rencana campuran beton tidak hanya mendapatkan tegangan tekan dapat terpenuhi, tetapi harus memikirkan masalah kemudahan beton untuk dikerjakan. Hal ini akan berhubungan dengan tinggi *slump* dari beton, karena semakin tinggi *slump* akan semakin mudah dikerjakan. Tetapi *slump* yang tinggi berarti campuran air lebih banyak, hal ini akan menurunkan tegangan beton. Dengan kemajuan teknologi kimia, saat sekarang sudah ada *admixture* atau bahan tambah, namanya *super plasticizer* dimana campuran beton tidak perlu menambah air, tetapi sudah sangat encer atau *slump* jadi tinggi, dengan demikian akan mudah dikerjakan, dengan tegangan tekan beton tidak berkurang.

4) *Setting time* (waktu pengikatan awal)

Sebagai perencana harus tahu perkiraan waktu dari *agitor truck* untuk mencapai lokasi pengecoran, yaitu dimulainya campuran beton pada *batching plants* sampai dengan beton diproses sampai jadi dalam cetakan di lokasi gedung. Perkiraan waktu disini sudah termasuk kemacetan jalan pada siang hari. Waktu pengikatan awal dari semen, yang biasanya sekitar 1 ½ jam dapat diundur sesuai kebutuhan dengan menggunakan bahan tambah *retarder*. Untuk pelaksanaan yang sangat besar, lebih efisien dan efektif, jika diadakan *batching plant* sendiri yang kecil cukup untuk kebutuhan kecepatan pengecoran.

5) Mutu bahan dasar beton

Mutu bahan dasar beton harus dengan mutu yang baik, yang dibuktikan dengan cara laboratorium. Bahan dasar beton terdiri dari

- semen
- Agregat kasar
- Agregat halus
- Air
- Bahan tambah (*admixture*)

4. Merancang balok

a. Perancangan balok sesuai standar

Perancangan balok sesuai standar adalah cara perancangan balok dengan menerapkan beban-beban yang ada, dan menerapkan kondisi balok sesuai rencana.

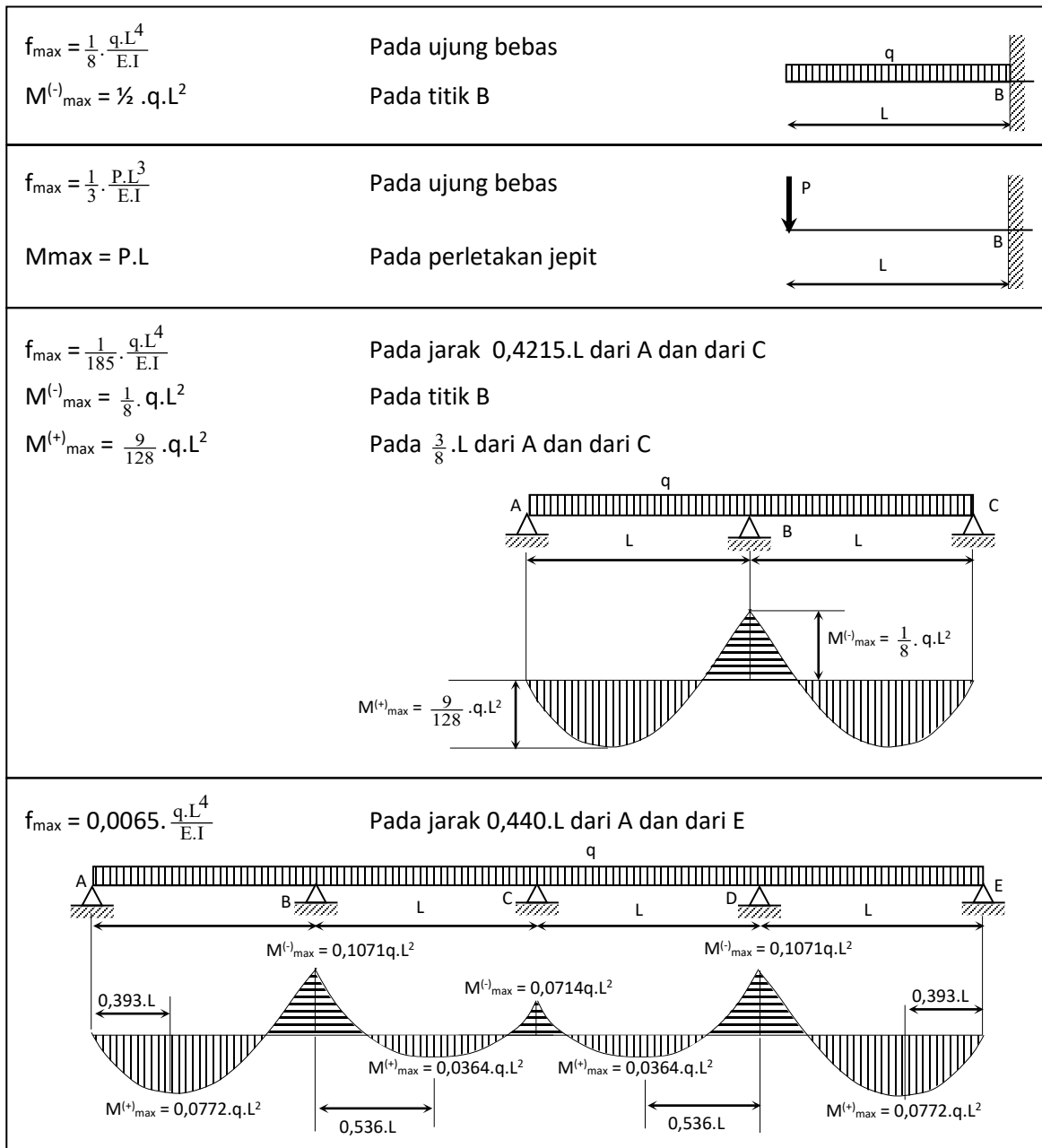
Prinsip perancangan balok adalah "kemampuan dalam" dari balok harus lebih besar dari akibat gaya-gaya dari luar terhadap momen lentur, tegangan geser, tegangan tekan, tegangan tarik, dan puntir. Dalam perancangan balok perlu menentukan faktor-faktor momen di perletakan dan di lapangan, karena akibat sifat balok berupa engsel, jepit, atau menerus.

Selain dari pada itu, masih ada persyaratan lagi, bahwa balok tidak mengalami lendutan yang melebihi dari persyaratan yang ditentukan dalam setandar.

Untuk menghitung lendutan dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Lendutan Maximum Dan Momen Maximum

$f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$ $M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = 0,01304 \cdot \frac{G \cdot L^3}{E \cdot I}$ $M_{\max} = 0,1283 \cdot G \cdot L$	<p>Pada jarak 0,5193.L dari A</p> <p>Pada jarak 0,5774.L dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{60} \cdot \frac{G \cdot L^3}{E \cdot I}$ $M_{\max} = \frac{1}{6} \cdot G \cdot L$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I}$ $M_{\max} = \frac{1}{4} \cdot P \cdot L$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{24} \cdot \frac{P \cdot a}{E \cdot I} \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)$ $M_{\max} = P \cdot a$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{185} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$ $M_{\max}^{(-)} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2$ $M_{\max}^{(+)} = \frac{9}{128} \cdot q \cdot L^2$	<p>Pada jarak 0,4215 L dari A</p> <p>Pada titik B</p> <p>Pada $\frac{3}{8} \cdot L$ dari A</p>	
$f_{\max} = 0,09317 \cdot \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I}$ $M_{\max}^{(-)} = \frac{3}{16} \cdot P \cdot L$ $M_{\max}^{(+)} = \frac{5}{32} \cdot P \cdot L$	<p>Pada jarak 0,4472.L dari A</p> <p>Pada titik B</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$ $M_{\max}^{(-)} = \frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2$ $M_{\max}^{(+)} = \frac{1}{24} \cdot q \cdot L^2$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada perletakan jepit</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p>	
$f_{\max} = \frac{1}{192} \cdot \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I}$ $M_{\max}^{(-)} = M_{\max}^{(+)} = \frac{1}{8} \cdot P \cdot L$	<p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A</p> <p>Pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari A dan perletakan jepit.</p>	



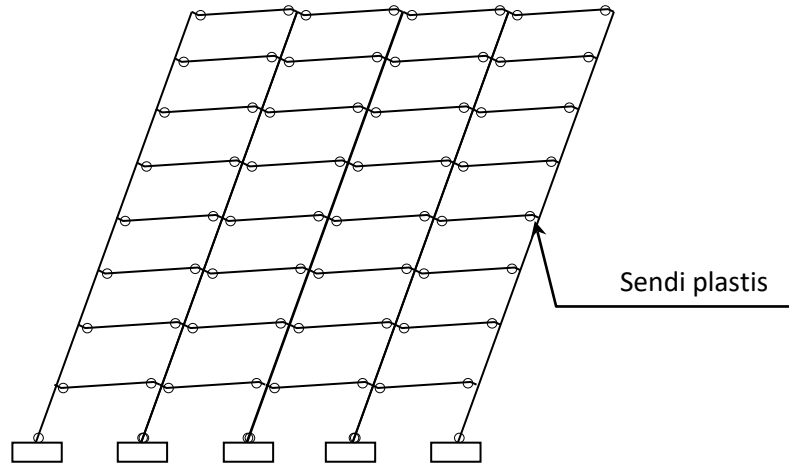
Gambar 3.16. Lendutan

b. Sendi plastis pada balok beton sesuai standar

Sendi plastis dari balok beton adalah sendi pada balok yang terletak tepat pada pertemuan dengan kolom yang kuat.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, terbentuknya sendi-sendi plastis, yang mampu memencarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk kedalam struktur, harus diperlakukan sedemikian rupa, agar struktur berperilaku memuaskan dan

tidak sampai runtuh saat terjadi gempa yang kuat. Pengendalian terbentuknya sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan.



Gambar 3.17. letak sendi plastis

c. Hasil analisis struktur

Hasil analisis struktur adalah hasil analisis dari struktur dengan mempertimbangkan segala aspek sehingga dapat ditentukan tipe, jenis, dan bahan dari struktur yang akan dipergunakan untuk pembangunan gedung yang dimaksud. Pertimbangan-pertimbangannya adalah,

- 1) Data primer
- 2) Data sekunder
- 3) Data geoteknik
- 4) Data lingkungan

d. Perancangan balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar

Perancangan balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar, adalah perancangan dari balok dengan memperhitungkan beban-beban yang ada, beban, tipe dan sistem balok, serta memperhitungkan kondisi struktural balok (balok menerus, kondisi ujung-ujung balok balok jepit/ engsel, dan bentuk balok)

5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas balok

a. Kekuatan balok sesuai dengan Standar

Kekuatan balok sesuai dengan Standar adalah "kemampuan dalam" dari balok terhadap beban-beban dari luar yang diterapkan sesuai ketentuan setandar yang berlaku.

