



**MODUL**

**PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI**

**PEMBUATAN PERANCANGAN STRUKTUR ATAS  
BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

**Kode Unit : F.41014.004.01**

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 tinggi**".

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

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	1
<b>DAFTAR ISI</b> .....	2
<b>ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS PELATIHAN</b> .....	3
A. Acuan Standar Kompetensi Kerja .....	3
B. Kemampuan yang Harus Dimiliki Sebelumnya .....	10
C. Silabus Pelatihan Berbasis Kompetensi (PBK).....	11
<b>LAMPIRAN</b>	
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:

<b>Kode Unit</b>	: <b>F.41014.004.01</b>
<b>Judul Unit</b>	: <b>Membuat Perancangan Struktur Atas Bangunan Gedung Bertingkat Tinggi</b>
<b>Deskripsi Unit</b>	: Unit ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan dalam membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.

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 tinggi	2.1 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi diidentifikasi sesuai dengan data lapangan. 2.2 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dianalisis sesuai dengan kondisi lapangan. 2.3 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi ditentukan berdasarkan kondisi lapangan
3. Menghitung bebanbeban yang bekerja pada struktur atas	3.1 Data pendukung disiapkan untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi. 3.2 Jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas diidentifikasi sesuai dengan kondisi gedung yang

gedung bertingkat tinggi	<p>akandibangun.</p> <p>3.3 Beban-beban yang bekerja pada bangunan atas dihitung sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung</p>
4. Melakukan analisisstruktur gedungbertingkat tinggi	<p>4.1 Data pendukung disiapkan berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan.</p> <p>4.2 Model struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dibuat berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang nsudah ditentukan.</p> <p>4.3 Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dihitung dengan metode yang tepat.</p> <p>4.4 Gaya dalam hasil perhitungan diperiksa keakuratannya.</p>
5. Membuat perancangan struktur tahan gempa	<p>5.1 Wilayah gempa bangunan gedung ditentukan sesuai dengan standar.</p> <p>5.2 Sistem struktur penahan gempa diidentifikasi sesuai dengan Standar.</p> <p>5.3 Sistem struktur penahan gempa ditentukan sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</p> <p>5.4 Gaya gempa pada struktur bangunan gedung dihitung sesuai dengan standar.</p> <p>5.5 Sistem struktur penahan gempa dirancang sesuai dengan standar.</p> <p>5.6 Kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>5.7 Simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>5.8 Sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
6. Membuat perancangan detail struktur atap	<p>6.1 Data pendukung dan gaya-gaya dalam hasil analisis struktur disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>6.2 Struktur rangka atap diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>6.3 Struktur rangka atap dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.</p> <p>6.4 Kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap diperiksa sesuai dengan Standar.</p>

	6.5 Sketsa hasil perancangan atap dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.
7. Membuat perancangan detail pelat lantai	<p>7.1 Data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>7.2 Mutu bahan pelat lantai ditentukan sesuai dengan Standar.</p> <p>7.3 Tebal pelat lantai didesain sesuai dengan Standar.</p> <p>7.4 Penulangan pelat lantai dihitung sesuai dengan beban-beban yang bekerja.</p> <p>7.5 Kekuatan dan stabilitas pelat lantai diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>7.6 Sketsa hasil perancangan pelat lantai dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
8. Membuat perancangan detail balok	<p>8.1 Data pendukung untuk membuat perancangan balok disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>8.2 Struktur balok diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>8.3 Mutu bahan balok ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.</p> <p>8.4 Balok dirancang berdasarkan bahanyang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.</p> <p>8.5 Kekuatan dan stabilitas balok diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>8.6 Sketsa hasil perancangan balok dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>
9. Membuat perancangan detail kolom	<p>9.1 Data pendukung untuk membuat perancangan kolom disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.</p> <p>9.2 Struktur kolom diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</p> <p>9.3 Mutu bahan kolom ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.</p> <p>9.4 Kolom dirancang berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan Standar.</p> <p>9.5 Kekuatan dan stabilitas kolom diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>9.6 Sketsa hasil perancangan kolom dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.</p>

<p>10.Membuat perancangan detail dinding geser</p>	<p>10.1 Data gaya dalam pada struktur dinding geser disiapkan sesuai dengan kebutuhan perancangan.</p> <p>10.2 Mutu beton dan tulangan dinding geser ditentukan sesuai dengan Standar.</p> <p>10.3 Tebal dinding geser didesain sesuai dengan Standar.</p> <p>10.4 Penulangan dinding geser dihitung sesuai dengan beban-beban yang bekerja.</p> <p>10.5 Kekuatan dan stabilitas dinding geser diperiksa sesuai dengan Standar.</p> <p>10.6 Sketsa hasil perancangan dinding geser dibuat sesuai dengan hasil perhitungan</p>
<p>11.Menentukan metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi</p>	<p>11.1 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi diidentifikasi sesuai dengan hasil perancangan.</p> <p>11.2 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi dipilih yang paling efektif dan efisien.</p> <p>11.3 Metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.</p>
<p>12.Melakukan Pengujian beban tekanan angin Untuk Bangunan Tinggi</p>	<p>12.1 Peralatan pengujian beban tekanan angin disiapkan sesuai dengan standar.</p> <p>12.2 Pengujian beban tekanan angin dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar pengujian.</p> <p>12.3 Data hasil pengujian beban tekanan angin dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan perancangan.</p> <p>12.4 Data hasil pengujian beban tekanan angin dianalisis dengan metode yang tepat.</p> <p>12.5 Rekomendasi struktur bangunan tinggi dibuat berdasarkan data hasil pengujian.</p>
<p>13.Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi</p>	<p>13.1 Data untuk membuat laporan disiapkan sesuai kebutuhan.</p> <p>13.2 Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi disusun dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.</p> <p>13.3 Perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dibuat sesuai dengan kondisi gedung.</p> <p>13.4 Hasil perhitungan perancangan struktur atas</p>