"Kemampuan dalam" yang dibandingkan terhadap gaya-gaya luar adalah dalam hal, tegangan desak, tegangan tarik, tegangan geser, tegangan puntir, dan tegangan lentur.

b. Stabilitas balok sesuai dengan Standar

Stabilitas balok sesuai dengan Standar adalah, kemantapan dari balok tidak bergerak atau bergoyang melebihi dari ketentuan yang di persyaratkan. Maksud dari kemantapan dari balok tidak bergerak atau bergoyang melebihi dari ketentuan adalah dalam hal,

1) Lendutan yang terjadi

2) Kemantapan dari perletakan terhadap konstruksi ikatannya ke struktur kolom.

Untuk mendapatkan lendutan maksimum yang terjadi dapat diperhitungkan sesuai dalam tabel diatas

6. Membuat sketsa hasil perancangan balok

a. Sketsa hasil perancangan balok

Sketsa hasil perancangan balok , adalah, gambar detail balok beton, yang lengkap dengan ukurannya, potongan memanjang dan potongan melintang, embedded item (barang-barang yang tertanam) dan batu tahu (untuk mendapatkan selimut beton), sedemikian sehingga dapat diterapkan untuk pelaksanaan di lapangan.

b. Sketsa hasil perancangan besi beton

Sketsa hasil perancangan besi beton , adalah, gambar detail pembesian untuk balok, yang lengkap dengan ukuran jarak dan diameter besinya,

potongan memanjang dan potongan melintang, dan stek, sedemikian sehingga bisa tampak posisinya secara jelas

c. Hasil perhitungan balok

Hasil perhitungan balok, adalah, hasil perhitungan struktural dari kemampuan balok terhadap gaya-gaya luar yang diterapkan. Dalam perencanaan perhitungan kekuatan struktur harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Analisa struktur harus dilakukan dengan ilmu mekanika teknik yang baku
- 2) Analisa dengan komputer harus memberitahukan prinsip dari program dan harus ditunjukkan dengan jelas data masukan serta penjelasan data keluaran
- 3) Analisa struktur harus dilakukan dengan model-model matematik yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan undur-unsurnya

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail pelat lantai

1. Mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan
 - a. Langkah-langkah untuk mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok
 - 1) Meneliti dokumen kontrak
 - 2) Meneliti shop drawing (gambar kerja) yang sudah disetujui
 - 3) Mempelajari SNI 1727 : 2013 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung
 - 4) Meneliti beban mati yang harus diperhitungkan
 - 5) Meneliti beban hidup yang harus diperhitungkan
 - 6) Meneliti beban angin yang harus diperhitungkan
 - 7) Meneliti faktor-faktor yang berlaku

- 8) Meneliti bahan-bahan dasar
- b. Langkah-langkah dalam menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok sesuai kebutuhan perancangan.
 - 1) Meneliti dokumen kontrak
 - 2) Meneliti shop drawing (gambar kerja) yang sudah disetujui
 - 3) Mempelajari SNI 1727 : 2013 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung
 - 4) Menentukan berat per satuan unit dari benda yang akan membebani balok
 - 5) Menentukan beban hidup yang akan diterapkan
 - 6) Menentukan faktor-faktor beban hidup dan beban mati yang akan diterapkan
2. Mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya
Struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti situasi dan kondisi bangunan gedung
 - c. Meneliti hasil perancangan struktur bangunan gedung
 - d. Meneliti perhitungan struktur bangunan gedung, khusus struktur balok
3. Menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan
Menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan.
 - a. Menentukan material dasar yang akan digunakan (semen, pasir, beton, besi beton, besi baja H-beam, kayu)
 - b. Meneliti sifat-sifat masing material dasar yang akan digunakan, melalui laboratorium (kekerasan, sifat higroskopik, sifat kepipihan, bentuk batu)
 - c. Membuat benda uji, lebih dari 20 benda uji
 - d. Menentukan bahan tambah additive (untuk beton)
 - e. Menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan.

4. Merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar
- Langkah-langkah untuk merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar.
- a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti anggaran pelaksanaan
 - c. Menghitung beban-beban yang diterapkan
 - d. Memperhitungkan kondisi struktural balok yang akan diterapkan
 - e. Memperhitungkan bahan yang akan dipakai
 - f. Memperhitungkan perancangan balok
 - 1) Untuk beton sesuai dengan SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
 - 2) Untuk baja sesuai dengan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Baja Struktural
 - 3) Untuk Kayu sesuai dengan SNI 7973 - 2013 Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar
- Pemeriksaan Kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar, adalah,
- a. Memeriksa gaya-gaya yang diterapkan untuk perhitungan kekuatan struktur
 - b. Memeriksa kemampuan dalam balok, yang mana harus lebih besar atau sama dengan kuat yang terjadi akibat beban-beban yang diterapkan
 - c. Memeriksa angka keamanan untuk masing-masing aspek yang diperiksa
 - d. Memberikan beban maksimum sesuai rencana pembebanan
 - e. Memeriksa lendutan yang terjadi
 - f. Memeriksa kehandalan struktur dengan pemberian beban yang maksimum
6. Membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan.
- Cara untuk membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan
- a. Meneliti dokumen kontrak

- b. Meneliti hasil perhitungan balok
- c. Membuat sketsa jarak, diameter, dan posisi besi beton sesuai ketentuan
- d. Membuat sketsa selimut beton
- e. Membuat sketsa jarak-jarak sengkang

C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan detail pelat lantai

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok, mengidentifikasi struktur balok sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, menentukan mutu bahan balok sesuai dengan material yang digunakan, merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur, memeriksa kekuatan dan stabilitas balok, membuat sketsa hasil perancangan balok
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB IX

MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL KOLOM

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan detail kolom

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan detail kolom
 - a. Metode perancangan kolom (baja, komposit dan *cast in place*)

Metode perancangan kolom (baja, komposit dan *cast in place*), adalah metoda atau cara perancangan kolom sehingga mampu menahan beban-beban sentris dari atas, beban excentris, beban horizontal, dan beban gempa.
 - b. Kolom (baja, komposit dan *cast in place*)

Penjelasan tentang kolom (baja, komposit, kayu dan *cast in place*)

 - 1) Kolom yang terbuat dari baja, biasanya menggunakan H-beam, karena besi I profil sudah jarang didapat
 - 2) Kolom komposit terbuat dari kombinasi baja H-beam dengan dicor beton diluarnya, dengan atau tanpa steel-studs sebagai *shear connector*
 - 3) Kolom *cast in place* terbuat dari beton bertulang yang dicor ditempat
 - 4) Data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan
 - c. Data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan

Data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan, adalah data-data yang membebani kolom (tekanan sentris dari beban diatasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, dan beban gempa), deimensi kolom, modulus elastisitas bahan kolom, dan ikatan ujung-ujung kolom.
2. Mengidentifikasi struktur kolom
 - a. Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan beton bertulang

Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan beton bertulang adalah perhitungan struktur kolom dengan berpatokan pada SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

- b. Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan beton bertulang
Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan baja H-beam adalah perhitungan struktur kolom dengan berpatokan pada SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- c. Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan komposit
Peraturan perhitungan struktur kolom dengan bahan komposit adalah perhitungan struktur kolom dengan berpatokan pada SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

3. Menentukan mutu bahan kolom

- a. Mutu bahan beton
Mutu bahan beton adalah mutu dari bahan beton yang berkaitan dengan perancangan rencana campuran, cara pemadatan/pengadukan, cara meletakkan/menuangkan, additive/bahan tambah, dan curing/ perawatan, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan tertentu yang sesuai dengan SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan. Bahan kolom dari beton ini harus mempunyai "kemampuan dalam" untuk mengatasi tekanan sentris dari beban di atasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, tekuk, dan beban gempa
- b. Mutu bahan baja
Mutu bahan baja sesuai Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian B: Bahan Bangunan Dari Besi/ Baja dan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
Mutu bahan baja adalah mutu dari bahan baja yang berkaitan dengan perancanganalat sambung (mur dan baut, atau las listrik), mutu

pelaksanaan, dan mutu dari besi baja itu sendiri. Bahan kolom dari baja ini harus mempunyai "kemampuan dalam" untuk mengatasi tekanan sentris dari beban di atasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, tekuk, dan beban gempa.

c. Mutu bahan komposit

Mutu bahan komposit adalah mutu dari bahan beton yang berkaitan dengan perancangan rencana campuran, cara pemadatan/pengadukan, cara meletakkan/menuangkan, additive/bahan tambah, dan curing/perawatan untuk beton, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan tertentu yang sesuai dengan SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan mutu bahan baja sesuai Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian B: Bahan Bangunan Dari Besi/ Baja dan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural yang berkaitan dengan perancangan alat sambung (mur dan baut, atau las listrik), mutu pelaksanaan, dan mutu dari besi baja itu sendiri. Bahan kolom dari bahan komposit ini harus mempunyai "kemampuan dalam" untuk mengatasi tekanan sentris dari beban di atasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, tekuk, dan beban gempa

4. Merancang kolom

a. Perancangan kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar

Dasar perancangan kolom adalah

- 1) SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan
- 2) SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

Cara perancangan kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar adalah merancang, dimensi dari kolom sedemikian sehingga dapat menahan semua gaya-gaya yang menimpa kolom. Gaya-gaya tersebut adalah tekanan sentris dari beban di atasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, beban gempa dan tekuk.

5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom

a. Kekuatan kolom sesuai dengan standar

Kekuatan kolom sesuai dengan standar adalah kekuatan kolom untuk menahan semua beban-beban yang harus diterimanya, yaitu tekanan sentris dari beban di atasnya, tekanan excentris, beban horizontal, beban angin, beban gempa dan tekuk

b. Stabilitas kolom sesuai dengan standar

Stabilitas kolom sesuai dengan standar adalah kondisi kolom dengan memasukkan faktor keamanan yang sedemikian cukup sehingga kolom stabil sesuai dengan standar. Dengan pernyataan kolom kokoh tetapi goyangan lebih kecil dari persyaratan standar

c. Pemeriksaan kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan Standar

Cara pemeriksaan kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan Standar adalah dengan cara:

- 1) Untuk kekuatan adalah jika tegangan-tegangan yang terjadi \leq tegangan ijin terkait
- 2) Untuk stabilitas adalah perhitungan masalah tekuk

6. Membuat sketsa hasil perancangan kolom

a. Metoda perancangan kolom

Metoda perancangan kolom adalah cara perancangan kolom dengan menggunakan perhitungan struktural, kuat menahan beban dari atas dan eksentrisitas, meneliti kaitannya ujung-ujungnya dan sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku

- 1) SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
 - 2) SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- Perlu diutarakan disini, bahwa kegagalan atau keruntuhan komponen tekan tidak pernah diawali dengan tanda-tanda tertentu. Untuk itu dalam perancangan kolom harus memperhitungkan secara cermat dengan

memberikan cadangan kekuatan yang lebih atau dengan faktor keamanan tertentu yang cukup

- b. Sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan.

Sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan adalah, gambar sketsa yang dapat menjelaskan struktur dari kolom dengan menunjukkan secara jelas ukuran-ukurannya, diameternya dan jarak-jaraknya, sehingga dapat dilaksanakan dilapangan

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam membuat perancangan detail kolom

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan

Langkah-langkah untuk menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan,

- a. Meneliti dokumen kontrak
- b. Meneliti dimensi kolom
- c. Menghitung modulus elastisitas kolom
- d. Meneliti ikatan ujung-ujung kolom
- e. Menghitung beban mati yang membebani kolom terkait
- f. Menghitung beban hidup yang membebani kolom terkait
- g. Menghitung beban horizontal yang membebani kolom terkait
- h. Menghitung beban gempa yang membebani kolom terkait
- i. Meneliti faktor reduksi beban-beban

2. Mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya

Langkah-langkah cara mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.

- a. Meneliti dokumen kontrak
- b. Meneliti metode kerja yang sudah definitif
- c. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
- d. Meneliti perancangan struktur
- e. Meneliti gambar kerja (shop drawing)

3. Menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan
Langkah-langkah untuk menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metoda kerja yang definitif
 - c. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
 - d. Meneliti peraturan-peraturan yang terkait
 - e. Meneliti ikatan pada ujung-ujung kolom
 - f. Menghitung kemampuan kolom sesuai dengan material yang digunakan
 - g. Menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan
4. Merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.
Langkah-langkah untuk merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar.
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Meneliti metoda kerja yang definitif
 - c. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
 - d. Meneliti peraturan-peraturan yang terkait
 - e. Meneliti ikatan pada ujung-ujung kolom
 - f. Meneliti hasil analisis struktur
 - g. Menentukan bahan yang dipakai
 - h. Menghitung beban-beban yang menimpa kolom
 - i. Mencari jari-jari inerti
 - j. Menghitung berdasar peraturan-peraturan yang berlaku
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan Standar.
Langkah-langkah untuk memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom sesuai dengan standar,
 - a. Untuk kekuatan
 - 1) Meneliti peraturan-peraturan terkait yang berlaku
 - 2) Meneliti dimensi kolom
 - 3) Meneliti tegangan-tegangan yang terjadi

- 4) Meneliti apakah tegangan-tegangan yang terjadi \leq tegangan ijin terkait
 - 5) Jika lebih kecil \rightarrow ok
 - 6) Jika lebih besar \rightarrow hitung ulang
- b. Untuk stabilitas kolom
Meneliti perhitungan masalah tekuk
6. Membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan.
Langkah-langkah untuk membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan.
- a. Meneliti hasil perhitungan kolom
 - b. Meneliti peraturan-peraturan, ketentuan-ketentuan, dan termasuk SNI yang terkait
 - c. Membuat sketsa hasil perancangan kolom sesuai dengan hasil perhitungan

C. Sikap Kerja dalam membuat perancangan detail kolom

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data pendukung, mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya, menentukan mutu bahan kolom, merancang kolom berdasarkan bahan yang digunakan, memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom, menyeketsa hasil perancangan kolom
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB X

MERANCANG METODA PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

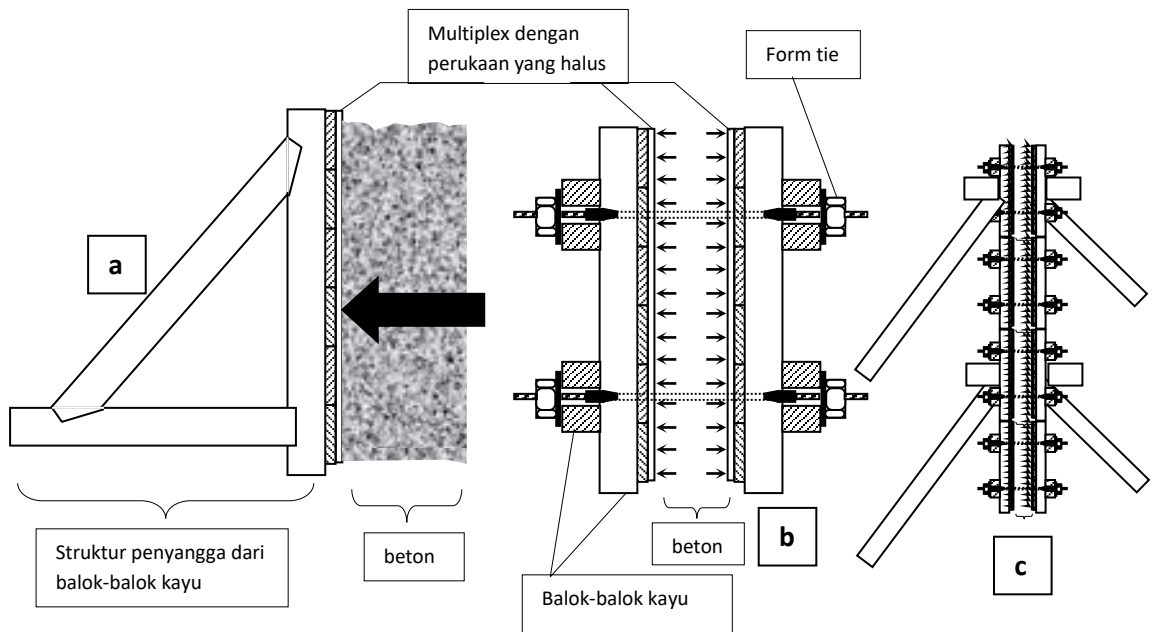
1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
 - a. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah adalah cara atau sistem pelaksanaan untuk pembangunan bangunan gedung termaksud, sehingga
 - 1) Sesuai dengan anggaran pelaksanaan
 - 2) Sesuai dengan mutu seperti dalam dokumen kontrak
 - 3) Sesuai dengan waktu pelaksanaan seperti dalam dokumen kontrak
 - b. Metode pelaksanaan masing-masing elemen konstruksi sesuai dengan hasil perancangan
Metode pelaksanaan masing-masing elemen konstruksi sesuai dengan hasil perancangan adalah cara atau sistem untuk melaksanakan elemen-elemen konstruksi dari pembangunan bangunan gedung termaksud sesuai dengan hasil perancangan dan gambar kerja yang sudah disetujui
2. Memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
 - a. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
Beberapa metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
 - 1) Untuk lokasi bangunan gedung pada remote area (daerah terpencil) ada kemungkinan dengan lebih banyak menggunakan labour intensive (padat karya) dari pada *equipment intensive* (padat alat).

Pada remote area (daerah terpencil) banyak kemungkinan tidak tersedia peralatan untuk operasional pembangunan gedung, sehingga komponen-komponen konstruksi yang kemungkinan dapat dikerjakan secara manual, akan dilaksanakan secara manual. Untuk bangunan yang lebih dari empat lantai, dan untuk mendapatkan *crane* tidak ada, maka diusahakan dengan menggunakan lift, sebagai alat transportasi vertikal untuk operasional. Beberapa yang dianjurkan dalam metode kerja pada daerah yang terpencil

a) Pekerjaan cetakan beton yang dikerjakan secara manual

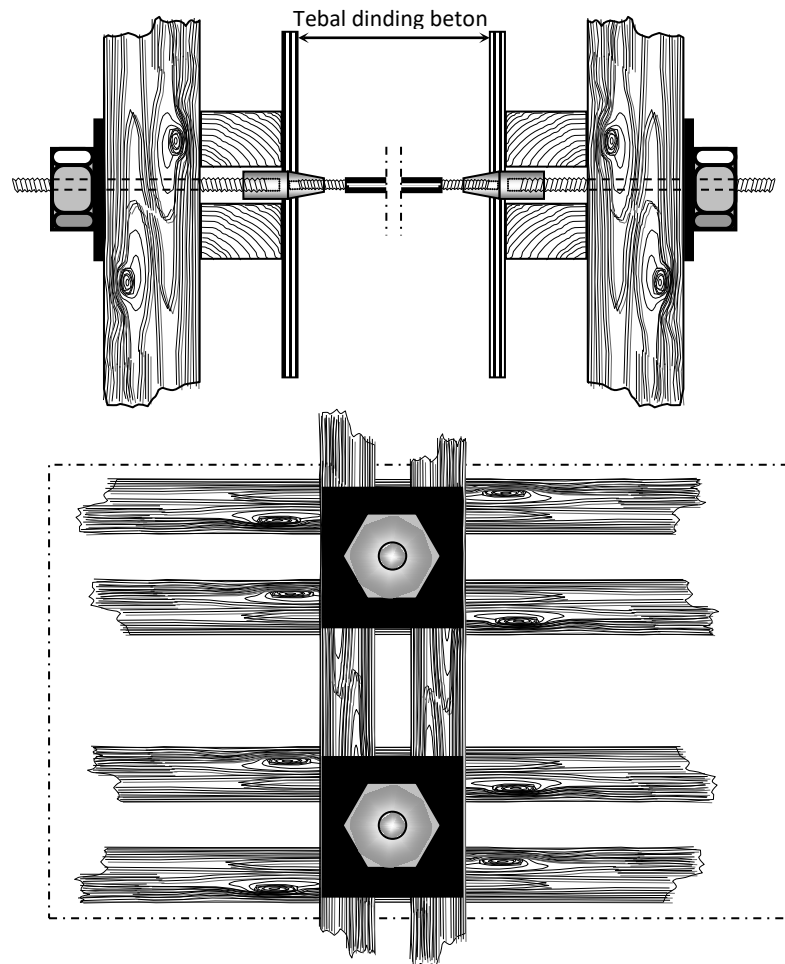
Pekerjaan cetakan beton, yang secara umum para petugas di lapangan menyebut dengan istilah bekisting, adalah merupakan pekerjaan sementara, tetapi walaupun merupakan pekerjaan sementara harus kuat untuk menahan tekanan beton yang masih cair, dan juga harus kuat jika terkena injakan para pekerja dan pukulan-pukulan yang tidak disengaja. Harus di yakini juga agar tidak berubah bentuknya selama pekerjaan pengecoran beton sampai beton menjadi keras. Untuk pekerjaan gedung bertingkat rendah cetakan beton biasanya terdiri dari bidang alas dan dinding samping saja untuk menahan beton yang masih cair. Cetakan balok beton atau pelat beton yang menggantung, beban keseluruhan harus dipikul oleh balok-balok kayu, kemudian beban dari balok-balok kayu tersebut diteruskan ke tiang-tiang penyangga dari perancah atau scaffolding. Sedangkan cetakan beton untuk konstruksi beton yang bagian bawahnya langsung didukung oleh tanah dasar, pasangan pondasi batu kali atau pasangan dinding tembok, maka jika memungkinkan untuk tidak bocor air semennya, maka bidang alas tidak perlu dipasang papan cetakan, tetapi cukup dipasang dinding cetakan samping. Khusus pada beton untuk konstruksi yang bagian bawahnya langsung didukung tanah, maka bagian bawahnya perlu dipasang lantai kerja berupa plesteran 1 pc : 5 pasir, hal ini dimaksud