	<p>bangunan gedung bertingkat tinggi dibuat sesuai dengan kondisi gedung.</p> <p>13.5 Gambar detail hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi disusun dalam laporan perancangan.</p> <p>13.6 Laporan hasil perancangan struktur atas disusun sesuai dengan format yang telah ditentukan</p>
--	---

## **BATASAN VARIABEL**

### 1. Konteks variabel

- 1.1 Bangunan gedung bertingkat tinggi merupakan bangunan yang mempunyai lebih dari satu lantai secara vertikal dengan ketinggian lebih dari 40 meter, baik offshore maupun onshore.
- 1.2 Perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi 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 penahan gempa, rangka atap, pelat lantai, balok, kolom, dan dinding geser.
- 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 K3, Ahli MEP, Ahli Material, 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, gambar



detail

- 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

- 4.2.1 Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002 tentang TataCara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
- 4.2.2 Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1729-2002 tentang TataCara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung
- 4.2.3 Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2012 tentang TataCara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk StrukturBangunan Gedung dan Non Gedung
- 4.2.4 Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847-2013 tentangPersyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- 4.2.5 Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727-2013 tentang BebanMinimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung danStruktur 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 tinggi.
- 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 K3Konstruksi
- 2.2 INA.56303.13.09.02.07 : Menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan(Environmental Management)
- 2.3 F.410140.001.0 : Melakukan Komunikasi di Tempat Kerja

## 3. Pengetahuan dan keterampilan

### 3.1 Pengetahuan

- 3.1.1 Membuat 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 bangunan gedung
- 3.1.4 Formulasi dalam perancangan struktur atas bangunan gedung tahan gempa 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 strukturbangunan gedung
- 3.2.5 Cara merancang struktur bangunan gedung tahan gempa
- 3.2.6 Cara merancang/menghitung struktur baja
- 3.2.7 Cara merancang/menghitung struktur beton
- 3.2.8 Cara merancang/menghitung struktur komposit
- 3.2.9 Cara merancang/menghitung struktur beton prategang

#### 4. Sikap kerja yang diperlukan

- 4.1 Teliti dalam melaksanakan perancangan struktur gedung tahan gempa, detail balok, kolom, basement, dan dinding geser
- 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
- 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam merancang struktur bangunan gedung tahan gempa
- 5.3 Kecermatan dan ketelitian dalam menyajikan laporan perancangan bangunan gedung bertingkat tinggi

### **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 Tinggi**
- Kode Unit Kompetensi : **F.41014.004.01**
- Deskripsi Unit Kompetensi : Unit ini berhubungan dengan pengetahuan keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan dalam membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.
- Perkiraan Waktu Pelatihan : 44 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"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang cara penyusunan jadwal koordinasi</li> <li>▪ Mampu menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Cara penyusunan jadwal koordinasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyusun jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>45</b>	<b>45</b>

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

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"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang cara pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Mampu mengatur koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> <li>▪ Pelaksanaan koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengatur koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
<b>ASESMEN</b>							
2. Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi	2.1 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi diidentifikasi sesuai dengan data lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar bangunan gedung</li> <li>▪ Dapat menjelaskan jenis struktur beton, jenis baja, komposit, sistem stuktur adalah open frame(kerangka portal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gambar bangunan gedung</li> <li>▪ Jenis struktur beton, jenis baja, komposit, sistem stuktur adalah open frame(kerangka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>45</b>	<b>45</b>

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		terbuka) dan open frame dengan ikatan <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan.</li> <li>▪ Mampu mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan.</li> </ul>	portal terbuka) dan open frame dengan ikatan <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan.</li> </ul>				
	2.2 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	gedung bertingkat tinggi dianalisis sesuai dengan kondisi lapangan.	bertingkat tinggi <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menganalisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi</li> <li>▪ Mampu menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi lapangan</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi lapangan</li> </ul>	bertingkat tinggi <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menganalisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi</li> </ul>	gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi lapangan			
	2.3 Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi ditentukan berdasarkan kondisi lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan cara menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang pengaruh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.</li> <li>▪ Pengaruh kondisi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		



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

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

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"> <li>▪ Mampu mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun.</li> </ul>					
	3.3. Beban yang bekerja pada bangunan atas dihitung sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang beban yang bekerja pada bangunan atas yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013)</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang Standar pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013)</li> <li>▪ Mampu menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beban yang bekerja pada bangunan atas yang sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013)</li> <li>▪ Standar pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		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.					
<b>ASESMEN</b>							
4. Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi	4.1. Data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang cara menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> <li>▪ Mampu menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> <li>▪ Harus mampu secara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> <li>▪ Menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

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

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		ditentukan					
	4.3. Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dihitung dengan metode yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan metode perhitungan gaya dalam</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam</li> <li>▪ Mampu menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> <li>▪ Metode perhitungan gaya dalam</li> <li>▪ Faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	4.4. Gaya dalam hasil perhitungan diperiksa keakuratannya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan metode perhitungan gaya dalam</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam</li> <li>▪ Mampu menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat</li> <li>▪ metode perhitungan gaya dalam</li> <li>▪ faktor-faktor yang mempengaruhi gaya dalam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ menghitung gaya dalam hasil perhitungan sesuai dengan model struktur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
<b>ASESMEN</b>							
5. Membuat perancangan struktur tahan gempa	5.1. Wilayah gempa bangunan gedung ditentukan sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang wilayah gempa bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wilayah gempa bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