untuk mendapatkan elevasi dasar beton sesuai rencana, untuk mendapatkan bidang kerja bagi para pekerja agar memudahkan bekerja bagi para pekerja, dan yang paling penting adalah agar air semennya tidak meresap kedalam tanah. Konstruksi cetakan beton harus dibuat sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar. Biasanya bahan untuk bekisting pada daerah terpencil adalah dari kayu, karena mudah pengerjaannya, tetapi sekarang sudah banyak cetakan beton dari pelat besi dan balok-balok besi profil, sehingga lebih efficient karena dapat dipakai terus dengan tidak mengalami kerusakan atau kerusakan relative sangat kecil, sedangkan dengan menggunakan bahan kayu biasanya dipakai tiga atau empat kali sudah harus diganti cetakan dindingnya. Pekerjaan cetakan beton ini sangat penting, karena selain dapat mempengaruhi kekuatan beton juga dapat mempengaruhi nilai performance dari pekerjaan keseluruhan bangunan. Pada prinsipnya cetakan beton adalah terdiri dari papan-papan yang sesuai dengan bentuk struktur yang direncanakan, dan struktur balok-balok untuk penyangga papan-papan tersebut, agar papan-papan tersebut tidak melendut dan tidak berubah posisi karena terdesak adukan beton. Untuk cetakan beton yang tipis atau untuk dinding beton dapat dibuat seperti pada gambar. Disini gaya desak dari beton disangga oleh beberapa form tie, sehingga untuk mempertahankan berdirinya cetakan untuk beton tipis ini masih perlu penyangga miring lagi,



Gambar 3.18. cetakan beton untuk dinding

Permukaan cetakan beton harus rapat, hal ini untuk menghindari mengalirnya atau merembesnya air semen keluar dari cetakan beton, yang berakibat beton pada sekeliling dari permukaan cetakan yang bocor tersebut menjadi hanya terdiri dari aggregate kasar dan sedikit aggregate halus saja, yang biasa disebut beton keropos atau honey-comb, karena air semen dan sebagian agregat halus sudah keluar. Keropos ini dapat sampai lebih dalam sehingga sudah sampai kelihatan besi betonnya; dengan demikian sudah perlu ada penanganan khusus untuk bagian keropos tersebut.



Gambar 3.19. Form-ties untuk penahan desakan horizontal pada pengecoran beton dinding.

Karena untuk daerah terpencil, kegiatan pekerjaan bekisting banyak dengan menggunakan kayu, maka dibawah ini perlu mengetahui tekanan horizontal dari pengecoran beton, seperti dibawah ini.

Gaya Horizontal Yang Diterima Oleh Cetakan Beton Akibat Dari Pengecoran Beton

Perencanaan pembuatan cetakan beton harus memperhitungkan kekuatan dari struktur cetakan beton tersebut akibat gaya yang

timbul dari beton cair yang masuk kedalam cetakan tersebut. Jika beton cair masuk kedalam cetakan beton akan memberikan tekanan ke arah horizontal pada permukaan dinding cetakan dan besarnya secara proporsional tergantung dari berat jenis beton, tinggi atau kedalaman dari cairan beton didalam cetakan tersebut, kecepatan pengecoran dan temperatur dari beton cair. Jika beton mulai mengeras, akan berubah dari cair menjadi padat, dan tekanan pada cetakan akan berkurang. Waktu yang diperlukan oleh beton menjadi keras sangat bervariasi tergantung dari suhu, semakin panas akan semakin cepat mengeras. Oleh karena itu tekanan maximum yang diberikan pada cetakan beton bergantung langsung dengan kecepatan pengisian pada cetakan tetapi kebalikannya dengan temperatur dari beton tersebut. The American Concrete Institute telah membuat rumus untuk mendapatkan tekanan maximum dengan menggunakan alat pemadat concrete vibrator didalam adukan beton.

Untuk pengecoran dinding dan dengan kecepatan pengisian beton kurang dari 213,3607 CM/jam:

$$P = 732,3615 + (35,1623 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 5^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (28,8331 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 10^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (24,4348 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 15^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (21,2008 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 20^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (18,7228 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 25^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (16,7634 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 30^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (15,1753 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 35^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (13,8621 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 40^{\circ}\text{C}$$

Hubungan antara kecepatan pengisian beton, tekanan maximum dan temperatur pada pengecoran beton untuk dinding

Kecepatan pengisian beton ke arah vertical, CM/Jam	Tekanan beton maximum, KG/M ²							
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
0	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36
30	1787,28	1597,40	1465,44	1368,42	1294,07	1235,29	1187,64	1148,24
60	2842,10	2462,35	2198,45	2004,41	1855,73	1738,17	1642,88	1564,09
90	3897,02	3327,38	2931,53	2640,47	2417,44	2241,09	2098,16	1979,97
120	4951,84	4192,33	3664,54	3276,46	2979,09	2743,97	2553,40	2395,81
150	6006,65	5057,28	4397,55	3912,45	3540,75	3246,85	3008,63	2811,65
180	7061,57	5922,31	5130,63	4548,50	4102,46	3749,78	3463,92	3227,53
210	8116,39	6787,26	5863,63	5184,50	4664,12	4252,65	3919,15	3643,37
240	8526,02	7123,16	6148,30	5431,48	4882,23	4447,94	4095,94	3804,86
270	8854,19	7392,26	6376,34	5629,34	5056,97	4604,39	4237,57	3934,24
300	9182,38	7661,38	6604,41	5827,23	5231,72	4760,86	4379,21	4063,62
450	10823,27	9006,91	7744,69	6816,59	6105,45	5543,15	5087,39	4710,51
600	12464,20	10352,47	8884,99	7805,97	6979,18	6325,45	5795,58	5357,41

Nilai-nilai dalam tabel ini terbatas hanya sampai 9764.82 KG/M².

Sumber dari Peurifoy dengan judul *Construction Planning, Equipment, and Methods*

Untuk pengecoran dinding dan dengan kecepatan pengisian beton lebih dari 213,3607 CM/jam:

$$P = 5900,5667 + (10,9394 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 5^{\circ}\text{C}$$

$$P = 4970,2867 + (8,9703 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 10^{\circ}\text{C}$$

$$P = 4323,8400 + (7,6019 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 15^{\circ}\text{C}$$

$$P = 3848,4867 + (6,5958 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 20^{\circ}\text{C}$$

$$P = 3484,2633 + (5,8249 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 25^{\circ}\text{C}$$

$$P = 3196,2667 + (5,2153 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 30^{\circ}\text{C}$$

$$P = 2962,8467 + (4,7212 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 35^{\circ}\text{C}$$

$$P = 2769,8267 + (4,3126 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 40^{\circ}\text{C}$$

(Catatan: tekanan maximum untuk rumus ini terbatas samapai 9764,82 KG/M².)

Hubungan antara kecepatan pengisian beton, tekanan maximum dan temperatur pada pengecoran beton untuk kolom

Kecepatan pengisian beton ke arah vertical, CM/Jam	Tekanan beton maximum, KG/M ²							
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
0	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36	732,36
30	1787,28	1597,40	1465,44	1368,42	1294,07	1235,29	1187,64	1148,24
60	2842,10	2462,35	2198,45	2004,41	1855,73	1738,17	1642,88	1564,09
90	3897,02	3327,38	2931,53	2640,47	2417,44	2241,09	2098,16	1979,97
120	4951,84	4192,33	3664,54	3276,46	2979,09	2743,97	2553,40	2395,81
150	6006,65	5057,28	4397,55	3912,45	3540,75	3246,85	3008,63	2811,65
180	7061,57	5922,31	5130,63	4548,50	4102,46	3749,78	3463,92	3227,53
210	8116,39	6787,26	5863,63	5184,50	4664,12	4252,65	3919,15	3643,37
240	9171,31	7652,30	6596,72	5820,55	5225,83	4755,58	4374,43	4059,25
270	10226,12	8517,25	7329,72	6456,54	5787,48	5258,46	4829,67	4475,10
300	11281,05	9382,28	8062,80	7092,60	6349,19	5761,39	5284,95	4890,98
360	13390,78	11112,27	9528,89	8364,65	7472,56	6767,19	6195,47	5722,70
450	16555,34	13707,20	11727,99	10272,68	9157,58	8275,87	7561,22	6970,27
600	21829,73	18032,21	15393,25	13452,84	11966,03	10790,41	9837,54	9049,59

Nilai-nilai dalam tabel ini terbatas hanya sampai 14647,23 KG/M².

Sumber dari Peurifoy dengan judul *Construction Planning, Equipment, and Methods*

Untuk kolom:

$$P = 732,3615 + (35,1623 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 5^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (28,8331 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 10^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (24,4348 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 15^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (21,2008 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 20^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (18,7228 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 25^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (16,7634 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 30^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (15,1753 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 35^{\circ}\text{C}$$

$$P = 732,3615 + (13,8621 \times V) \text{ untuk temperatur beton } 40^{\circ}\text{C}$$

(Catatan: tekanan maximum untuk rumus ini terbatas samapai 14647,23 KG/M².)