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"> <li>▪ Mampu menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar.</li> </ul>					
	5.2. Sistem struktur penahan gempa diidentifikasi sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar.</li> <li>▪ Mampu mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		



Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	5.3. Sistem struktur penahan gempa ditentukan sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</li> <li>▪ Mampu menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	5.4. Gaya gempa pada struktur bangunan gedung dihitung sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gaya gempa pada struktur bangunan gedung</li> <li>▪ Mampu menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gaya gempa pada struktur bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		gaya gempa pada struktur bangunan gedung					
	5.5. Sistem struktur penahan gempa dirancang sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Mampu menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	5.6. Kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan struktur penahan gempa.</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang stabilitas struktur penahan gempa.</li> <li>▪ Mampu memeriksa kekuatan struktur penahan gempa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kekuatan struktur penahan gempa.</li> <li>▪ Stabilitas struktur penahan gempa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memeriksa kekuatan struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Memeriksa stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		sesuai dengan standar. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mampu memeriksa stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Harus mampu memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan Standar</li> </ul>					
	5.7. Simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar</li> <li>▪ Mampu memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	5.8. Sketsa hasil perancangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang perancangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perancangan struktur tahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Meneliti perhitungan struktur bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	struktur tahan gempa dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	struktur tahan gempa <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.</li> <li>▪ Mampu meneliti perhitungan struktur bangunan gedung</li> <li>▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.</li> </ul>	gempa <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.</li> </ul>	gedung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
<b>ASESMEN</b>							
6. Membuat perancangan detail struktur atap	6.1. Data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		struktur sesuai kebutuhan perancangan. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan.</li> <li>▪ Mampu menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan</li> </ul>	kebutuhan perancangan. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan.</li> </ul>				
	6.2. Struktur rangka atap diidentifikasi sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan pengaruh bahan dan sistem struktur</li> <li>▪ Dapat menjelaskan struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</li> <li>▪ Mampu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengaruh bahan dan sistem struktur</li> <li>▪ Struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi struktur rangka atap sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

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

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

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



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

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

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

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

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	7.6. Sketsa hasil perancangan pelat lantai dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan metoda perancangan pelat lantai</li> <li>▪ Dapat menjelaskan sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.</li> <li>▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metoda perancangan pelat lantai</li> <li>▪ Sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai sesuai dengan hasil perhitungan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
<b>ASESMEN</b>							
8. Membuat perancangan detail balok	8.1. Data pendukung untuk membuat perancangan balok disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material koral sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton</li> <li>▪ Material pasir sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton</li> <li>▪ Semen sebagai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi data pendukung untuk membuat perancangan balok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

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

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

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



Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		<p>Standar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Harus mampu secara teliti dan cermat dalam merancang balok berdasarkan bahan yang digunakan dan hasil analisis struktur sesuai dengan standar.</li> </ul>					
	8.5. Kekuatan dan stabilitas balok diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat menjelaskan tentang kekuatan balok sesuai dengan Standar.</li> <li>Dapat menjelaskan tentang stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> <li>Mampu memeriksa Kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> <li>Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kekuatan balok sesuai dengan Standar</li> <li>stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> <li>Stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memeriksa Kekuatan dan stabilitas balok sesuai dengan Standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teliti</li> <li>Cermat</li> </ul>		
	8.6. Sketsa hasil perancangan balok dibuat sesuai dengan hasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan balok</li> <li>Dapat menjelaskan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sketsa hasil perancangan balok</li> <li>Sketsa hasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teliti</li> <li>Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	perhitungan.	tentang sketsa hasil perancangan besi beton <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang hasil perhitungan balok</li> <li>▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan balok sesuai dengan hasil perhitungan.</li> </ul>	perancangan besi beton <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hasil perhitungan balok</li> </ul>				
<b>ASESMEN</b>							
9. Membuat perancangan detail kolom	9.1 Data pendukung untuk membuat perancangan kolom disiapkan sesuai kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang metode perancangan kolom (baja, komposit dan cast in place)</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang kolom (baja, komposit dan cast in place)</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data pendukung untuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metode perancangan kolom (baja, komposit dan cast in place)</li> <li>▪ Kolom (baja, komposit dan cast in place)</li> <li>▪ Data pendukung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom sesuai kebutuhan perancangan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

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

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"> <li>▪ Mampu mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam mengidentifikasi struktur kolom sesuai dengan bahan dan sistem strukturnya.</li> </ul>	struktur kolom dengan bahan komposit				
	9.3 Mutu bahan kolom ditentukan sesuai dengan material yang digunakan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan beton</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan baja</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan komposit</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan</li> <li>▪ Mampu menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutu bahan beton</li> <li>▪ Mutu bahan baja</li> <li>▪ Mutu bahan komposit</li> <li>▪ Mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ menentukan mutu bahan kolom sesuai dengan material yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

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

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

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		sesuai dengan hasil 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.	dengan hasil perhitungan.				
<b>ASESMEN</b>							
10. Membuat perancangan detail dinding geser	10.1 Data gaya dalam pada struktur dinding geser disiapkan sesuai dengan kebutuhan perancangan.	▪ Dapat menjelaskan tentang data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan. ▪ Mampu menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data gaya dalam pada	▪ Data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan.	▪ Menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan.	▪ Teliti ▪ Cermat	<b>90</b>	<b>90</b>

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan.					
	10.2 Mutu beton dan tulangan dinding geser ditentukan sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar</li> <li>▪ Mampu menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	10.3 Tebal dinding geser didesain sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang cara mendesain dinding geser</li> <li>▪ Mampu mendesain tebal dinding geser sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mendesain dinding geser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mendesain tebal dinding geser sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		



Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		dalam mendesain tebal dinding geser sesuai dengan standar.					
	10.4 Penulangan dinding geser dihitung sesuai dengan beban-beban yang bekerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang beban-beban yang bekerja pada dinding geser</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja</li> <li>▪ Mampu menghitung penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menghitung penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beban-beban yang bekerja pada dinding geser</li> <li>▪ Penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghitung penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	10.5 Kekuatan dan stabilitas dinding geser diperiksa sesuai dengan Standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Mampu memeriksa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar. ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar.					
	10.6 Sketsa hasil perancangan dinding geser dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.	▪ Dapat menjelaskan tentang sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan ▪ Mampu membuat sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan ▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan	▪ Sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan	▪ Membuat sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan	▪ Teliti ▪ Cermat		
<b>ASESMEN</b>							
11. Menentukan metoda	11.1 Metode pelaksanaan struktur atas	▪ Dapat menjelaskan metode pelaksanaan	▪ Metode pelaksanaan	▪ Mengidentifikasi metode pelaksanaan	▪ Teliti	<b>90</b>	<b>90</b>

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

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

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"> <li>▪ Mampu menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.</li> </ul>					
<b>ASESMEN</b>							
12. Melakukan Pengujian beban tekanan angin Untuk Bangunan Tinggi	12.1 Peralatan pengujian beban tekanan angin disiapkan sesuai dengan standar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang tekanan angin yang bekerja terhadap bangunan gedung</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang peralatan pengujian kecepatan angin</li> <li>▪ Mampu menentukan tekanan angin sesuai dengan standar.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan tekanan angin sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tekanan angin yang bekerja terhadap bangunan gedung</li> <li>▪ Peralatan pengujian kecepatan angin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menentukan tekanan angin sesuai dengan standar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>90</b>	<b>90</b>

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	12.2 Pengujian beban tekanan angin dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar pengujian.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian</li> <li>▪ Mampu melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	12.3 Data hasil pengujian beban tekanan angin dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan.</li> <li>▪ Mampu mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan.</li> <li>▪ Harus mampu secara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		teliti dan cermat dalam mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan.					
	12.4 Data hasil pengujian beban tekanan angin dianalisis dengan metode yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat</li> <li>▪ Mampu menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	12.5 Rekomendasi struktur bangunan tinggi dibuat berdasarkan data hasil pengujian	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian</li> <li>▪ Mampu membuat rekomendasi struktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
		bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian</li> </ul>					
<b>ASESMEN</b>							
13. Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi	13.1 Data untuk membuat laporan disiapkan sesuai kebutuhan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang format laporan sesuai ketentuan</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang data yang dibutuhkan</li> <li>▪ Data menjelaskan cara untuk membuat laporan sesuai kebutuhan</li> <li>▪ Mampu menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan</li> <li>▪ Mampu menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Format laporan sesuai ketentuan</li> <li>▪ Data yang dibutuhkan</li> <li>▪ Membuat laporan sesuai kebutuhan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyeleksi data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan</li> <li>▪ Menyusun data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>	<b>45</b>	<b>45</b>



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"> <li>Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyiapkan data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan</li> </ul>					
	13.2 Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi disusun dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat menjelaskan tentang kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung</li> <li>Dapat menjelaskan tentang penyusunan laporan akhir</li> <li>Mampu menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.</li> <li>Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung</li> <li>Penyusunan laporan akhir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menentukan kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teliti</li> <li>Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	13.3 Perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dibuat sesuai dengan kondisi gedung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai</li> <li>▪ Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak</li> <li>▪ Dapat menjelaskan cara membuat perhitungan beban yang diterima kolom</li> <li>▪ Mampu membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cara membuat perhitungan beban yang diterima pelat lantai</li> <li>▪ cara membuat perhitungan beban yang diterima balok induk dan balok anak</li> <li>▪ cara membuat perhitungan beban yang diterima kolom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	13.4 Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dibuat sesuai dengan kondisi gedung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> <li>▪ Mampu membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung dibuat sesuai dengan metode kerja</li> <li>▪ Hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung sesuai dengan kondisi gedung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		
	13.5 Gambar detail hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail balok induk dan balok anak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gambar detail balok induk dan balok anak</li> <li>▪ Gambar detail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teliti</li> <li>▪ Cermat</li> </ul>		

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Mata Pelatihan			Perkiraan Waktu Pelatihan (JP)	
			Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
	disusun dalam laporan perancangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail pelat lantai</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail kolom</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail rangka atap</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail pekerjaan plambing</li> <li>▪ Dapat menjelaskan tentang gambar detail hasil perancangan struktur atas</li> <li>▪ Mampu menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan perancangan.</li> <li>▪ Harus mampu secara teliti dan cermat dalam menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas dalam laporan</li> </ul>	<p>pelat lantai</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gambar detail kolom</li> <li>▪ Gambar detail rangka atap</li> <li>▪ Gambar detail pekerjaan mekanikal dan elektrikal</li> <li>▪ Gambar detail pekerjaan plambing</li> <li>▪ Gambar detail hasil perancangan struktur atas</li> </ul>	perancangan.			

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

## LAMPIRAN

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



## **BUKU INFORMASI**

# **PEMBUATAN PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

**Kode Unit : F.41014.004.01**

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

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	2
BAB I PENDAHULUAN .....	8
A. Tujuan Umum .....	8
B. Tujuan Khusus .....	8
BAB II MELAKSANAKAN KOORDINASI DENGAN PIHAK TERKAIT .....	12
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait .....	12
1. Menyusun jadwal koordinasi .....	12
2. Menyiapkan bahan rapat koordinasi dengan pihak terkait .....	13
3. Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait.....	13
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait .....	14
C. Sikap Kerja dalam Melaksanakan koordinasi dengan pihak terkait.....	15
BAB III MELAKUKAN PEMILIHAN JENIS DAN SISTEM STRUKTUR SERTA MATERIAL STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI.....	16
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	16
1. Mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	16
2. Menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	17
3. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	19



B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi ....	20
C. Sikap Kerja dalam Melakukan pemilihan jenis dan sistem struktur serta material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	23
<b>BAB IV MENGHITUNG BEBAN-BEBAN YANG BEKERJA PADA STRUKTUR ATAS GEDUNG BERTINGKAT TINGGI .....</b>	<b>24</b>
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi.....	24
1. Menyiapkan data pendukung.....	24
2. Mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas .....	24
3. Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas .....	28
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi .....	28
C. Sikap Kerja dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi .....	30
<b>BAB V MELAKUKAN ANALISIS STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT TINGGI .....</b>	<b>31</b>
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi.....	31
1. Menyiapkan data pendukung .....	31
2. Membuat model struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	33
3. Menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	33
4. Memeriksa gaya dalam hasil perhitungan.....	35
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi .....	35
C. Sikap Kerja dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi .....	37
<b>BAB VI MEMBUAT PERANCANGAN STRUKTUR TAHAN GEMPA .....</b>	<b>38</b>
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa.....	38
1. Menentukan wilayah gempa bangunan gedung .....	38

2. Mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa .....	38
3. Menentukan sistem struktur penahan gempa .....	38
4. Menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung .....	38
5. Merancang sistem struktur penahan gempa .....	39
6. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa .....	39
7. Memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan .....	40
8. Membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa .....	40
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa .....	40
C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa .....	43
<b>BAB VII MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL STRUKTUR ATAP .....</b>	<b>44</b>
A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail struktur atap .....	44
1. Menyiapkan Ddata pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur ...	44
2. Mengidentifikasi struktur rangka atap .....	44
3. Merancang struktur rangka atap.....	45
4. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur rangka atap .....	47
5. Membuat sketsa hasil perancangan atap .....	47
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Perancangan detail struktur atap.....	48
C. Sikap Kerja dalam Perancangan detail struktur atap .....	50
<b>BAB VIII MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL PELAT LANTAI .....</b>	<b>51</b>
A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail pelat lantai	
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai .....	51
2. Menentukan mutu bahan pelat lantai .....	58
3. Mendesain tebal pelat lantai .....	70
4. Menghitung penulangan pelat lantai .....	73
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas pelat lantai .....	81
6. Membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai.....	82
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Perancangan detail pelat lantai .....	83
C. Sikap Kerja dalam Perancangan detail pelat lantai.....	85

<b>BAB IX MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL BALOK.....</b>	<b>86</b>
A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Membuat perancangan detail balok...	86
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan balok .....	86
2. Mengidentifikasi struktur balok .....	93
3. Menentukan mutu bahan balok .....	95
4. Merancang balok.....	103
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas balok .....	108
6. Membuat sketsa hasil perancangan balok .....	108
B. Keterampilan yang Diperlukan dalamMembuat perancangan detail balok ....	109
C. Sikap Kerja dalamMembuat perancangan detail balok .....	112
<b>BAB X MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL KOLOM.....</b>	<b>113</b>
A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail kolom.....	113
1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan kolom.....	113
2. Mengidentifikasi struktur kolom .....	113
3. Menentukan mutu bahan kolom .....	114
4. Merancang kolom .....	115
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas kolom .....	115
6. Membuat sketsa hasil perancangan kolom.....	116
B. Keterampilan yang Diperlukan dalamPerancangan detail kolom.....	117
C. Sikap Kerja dalamPerancangan detail kolom .....	119
<b>BAB XI MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL DINDING GESER .....</b>	<b>120</b>
A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail dinding geser	
1. Menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser .....	120
2. Menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser.....	120
3. Mendesain tebal dinding geser .....	120
4. Menghitung penulangan dinding geser .....	121
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser .....	122
6. Membuat sketsa hasil perancangan dinding geser .....	122
B. Keterampilan yang Diperlukan dalamPerancangan detail dinding geser.....	123
C. Sikap Kerja dalamPerancangan detail dinding geser.....	125

## BAB XII MENENTUKAN METODA PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN

GEDUNG BERTINGKAT TINGGI .....	126
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Menentukan metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	126
1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi ....	126
2. Memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi .....	126
3. Menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi.....	143
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menentukan metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	145
C. Sikap Kerja dalam Menentukan metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	146

## BAB XIII MELAKUKAN PENGUJIAN BEBAN TEKANAN ANGIN UNTUK BANGUNAN

TINGGI.....	147
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi.....	147
1. Menyiapkan peralatan pengujian beban tekanan angin .....	147
2. Melaksanakan pengujian beban tekanan angin .....	148
3. Mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin .....	148
4. Menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin .....	149
5. Membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi .....	149
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi .....	150
C. Sikap Kerja dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi.....	151

## BAB XIV MEMBUAT LAPORAN HASIL PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN

GEDUNG BERTINGKAT TINGGI .....	153
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	153
1. Menyiapkan data untuk membuat laporan .....	153
2. Menyusun kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	153

3. Membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	154
4. Membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	155
5. Menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi .....	156
6. Menyusun laporan hasil perancangan struktur atas .....	160
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	160
C. Sikap Kerja dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi.....	163

#### DAFTAR PUSTAKA

A. Dasar Perundang-undangan .....	164
B. Buku Referensi .....	164
C. Majalah atau Buletin .....	165
D. Referens Lainnya .....	165

#### DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin .....	166
B. Daftar Bahan .....	166

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Tujuan Umum**

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

#### **B. Tujuan Khusus**

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi membuat perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi 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 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 tinggi yang meliputi kegiatan mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan, menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi lapangan dan menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.
3. Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi, mengidentifikasi jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur atas sesuai dengan kondisi gedung yang akan dibangun dan menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas dihitung sesuai dengan Standar pembebanan bangunan gedung.

4. Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan, membuat model struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan jenis, sistem struktur, dan bahan yang sudah ditentukan, menghitung gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dengan metode yang tepat dan memeriksa gaya dalam hasil perhitungan keakuratannya.
5. Membuat perancangan struktur tahan gempa yang meliputi kegiatan menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar, mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar, menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun, menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung sesuai dengan standar, merancang sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar, memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan Standar, memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan diperiksa sesuai dengan Standar dan membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.
6. 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.
7. Membuat perancangan detail pelat lantai yang meliputi kegiatan menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai disiapkan sesuai kebutuhan perancangan, menentukan mutu bahan pelat lantai sesuai dengan Standar, mendesain tebal pelat lantai sesuai dengan Standar, 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.

8. 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 dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.
9. 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 dirancang 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 dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.
10. Membuat perancangan detail dinding geser yang meliputi kegiatan menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan, menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan Standar, mendesain tebal dinding geser sesuai dengan Standar, menghitung penulangan dinding geser dihitung sesuai dengan beban-beban yang bekerja, memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser diperiksa sesuai dengan Standar dan membuat sketsa hasil perancangan dinding geser dibuat sesuai dengan hasil perhitungan.
11. Menentukan metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi yang meliputi kegiatan mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi sesuai dengan hasil perancangan, memilih metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi yang paling efektif dan efisien, menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan tinggi berdasarkan kondisi lapangan



12. Melakukan Pengujian beban tekanan angin Untuk Bangunan Tinggi yang meliputi kegiatan menyiapkan peralatan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan standar, melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian, mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan perancangan, menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat dan membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian
13. Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi yang meliputi kegiatan menyiapkan data untuk membuat laporan sesuai kebutuhan, menyusun kriteria dan dasar perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dalam laporan akhir sebagai dasar melakukan perancangan struktur, membuat perhitungan beban yang bekerja dan hasil analisis struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi gedung, membuat hasil perhitungan perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan kondisi gedung, menyusun gambar detail hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi dalam laporan perancangan dan 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

Jadwal koordinasi dengan pihak terkait sesuai dengan kebutuhan, adalah jadwal untuk pelaksanaan 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 pengeplotan 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 dengan pihak terkait

- 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. Melaksanakan 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 *accidentaly* selama pelaksanaan pekerjaan perancaan 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 *accidentaly* 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. Mengatur 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 kerja

Cara 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 mengaplikasikan 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 TINGGI**

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

1. Mengidentifikasi jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi

a. Gambar bangunan gedung

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

- 1) Gambar tampak gedung
- 2) Gambar potongan
- 3) Gambar detail dari komponen-komponen bangunan gedung
- 4) Gambar tapak dan lanndscape
- 5) Gambar mekanikal
- 6) Gambar elektrikal
- 7) Gambar plumbing
- 8) Penangkal petir

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 tinggi sesuai dengan data lapangan

Material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi 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 tinggi 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 tinggi

a. Jenis, dan sistem struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi

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 tinggi

Analisis material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi

1) Memastikan peruntukan gedung yang bertingkat tinggi

Perlu dipastikan peruntukan gedung yang bertingkat tinggi, 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 tinggi misalnya hanya 2 lantai,

maka untuk perhitungan kekuatan strukturnya dapat dengan menggunakan sistem elastis.

- c) Gedung bertingkat tinggi 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 tinggi 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 kekuatan strukturnya 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 lainnyaDengan 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 tinggi akan dibangun
3. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi
    - a. Menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan  
Cara menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.
      - 1) Menganalisis data-data tanah dimana bangunan gedung bertingkat tinggi akan dibangun  
Data-data tanah yang daya dukungnya tinggi, 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 strutur beton. Pada daerah yang terdapat kesulitan karena transportasinya dapat dipertimbangkan dengan menggunakan struktur baja.
      - 3) Menganalisis kondisi lingkungan pada daerah dimana bangunan bertingkat tinggi akan dibangun

- 4) 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.
- 5) 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.

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 tinggi**

1. Mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi sesuai dengan data lapangan  
Langkah-langkah cara mengidentifikasi Jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi 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 tinggi sesuai dengan kondisi lapangan  
Langkah-langkah menganalisis jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi 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 kekutan 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
  - Peraturan pemerintah yang lain terkait dengan bangunan gedung baik di dalam zona gempa atau diluar zona gempa termasuk tata ruang
- f. Kondisi angin.
- Keberadaan bangunan gedung pada daerah < 5km dari pantai diberlakukan beban angin adalah 40 kg/ m<sup>2</sup>
  - Keberadaan bangunan gedung pada daerah > 5km dari pantai, diberlakukan beban angin adalah 25kg/ m<sup>2</sup>
  - Untuk daerah dimana kecepatan angin yang mungkin tekanan yang lebih besar, tekanan angin (p) diambil dengan menggunakan rumus  $p = V^2/16$  (kg/m<sup>2</sup>)dimana V adalah kecepatan angin dalam satuan m/detik.
- g. Elevasi tanah
- Untuk menentukan kebutuhan air panas
  - Untuk menentukan kebutuhan pemasangan instalasi penangkal petir
  - 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 tinggi berdasarkan kondisi lapangan
- Langkah-langkah untuk menentukan jenis, sistem struktur, dan material struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.
- 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

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

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 menaplikasikan 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 TINGGI**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi**

1. Menyiapkan data pendukung

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

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

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

Data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi, 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),