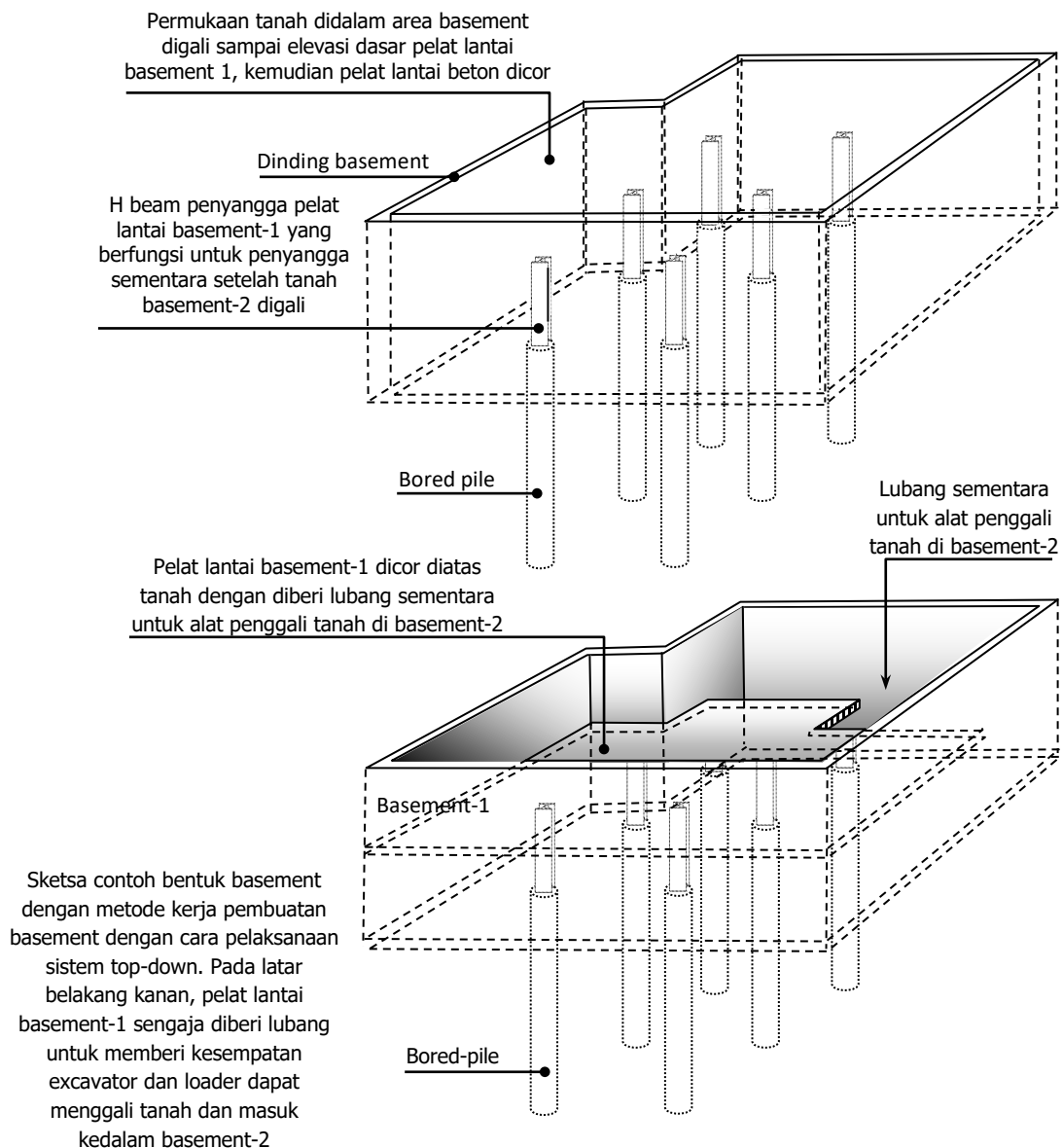
- b) Peran perencana dalam menghitung pembesian juga harus memperhitungkan jarak bersih antara besi, jangan sampai terjadi agregat kasar tertahan oleh anyaman besi beton sehingga dibawah anyaman akan keropos. Posisi yang demikian bisa terjadi misalnya pada pertemuan empat balok dengan sebuah kolom



Gambar 3.20 Pemasangan besi beton pada pertemuan empat balok dan sebuah kolom, dimana ada kemungkinan terjadi jarak bersih antara besi lebih kecil dari persyaratan minimum jaraknya, sehingga agregat kasar banyak yang menyangkut, mengakibatkan keropos dibawahnya.

- 2) Untuk lokasi bangunan gedung pada daerah perkotaan yang mudah mendapatkan peralatan akan lebih banyak menggunakan *equipment intensive* (padat alat) dari pada *labour intensive*. Hal semacam ini akan lebih efisien karena dengan cara padat alat akan lebih murah dan lebih cepat.
- 3) Untuk gedung dengan basement, dapat dengan metode top-down, pelaksanaan pembangunan ke atas dan basement dapat dikerjakan secara simultan. Secara umum untuk melaksanakan kegiatan pembangunan perlu dengan metode kerja yang efficient dan effective. Hal ini institusi pembangun dalam bersaing selalu menggunakan metode kerja yang membuat hasil akhir yang murah, tepat mutu dan tepat waktu. Pekerjaan pembangunan gedung bertingkat tinggi, salah satu metode sekarang dikenal dengan

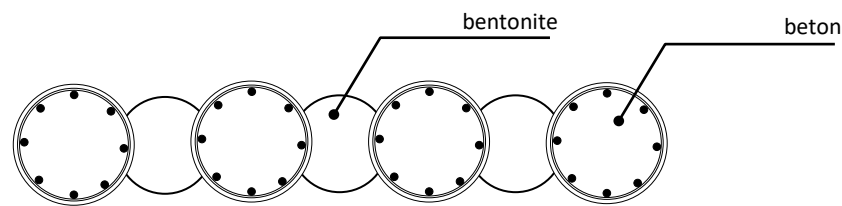
menggunakan metode top-down, dalam arti sebagian struktur basement diselesaikan sedemikian, sehingga ada bagian basement yang cukup kuat untuk menahan dan menanggulangi proses pelaksanaan beberapa lantai struktur yang diatas, dan sementara pekerjaan penyelesaian basement dikerjakan, juga dapat dilaksanakan secara simultan dengan pekerjaan struktur bagian atas. Secara garis besar, uraian urutan pekerjaannya dilaksanakan seperti berikut dibawah ini



Dinding basement dan pondasi bored-pile dapat dilaksanakan secara simultan. Dinding basement juga berfungsi sebagai diaphragm-wall, dinding penahan tanah, penyangga gaya horizontal yang diterima pelat lantai, dan termasuk juga sebagai dewatering system. Pada bagian basement-2 perpanjangan dari salah satu bored-pile dimana rencana kolom dipasang pada basement-2, dipasang steel-H-beam atau dapat juga dengan menggunakan pipa baja (disebut king-post), untuk penyangga sementara pelat lantai basement-1 nantinya setelah tanah pada basement-2 digali. Penggalan tanah dimulai dari basement-1, sampai mencapai elevasi pelat lantai basement-1. Penggalan tanah ini dibentuk sesuai dengan rencana pelat lantai basement-1 termasuk rencana balok-baloknya, dan dipadatkan secukupnya, kemudian dilapisi dengan papan-papan cetakan. Ada keuntungannya karena pembetonan pelat lantai basement-1 tidak perlu menggunakan scaffolding, karena masih disangga oleh tanah. Pengecoran pelat lantai ini perlu ada bagian yang ditunda pengecorannya, sedemikian sehingga cukup untuk memberi jalan peralatan/mesin penggali tanah masuk kedalam basement-2. Peralatan/mesin yang dipakai seyogyanya menggunakan track-loader, dengan cara membuat ramp sampai masuk kedalam basement-2. Penggalan tanah pada basement-2 dilaksanakan sampai elevasi pelat lantai basement-2, dan kemudian pelat lantai basement-2 dicor beton. Kolom-kolom pada basement-2, termasuk kolom king-post juga dicor, sehingga sepenuhnya dapat menahan beban sesuai rencana. Kolom king-post ikut tertanam dalam beton, sehingga merupakan kolom komposit. Sementara ini pelaksanaan untuk struktur mulai dari lantai-1 keatas dapat dimulai dilaksanakan simultan dengan penyelesaian basement-1 dan basement-2.

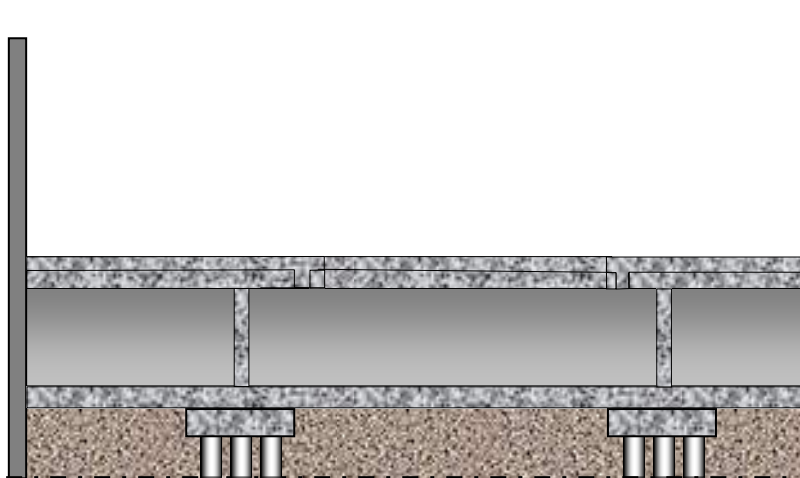
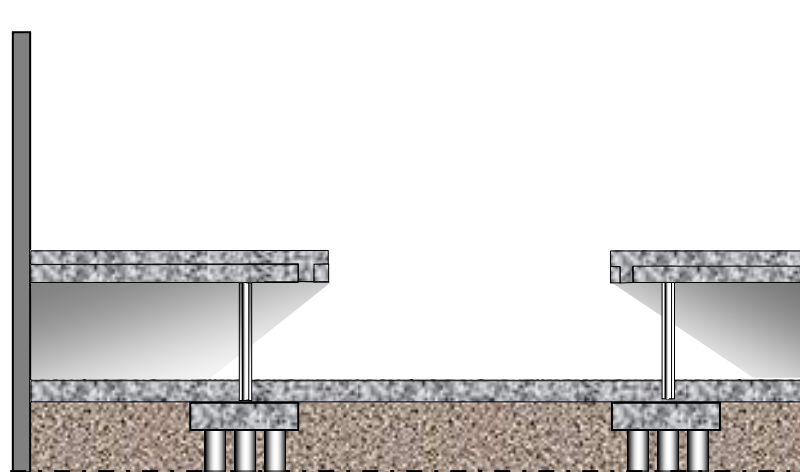
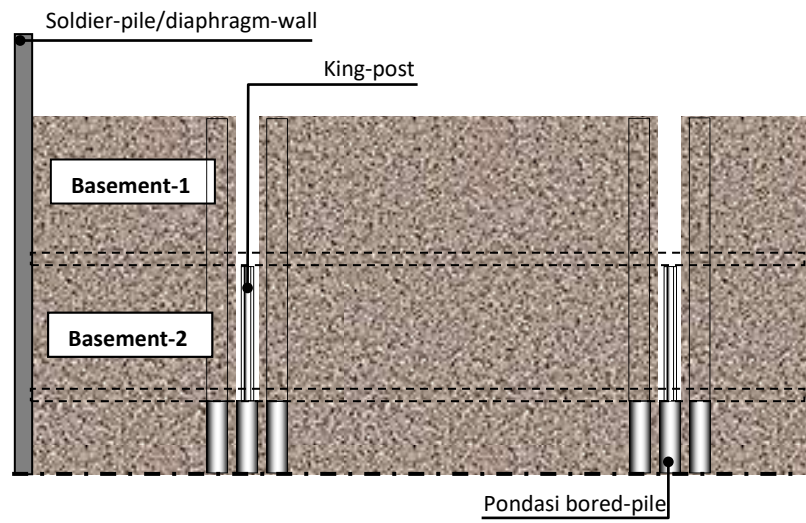
Pelaksanaan Pembuatan Dinding Penahan Tanah Pada Basement