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) 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

- a) 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.
- b) Beban angin, yaitu semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
- c) 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.
- d) 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

## 2) 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,

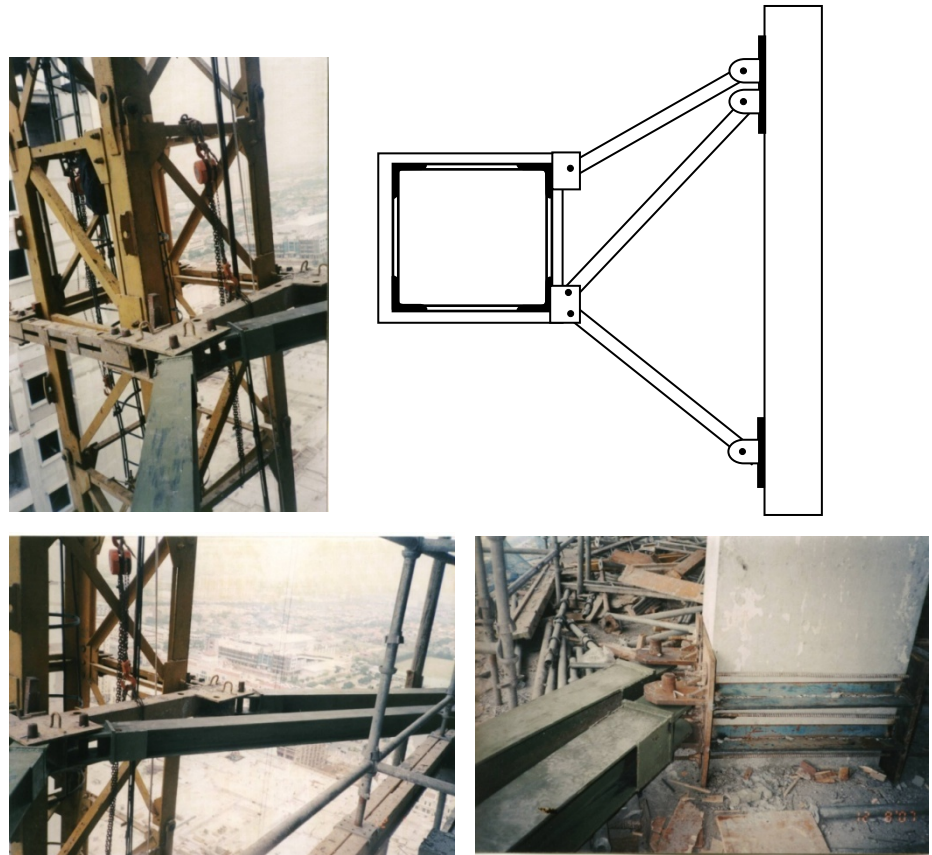
a) *Tower Crane* dan *carry deck crane*

Untuk bangunan walaupun tingkat tinggi, 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) Beban lift

#### 3. Menghitung beban yang bekerja pada bangunan atas

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

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

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

- b. Standar pembebanan bangunan gedung (SNI No. 1727 : 2013)

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 tinggi**

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

- 1) Langkah-langkah untuk menyusun data pendukung untuk menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung bertingkat tinggi.
  - a. Meneliti dokumen kontrak
  - 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 tinggi
- 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 tinggi**

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 mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
- 3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

## **BAB V**

### **MELAKUKAN ANALISIS STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

#### **A. Pengetahuanyang Diperlukan dalam Melakukan analisis struktur gedung bertingkat tinggi**

##### 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, dan kondisi 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
- 17) Peraturan atau kebijakan terkait untuk perancangan struktur gedung tingkat rendah atau tinggi

- 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 bertingkat tinggi

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 bertingkat tinggi

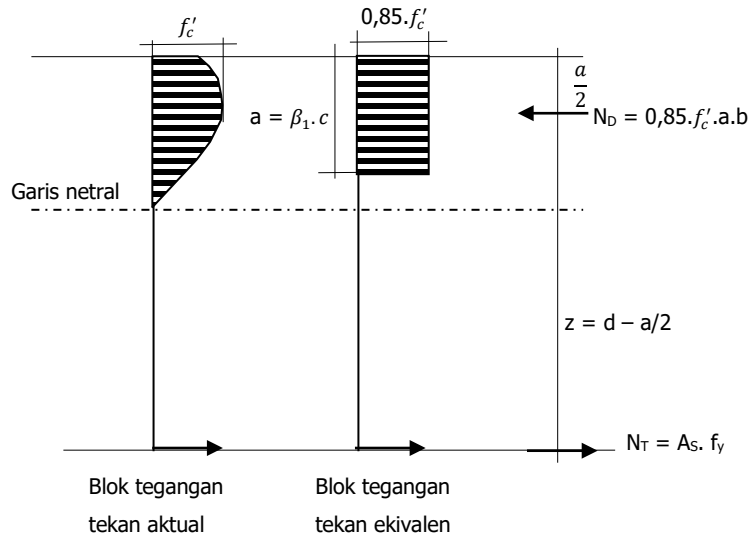
a. Gaya dalam pada struktur atas bangunan gedung dengan metode yang tepat

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 akibat gaya luar yang bekerja. Sebagai contoh diagram tegangan lentur beton dianggap sebagai bentuk segi empat



Gambar 4.3. 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. Sehingga dengan demikian tidak akan terjadi runtuhnya beton yang secara mendadak.