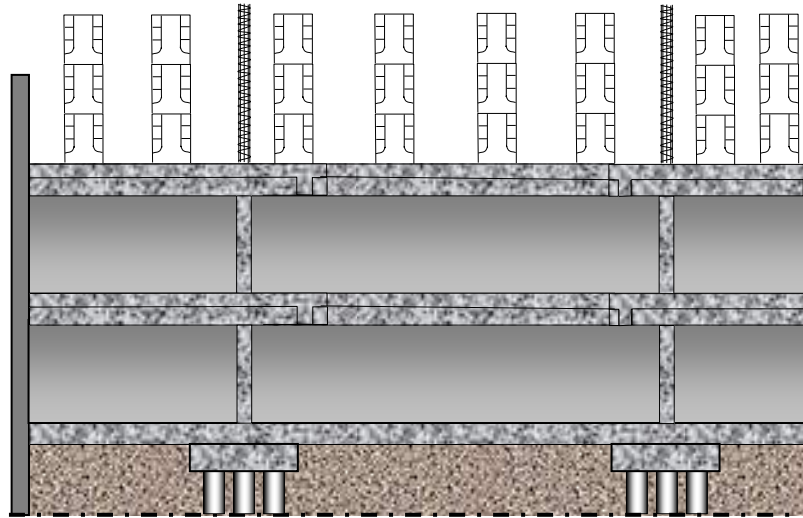
Pembuatan dinding basement ini pada dasarnya adalah juga merupakan dinding penahan tanah, yang sekaligus dapat berfungsi untuk dewatering dan penahan gaya horizontal untuk pelat lantai basement. Pembuatan dinding basement dapat dilaksanakan dengan beberapa cara, diantaranya dengan membuat bored-pile dari beton yang diselingi dengan bored-pile dari bentonite, yang biasa disebut *contiguous-pile* atau ada yang menyebut sebagai *soldier-pile*; atau dapat juga dengan cara seperti pelaksanaan *diaphragm-wall*. Pembuatan dinding basement dengan bored-pile beton dan bentonite, dengan cara pengerjaannya selang-seling. Bored-pile yang diisi dengan bentonite, sebelum bentonitenya terlalu keras, diantaranya harus segera dibor untuk diselingi dengan bored-pile yang diisi dengan beton.



Gambar 254. Dinding penahan tanah

Untuk menghindari longsornya tanah yang terlalu banyak sewaktu pengeboran, cara pengeboran dari bored-pile yang sejenis, dibuat dengan cara loncat selang satu titik dari bored-pile yang sejenis pula. Kedalaman dan diameter dari bored-pile tergantung dari perhitungan kekuatan, berdasarkan ketinggian basement, jenis tanah, dan beban perkiraan gaya horizontal yang ada dari bangunan disebelahnya.





Kegiatan pekerjaan struktur diatas sudah dapat dimulai, sementara masih penyelesaian basement-1 dan basement-2

Beberapa keuntungan dengan metode kerja top-down, diantaranya adalah,

- Dengan dibuatnya diaphragm-wall atau soldier-pile ataupun sistem dinding cara lain, akan merupakan bagian dari dewatering, karena sudah dapat mencegah sebagian dari kecepatan aliran air tanah masuk kedalam basement. Sehingga kapasitas sump-pump dapat berkurang.
- Dengan dibuatnya struktur lantai basement dan kombinasi dengan adanya diaphragm-wall/soldier-pile, akan merupakan penahan terhadap tekanan tanah aktif yang bekerja kearah dalam basement. Sehingga dalam kegiatan pembangunan ini sudah tidak perlu adanya sistem penahan tanah sementara, berarti juga akan merupakan penghematan biaya.
- Dengan dibuatnya cetakan beton untuk balok dan pelat lantai basement-1 diatas tanah galian, akan merupakan penghematan biaya, karena tidak perlu lagi scaffolding untuk penyangganya.

- Dapat mempersingkat waktu, karena pekerjaan struktur diatas dapat dikerjakan secara simultan dengan pekerjaan penyelesaian basement-1 dan basement-2.
 - Dapat direncanakan dengan perhitungan kekuatan struktur untuk king-post, sehingga jika dapat untuk menahan beban struktur diatasnya (misalnya beban struktur sampai lantai-3 atau lantai-4), maka pelaksanaan struktur atas ini dapat langsung dikerjakan secara simultan dengan pelaksanaan basement, setelah struktur balok dan pelat lantai basement-1 selesai dikerjakan. Dengan demikian akan lebih mempercepat durasi pelaksanaan proyek tersebut.
 - Jika luas lantai memungkinkan untuk dibagi beberapa blok (karena sangat luas), pekerjaan pembuatan balok dan pelat lantai basement dapat dikerjakan secara simultan dengan pekerjaan penggalian tanahnya.
- 4) Untuk bangunan gedung yang tipikal dan banyak, dapat dengan menggunakan struktur *precast*.
Metode pelaksanaan dengan menggunakan *precast* dianjurkan sampai enam lantai saja
- 5) Kombinasi top-down dan precast
- b. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien.
Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien adalah, dengan melihat kondisi bangunan
- 1) Berdekatan dengan bangunan yang sensitive terhadap getaran
 - 2) Bangunan gedung letaknya di daerah remote area
 - 3) Kerangka dengan precast
- Jika kondisi memungkinkan, maka kedua cara tersebut dibawah ini adalah sangat efektif dan efisien
- 1) Top-down dengan *equipment intensife* (akan dibahas untuk bangunan gedung bertingkat tinggi)

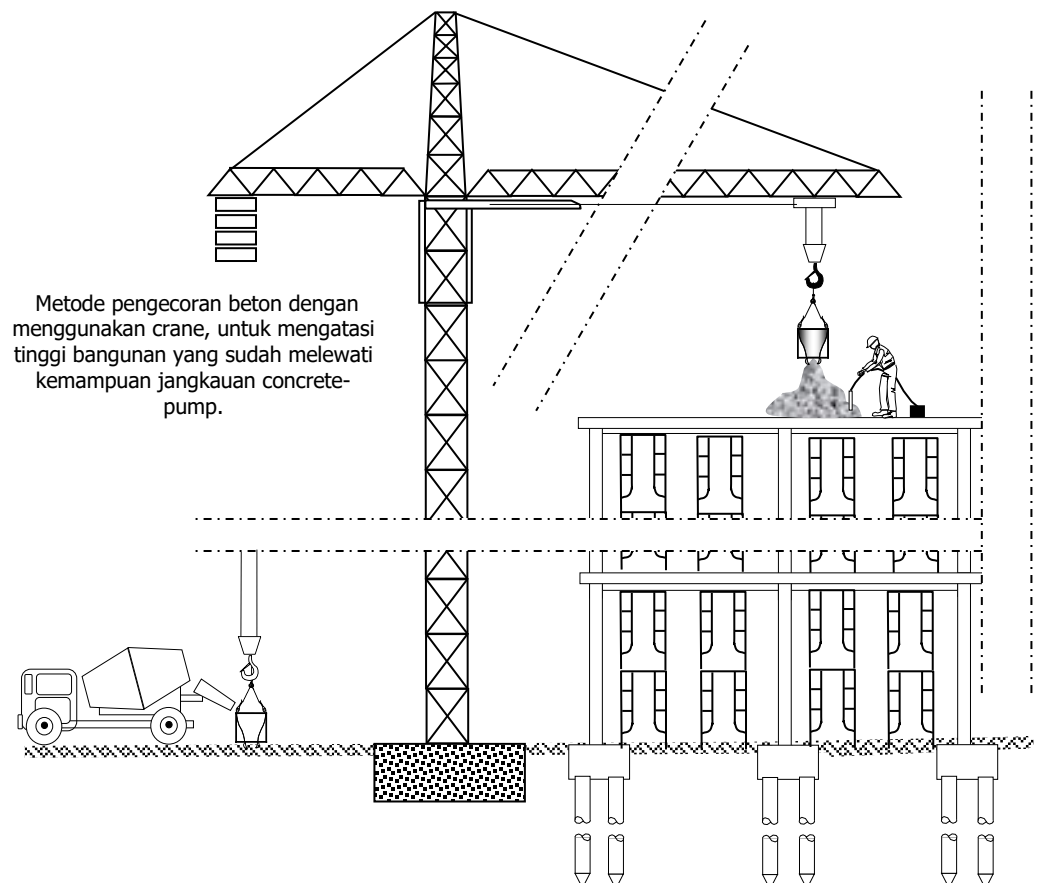
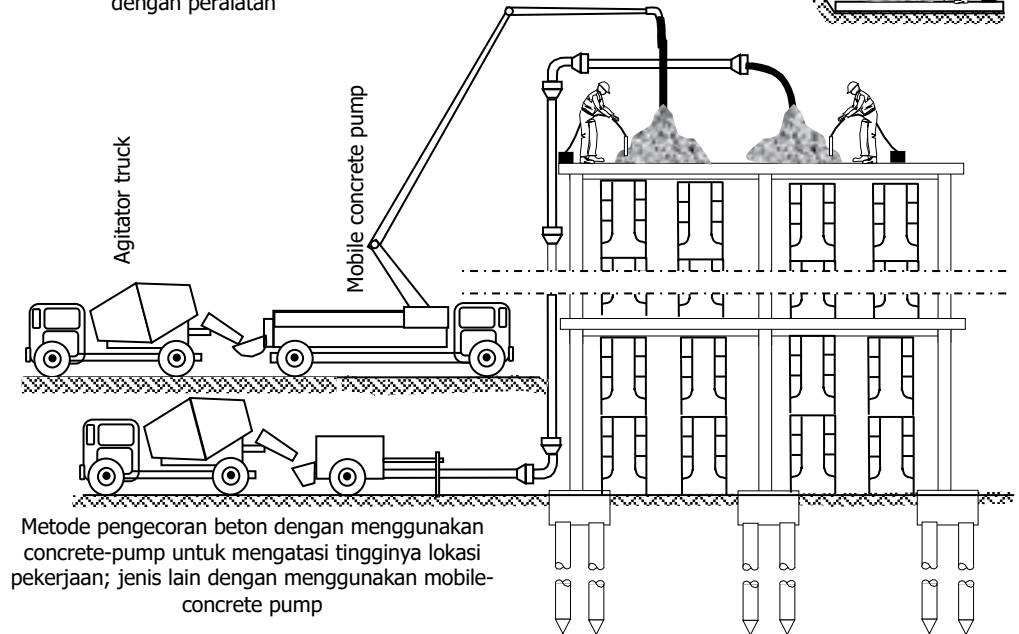
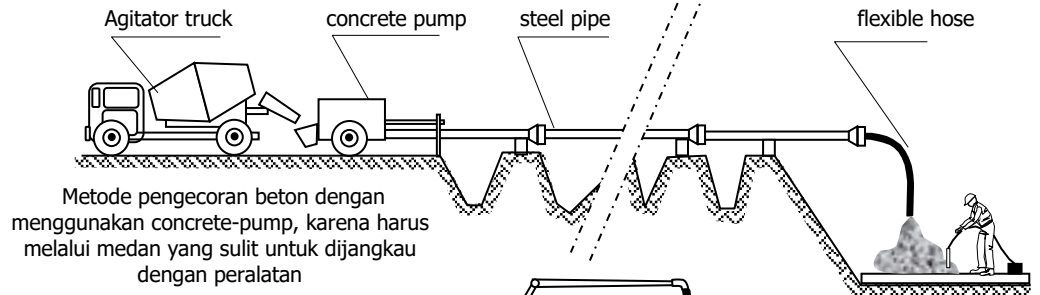
2) Kombinasi antara top-down dengan precast dengan *equipment intensive*

Jika letak bangunan pada daerah yang terpencil, maka dengan terpaksa menggunakan banyak tenaga orang atau *labour intensive*.

Dibawah ini akan disajikan dengan metode yang sederhana

Metode yang sederhana dengan menggunakan cara *equipment intensive* (padat alat)

Pekerjaan struktur gedung dimaksud disini adalah gedung bertingkat banyak. Untuk gedung atau rumah sederhana tidak banyak kesulitan. Untuk pekerjaan pengecoran balok, pelat lantai dan kolom dapat dilaksanakan dengan beberapa kemungkinan, tergantung kondisi setempat, diantaranya dapat menggunakan concrete pump, tower (lift), atau crane



Untuk pengecoran diatas 12,00 m maka lebih baik dengan menggunakan lift/tower atau crane tergantung dari kondisi dilapangan. Untuk area konstruksi yang sangat sempit dan bangunannya kurang dari 8 lantai lebih baik menggunakan lift/tower, selain juga pengadaan dan operasionalnya lebih murah. Tetapi untuk bangunan yang sangat tinggi perlu dipertimbangkan dengan menggunakan crane.

3. Menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah
 - a. Kondisi lapangan yang dapat mempengaruhi metoda pelaksanaan
Kondisi lapangan yang dapat mempengaruhi metoda pelaksanaan adalah, kondisi dari
 - 1) Bangunan sekeliling
Jenis bangunan-bangunan yang sangat sensitiv, yang dapat mempengaruhi metode pelaksanaan diantaranya adalah,
 - a) Bangunan yang dilindungi pemerintah
 - Masjid Istiqlal, Jakarta
 - Gereja depan setasiun Gambir, Jakarta
 - Mesjid Cut Mutia, Jakarta
 - Gereja blenduk, Semarang
 - b) Bangunan yang rentan terhadap getaran-getaran, dan polusi suara
 - Gedung laboratorium
 - Gedung rumah sakit
 - Gedung sekolah
 - c) Tempat ibadah
 - 2) Geoteknik
 - a) Tanah yang mudah bergerak dan atau sliding
 - b) Format tanah banyak berongga (*cavities*)
 - 3) Sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah
 - a) Tanah dan atau air tanah yang mengandung unsur sulfat
 - b) Tanah clay yang mempunyai muai susut yang besar

- 4) Kondisi geografi tanah
 - a) Daerah perbukitan
 - 5) Kondisi lingkungan
 - a) Pada dekat dengan daerah paberik
 - 6) Sosial masyarakat sekeliling
 - 7) Ketersediaan bahan bangunan dan ketersediaan peralatan operasional untuk pembangunan
 - a) Daerah terpencil
 - 8) Ketersediaan sumber daya manusia untuk operasiaonal pekerjaan bangunan gedung
 - 9) Kemudahan akses jalan masuk
- b. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan
- Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan adalah, cara pelaksanaan pembangunan gedung sedemikian dengan mempertimbangkan kondissi sekeliling dan memperhitungkan kondisi sekeliling, sehingga didapat cara penyelesaian yang cepat, tepat dan murah.
- Beberapa metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan, diantaranya,
- 1) Melaksanakan struktur atas bangunan bertingkat rendah dengan bahan beton cor insitu
 - 2) Melaksanakan struktur atas bangunan bertingkat rendah dengan bahan beton, dengan metode *top-down*
 - 3) Melaksanakan struktur atas bangunan bertingkat rendah dengan bahan beton dengan *precast(precast-prestressed-concrete)*
 - 4) Melaksanakan struktur atas bangunan bertingkat rendah dengan bahan baja (konstruksi baja)
 - 5) Melaksanakan struktur atas bangunan bertingkat rendah dengan bahan komposit

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan hasil perancangan.

Langkah-langkah untuk mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah sesuai dengan hasil perancangan.

- a. Meneliti fungsi bangunan gedung sesuai dokumen kontrak
- b. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
- c. Meneliti jadwal
- d. Meneliti sop drawing (gambar kerja) yang sudah disetujui

2. Memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien.

Langkah-langkah untuk merancang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah yang paling efektif dan efisien.

- a. Meneliti fungsi bangunan gedung dokumen kontrak
- b. Meneliti kondisi sekeliling bangunan
- c. Meneliti letak bangunan gedung
- d. Meneliti sifat mekanis dan sifat fisik tanah
- e. Meneliti tinggi muka air tanah
- f. Meneliti lokasi dari rencana bangunan gedung
- g. Meneliti kondisi sosial sekeliling

3. Menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan.

Cara untuk menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan.

- a. Rapat koordinasi dengan tenaga ahli yang sudah pengalaman
- b. Rapat koordinasi dengan bagian perencanaan
- c. Meneliti kondisi sekeliling, batas persil, bangunan sekeliling, dan kondisi sosial masyarakat
- d. Meneliti sifat-sifat fisik tanah dan sifat-sifat mekanis tanah

- e. Meneliti kedalaman muka air tanah
- f. Menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat rendah berdasarkan kondisi lapangan

C. Sikap Kerja dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas, memilih metode pelaksanaan, menentukan metode pelaksanaan struktur atas,
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

BAB XI

MEMBUAT LAPORAN HASIL PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT RENDAH

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

1. Menyiapkan data untuk membuat laporan

a. Format laporan sesuai ketentuan

Format laporan sesuai ketentuan adalah blanko format untuk mengisi semua data-data yang terkait.

Setiap institusi mempunyai format yang berbeda, tetapi pada prinsipnya terbagi setiap elemen konstruksi, kemudian masing masing elemen konstruksinya disebutkan metode kerja dan bahan yang akan dipakai

b. Data yang dibutuhkan

Data yang dibutuhkan adalah data-data dari elemen-elemen konstruksi yang dibutuhkan untuk perancangan struktur atas bangunan gedung. Data-data tersebut diantaranya adalah,

- 1) Kondisi sekeliling
- 2) Kondisi geoteknik
- 3) Metode kerja
- 4) Bahan bangunan yang dibutuhkan
- 5) Peralatan yang dibutuhkan
- 6) Sumber daya manusia yang dibutuhkan
- 7) *Bill of quantity*

2. Menyusun kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung

a. Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung

Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung adalah perancangan struktur atas bangunan gedung, dengan norma, ketentuan, dan standar SNI yang berlaku, untuk mewujudkan bangunan gedung yang handal

b. Penyusunan laporan akhir

Penyusunan laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur, adalah format laporan untuk konsumsi ahli perencana untuk merancang struktur atas bangunan gedung.

Dari laporan akhir ini ahli perencana teknik bangunan gedung dapat menentukan,

- 1) Beban-beban yang definitif yang akan dipakai dalam perhitungan
- 2) Jenis dan type struktur bawah
- 3) Alternatif metode pelaksanaan

3. Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung

a. Membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai

Cara membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai adalah

- 1) Menghitung beban berat sendiri pelat

Berat sendiri dari beton adalah 23 – 24 kN per M³.

- 2) Menghitung beban mati terhadap pelat

Tergantung fungsi gedung, harus sesuai dengan SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

- 3) Menghitung beban hidup terhadap pelat

Tergantung fungsi gedung, harus sesuai dengan SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

b. Membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak

Cara membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak adalah

- 1) Menghitung beban berat sendiri balok induk dan balok anak

Berat sendiri dari beton adalah 23 – 24 kN per M³.

- 2) Menghitung beban mati terhadap balok induk dan balok anak dari pelat lantai

3) Menghitung beban hidup terhadap balok induk dan balok anak dari pelat lantai

c. Membuat perhitungan beban yang diterima kolom

Cara membuat perhitungan beban yang diterima kolom

- 1) Menentukan kelangsingan kolom
- 2) Menghitung beban yang diterima oleh kolom
- 3) Menghitung eksentrisitas

4. Membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung

a. Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja

Perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja dapat dijelaskan sebagai berikut, bahwa hasil analisis struktur atas bangunan gedung akan tergantung dengan metode kerja dan bentuk-bentuk dari gedung. Bentuk yang persegi empat akan lebih stabil dibanding dengan bentuk L, U, T, dan metode kerjanya pun akan mempengaruhi terhadap analisis strukturnya. Metode top-down, cor-in situ, *precast*, *pre stressed*, akan berlainan analisis strukturnya

b. Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.

Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung adalah, perancangan struktur untuk bangunan gedung yang disesuaikan dengan kondisi gedung, dengan mengacu untuk masing-masing struktur pada:

- 1) SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain
- 2) Struktur beton sesuai dengan SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- 3) Struktur beton komposit sesuai dengan

a) SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

b) SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

4) Struktur baja sesuai dengan SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

5. Menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas

a. Gambar detail balok induk dan balok anak

Gambar detail balok induk dan balok anak adalah gambar :

1) Untuk beton , harus menunjukkan

a) Jenis balok (balok T atau persegi empat, atau bentuk lainnya)

b) Tebal selimut beton

c) Mutu beton

d) Diameter besi utama dan besi sengkang

e) Jumlah besi utama dan besi sengkang

f) Bentuk besi beton

g) Jarak besi sengkang

h) Jarak besi utama

i) Jarak masing-masing balok

2) Untuk baja, harus menunjukkan

a) Mutu baja

b) Ukuran dan Jenis baja

c) Jarak masing-masing balok

3) Untuk komposit beton

a) (lihat diatas)

b) Jarak besi untuk shear connector

b. Gambar detail pelat lantai

Gambar detail pelat lantai adalah

1) Untuk beton , harus menunjukkan

a) Gambar pembesian pelat yang menunjukkan lapis rangkaian besi beton yang mana bagian atas dan yang mana yang bawah

- b) Gambar pembesian untuk tingkat ke berapa
- c) Ukuran diameter besi beton
- d) Bentuk besi beton
- e) Jarak besi beton
- 2) Untuk baja, harus menunjukkan
 - a) Mutu pelat baja
 - b) Jenis pelat baja
 - c) Tebal pelat baja
 - d) Untuk komposit (lihat diatas)
- 3) Untuk komposit beton harus menunjukkan
 - a) (lihat diatas)
 - b) Jarak besi untuk shear connector
- c. Gambar detail kolom
Gambar detail kolom adalah,
 - 1) Untuk beton harus menunjukkan
 - a) Jenis kolom (kolom persgi empat, bulat, bersegi-segi, atau bentuk lainnya)
 - b) Tebal selimut beton
 - c) Mutu beton
 - d) Diameter besi utama dan besi sengkang
 - e) Jumlah besi utama dan besi sengkang
 - f) Bentuk besi beton
 - g) Jarak besi sengkang
 - h) Jarak besi utama
 - i) Jarak masing-masing kolom
 - 2) Untuk baja harus menunjukkan
 - a) Mutu baja
 - b) Jenis baja
 - c) Bentuk dan jumlah baja
 - d) Alat sambung baja

- e) Jarak masing-masing kolom
- 3) Untuk komposit baja dan beton harus menunjukkan
 - a) (lihat diatas)
 - b) Jarak besi untuk shear connector
- 4) Untuk kayu harus menunjukkan
 - a) Mutu kayu
 - b) Kelas kuat kayu
 - c) Hubungan kayu
 - d) Dimensi kayu
 - e) Jumlah dan posisi kayu
- d. Gambar detail rangka atap
Gambar detail rangka atap adalah
 - 1. Untuk beton harus menunjukkan
 - a) (lihat balok beton)
 - b) Sistem (kerangka, pelat dsb)
 - 2. Untuk baja harus menunjukkan
 - a) (lihat balok baja)
 - b) Sistem kerangkanya
 - 3. Untuk baja ringan harus menunjukkan
 - a) Mutu baja ringan
 - b) Sistem kerangkanya
 - c) Alat sambung
 - d) Ukuran
 - e) Jenis baja ringan
 - 4. Untuk komposit harus menunjukkan
 - a) (lihat balok baja)
 - 5. Untuk kayu harus menunjukkan
 - a) Mutu kayu
 - b) Kelas kuat kayu
 - c) Dimensi kayu
 - d) Jumlah dan posisi kayu

- e) Alat sambung kayu
- f) Sistem kerangka
- e. Gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal
Gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal adalah gambar pekerjaan mekanikal dan elektrikal yang harus menunjukkan
 - 1) Untuk mekanikal
 - a) Jenis mesin
 - b) Kapasitas mesin
 - c) Posisi mesin
 - 2) Untuk elektrikal
 - a) Gambar instalasi listrik
 - b) Daya yang dipakai
 - c) Gambar kabel pentanahan
 - d) Gambar instalasi penangkalpetir
- f. Gambar detail pekerjaan plambing
Gambar detail pekerjaan plambing adalah gambar pekerjaan plambing yang harus menunjukkan:
 - 1) Gambar jalur
 - a) Pipa air bersih
 - b) Pipa air panas
 - c) Pipa air kotor/pipa buangan
 - d) Pipa ven
 - 2) Pompa sirkulasi air panas
 - 3) Gambar interceptor
 - 4) Gambar lubang pembersihan
 - 5) Gambar bak kontrol
- g. Gambar detail hasil perancangan struktur atas
Gambar detail hasil perancangan struktur atas adalah gambar yang lengkap untuk pekerjaan struktur atas, dibuat urutan sedemiakian sehingga dapat dibuat untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan

6. Menyusun laporan hasil perancangan struktur atas

a. Format yang ada (existing)

Format yang ada (existing) adalah format gambar yang telah ditentukan sedemikian sehingga merupakan urutan gambar yang mudah dimengerti dan dapat dilaksanakan dilapangan

b. Isi laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan

Isi laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan adalah berisi tentang:

- 1) Gambar-gambar hasil perancangan
- 2) Perhitungan struktur atas
- 3) *Bill of Quantity*
- 4) Spesifikasi teknik

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

1. Menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan.

Cara menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan

- a. Data-data dikelompokkan sesuai elemen-elemen konstruksi yang dibutuhkan
- b. Data-data diurutkan sesuai kebutuhan perancangan struktur atas bangunan gedung
- c. Data-data dimasukkan dalam format yang sudah ditentukan

2. Menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan.

Langkah-langkah menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan.

- a. Format data-data yang telah terisi diseleksi sesuai elemen-elemen konstruksinya
- b. Format data-data disusun sesuai kebutuhan perancangan dan untuk kebutuhan laporan

3. Menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.
Langkah-langkah untuk menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur
 - a. Meneliti dokumen kontrak
 - b. Membuat laporan dalam format yang sudah ditentukan tentang kondisi teknis sekeliling
 - c. Membuat laporan dalam format yang sudah ditentukan tentang sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanis dari tanah sekeliling
 - d. Membuat laporan beban-beban terkait dalam format yang sudah ditentukan
 - e. Menerapkan semua SNI yang terkait dengan elemen-elemen konstruksi
4. Menentukan jarak, arah, dan besarnya gaya-gaya
Cara menentukan jarak, arah, dan besarnya gaya-gaya adalah dengan menggunakan dalil-dalil analisis struktur, sedemikian besarnya sehingga mendapatkan dimensi semua elemen struktur atas bangunan gedung, untuk mewujudkan bangunan gedung yang handal
5. Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan kondisi gedung.
Langkah-langkah untuk membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung adalah
 - a. Menganalisis data-data yang terdapat dalam format laporan
 - b. Menentukan lokasi beban-beban yang bekerja pada struktur atas bangunan gedung
 - c. Menentukan jarak, arah, dan besarnya gaya-gaya tersebut
 - d. Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung
6. Membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.

Cara untuk membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.

- a. Meneliti dokumen kontrak
- b. Meneliti kondisi sekeliling gedung
- c. Meneliti rencana anggaran pelaksanaan
- d. Meneliti kondisi gedung
- e. Meneliti metode kerja yang definitif
- f. Membuat perancangan struktur pelat lantai sesuai dengan kondisi gedung.
- g. Membuat perancangan balok induk dan balok anak sesuai dengan kondisi gedung.
- h. Membuat perancangan struktur kolom sesuai dengan kondisi gedung.
- i. Membuat perancangan bangunan dengan gempa sesuai dengan kondisi gedung.

7. Menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan.

Cara menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan adalah dengan susunan sebagai berikut.

- a. Gambar peta lokasi gedung
- b. Mencantumkan sekala dari masing-masing gambar elemen-elemen struktur atas gedung
- c. Gambar tampak struktur atas gedung
- d. Gambar potongan struktur atas gedung
- e. Gambar elemen-elemen struktur atas gedung
- f. Gambar potongan dari elemen-elemen struktur atas gedung
- g. Gambar elektrikal dan mekanikal
- h. Gambar instalasi penangkal petir
- i. Gambar plambing

8. Menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan.

langkah-langkah untuk menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas sesuai dengan format yang telah ditentukan.

- a. Menyiapkan bundel laporan hasil perancangan struktur atas
- b. Menyiapkan surat pengiriman kepada unit kerja terkait
- c. Menyiapkan surat tanda terima

C. SikapKerja dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat rendah

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyeleksi data untuk membuat laporan, menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung, menentukan jarak, arah, dan besarnya gaya-gaya, membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas, membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung, menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas, menyiapkan laporan hasil perancangan struktur atas
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

DAFTAR PUSTAKA

A. Dasar Perundang-undangan

1. Peraturan presiden republik indonesia nomor 73 tahun 2011 tentang pembangunan bangunan gedung negara
2. Peraturan menteri pekerjaan umum nomor 24/PRT/M/2007 tanggal 9 agustus 2007 tentang pedoman teknis izin mendirikan bangunan gedung
3. Peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 25/PRT/M/2007 tanggal 9 agustus 2007 tentang pedoman tim ahli bangunan gedung Peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 26/PRT/M/2007 tanggal 9 agustus 2007 tentang pedoma sertifikat laik fungsi bangunan gedung
4. Peraturan pemerintah republik indonesi nomor 36 tahun 2005 tentang peraturan pelaksanaan undang-undang nomor 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung
5. Peraturan pemerintah republik indonesia nomor 29 tahun 2000 tentang penyelenggaraan jasa konstruksi
6. Menteri pekerjaan umum republik indonesia peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 45/PRT/M/2007 tentang pedoman teknis pembangunan bangunan gedung negara
7. Pedoman umum rencana tata bangunan dan lingkungan
8. Undang-undang republik indonesia nomor 18 tahun 1999 tentang jasa konstruksi bangunan gedung
9. Undang-undang republik indonesia nomor 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung

B. Buku Referensi

1. SNI 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain
2. SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Banunan Gedung
3. SNI 7973 :2013 Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu
4. SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

5. Amien sajekti, *Metode Kerja Bangunan Sipil*, Penerbit Graha Ilmu Yogyakarta
6. American Institute Of Timber Construction, *Timber Construction Manual*, John Wiley & Sons.
7. R. L. Peurifoy, *Construction Planning, Equipment, And Methods*, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd
8. Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
9. Ir. Gideon H. Kusuma M. Eng, DR. Ir. TakimAndriono, *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang Di Daerah Rawan Gempa*, Penerbit Erlangga
10. Ir. Heinz Frick, *Pengaturan Organisasi Bangunan*, Penerbit Kanisius.
11. J. Kwantes, J. Klaver en P. Winters, *Ilmu Bangunan*, bagian 1, Alih Bahasa oleh E. Diraatmadja, Penerbit Erlangga.
12. A. Pijl, C de Weert, *Ilmu Bangunan*, bagian 2, Alih Bahasa oleh E. Diraatmadja, Penerbit Erlangga.
13. ing J. C. M. M. Cuypers, ing J. P. Jansen van Rosendaal, ing J. Klaver, *Ilmu Bangunan*, bagian 3, Alih Bahasa oleh E. Diraatmadja, Penerbit Erlangga.
14. Donald S. Barrie & Boyd C. Paulson, JR, *Manajemen Konstruksi*, Alih Bahasa oleh Ir. Sudinarto, Penerbit Erlangga
15. L.J. Murdock D.Sc. (Eng), Ph.D., F.I.C.E and K.M. Brook B.Sc. F.I.C.E., F.I.H.E., *Bahan Dan Praktek Beton*, alih bahasa oleh Ir. Stephanus Hindarko, Penerbit Erlangga.
16. R.H. Elvery B.Sc.(Eng), A.M.I.C.E., *Concrete Practice, Volume one*, F.J. Parsons Ltd.
17. R.H. Elvery B.Sc.(Eng), A.M.I.C.E., *Concrete Practice, Volume Two*, F.J. Parsons Ltd.
18. *Blasting Practice*, Imperial Chemical Industries Limited.

C. Majalah atau Buletin

-

D. Referens Lainnya

-

DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin

1. Alat pengolah data

B. Daftar Bahan

1. Alat Tulis Kantor (ATK)
2. Gambar rencana bangunan gedung, terdiri atas: gambar denah bangunan gedung, gambar tampak, gambar potongan
3. Dokumen yang berisi data pendukung untuk membuat pemodelan struktur
4. Dokumen yang berisi data pendukung untuk melakukan perhitungan beban-beban yang bekerja pada struktur
5. Dokumen yang berisi data pendukung untuk perancangan struktur atas bangunan gedung