#### 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 empatseperti 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 tinggi**

#### 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 kekuatan strukturnya
- 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 tinggi**

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 menaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam rapat koordinasi

## **BAB VI**

### **MEMBUAT PERANCANGAN STRUKTUR TAHAN GEMPA**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa**

1. Menentukan wilayah gempa bangunan gedung

a. Wilayah gempa bangunan gedung

Wilayah gempa bangunan gedung adalah wilayah dari gempa seperti yang sudah ditentukan dalam Peta Hazard Gempa Indonesia tahun 2010. Peta Gempa Indonesia 2010 sangat diperlukan sebagai acuan dasar perencanaan dan perancangan infrastruktur untuk mendapatkan faktor gempa yang dibutuhkan dalam perencanaan.

2. Mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa

a. Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar.

Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar adalah struktur gedung bertingkat yang menggunakan sistem capacity design yaitu sistem *strong column weak beam*, sesuai SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

3. Menentukan sistem struktur penahan gempa

a. Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun

Sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun adalah sistem untuk perhitungan struktur, dengan menentukan lokasi gedung yang akan dibangun, dengan mengacu pada Peta Hazard gempa Indonesia Tahun 2010.

Semua struktur harus ditetapkan sebagai kategori desain seismik (KDS) sesuai ketentuan.

4. Menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung

a. Gaya gempa pada struktur bangunan gedung.

Gaya gempa pada struktur bangunan gedung adalah,

- 1) Gempa statis ekuivalen, berupa gaya horizontal arah sumbu X dan sumbu Y yang di bebaskan pada setiap dari setiap lantai struktur
- 2) Gempa dinamis, berupa gelombang rambatan diambil dari data gempa sebelumnya, yang dibebankan terhadap struktur bawah.

5. Merancang sistem struktur penahan gempa

a. Struktur penahan gempa sesuai dengan standar

Struktur penahan gempa sesuai dengan standar adalah, Struktur penahan gempa bangunan gedung yang harus mengikuti semua peraturan-peraturan yang berlaku.

- 1) Rumus untuk beban gempa nominal statik V, adalah

$$V = \frac{C_1 \cdot I \cdot W}{R}, \text{ dimana}$$

$C_1$  = faktor respon gempa

I = Faktor keutamaan

W = berat total bangunan

R = faktor reduksi gempa

- 2) Kombinasi beban adalah sebagai berikut ini

$$U = 1,4 \cdot D$$

$$U = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L + 0,5 \cdot (L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot (L_r \text{ atau } R) + (1,0 \cdot L \text{ atau } 0,5 \cdot w)$$

$$U = 1,2 \cdot D + 1,0 \cdot W + 1,0 \cdot L + 0,5 \cdot (L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2 \cdot D + 1,0 \cdot E + 1,0 \cdot L$$

$$U = 0,9 \cdot D + 1,0 \cdot W$$

$$U = 0,9D + 1,0 \cdot E$$

6. Memeriksa kekuatan dan stabilitas struktur penahan gempa

a. Kekuatan struktur penahan gempa

Kekuatan struktur penahan gempa, adalah kemampuan dari bahan struktur mempertahankan gaya-gaya dari luar

b. Stabilitas struktur penahan gempa

Stabilitas struktur penahan gempa, adalah kondisi struktur penahan gempa dari elemen-elemennya maupun struktur secara keseluruhan.

7. Memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan

a. Simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan standar

Simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar, adalah simpangan dari bangunan atau simpangan antar tingkat, yang mana harus memenuhi persyaratan simpangan yang diijinkan.

8. Membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa

a. Perancangan struktur tahan gempa

Perancangan struktur tahan gempa adalah struktur dari bangunan gedung dengan menggunakan metode strong column-weak-beam

b. Sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan

Sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan adalah, gambar sketsa semua elemen-elemen struktur bangunan gedung yang sudah diperhitungkan dengan merujuk SNI terkait. Sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa harus dengan skala yang jelas. Elemen-elemen konstruksi yang dianggap penting harus dengan skala yang besar.

**B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa**

1. Menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar

Cara menentukan wilayah gempa bangunan gedung sesuai dengan standar

- a. Meneliti pada daerah mana bangunan gedung akan dibangun
- b. Memplotkan pada peta zonasi gempa Indonesia
- c. Menentukan respon spektra percepatan

2. Mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar

Cara mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa sesuai dengan Standar

- a. Meneliti perhitungan struktur bangunan gedung
- b. Meneliti bagian mana saja dari sendi plastis
- c. Menghitung struktur sendi plastis sesuai SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

3. Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun

Cara untuk menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.

- a. Meneliti bangunan akan dibangun di daerah mana
- b. Mengeplotkan pada Peta Hazard gempa Indonesia Tahun 2010
- c. Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan lokasi gedung yang akan dibangun.

4. Menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung

Langkah-langkah untuk menghitung gaya gempa pada struktur bangunan gedung

- a. Meneliti data fisik gedung (jenis konstruksi, dimensi elemen-elemen struktur, material, fungsi gedung, beban mati dan beban hidup, elemen-elemen struktur yang menahan geser, faktor keutamaan, faktor reduksi gempa, berat bangunan per lantai, beban mati dan beban hidup, mencari  $\sum W_x \cdot h_x$ )
- b. Data seismik (lokasi bangunan gedung, data tanah, percepatan puncak batuan dasar, percepatan puncak muka tanah)
- c. Mencari periode natural (berdasar  $h$  total didapat nilai  $T$ , dan berdasar nilai  $T$  didapat nilai  $C_t$ )
- d. Menghitung total gaya lateral gempa
- e. Menghitung gaya lateral gempa ekuivalen per lantai  
 $F_x = (V_a \cdot W_x \cdot h_x) / (\sum_{i=1}^n [W_i \cdot h_i])$ , dan  $F_y = (V_a \cdot W_y \cdot h_y) / (\sum_{i=1}^n [W_i \cdot h_i])$ ,
- f. Cek perbandingan  $h/L$  (sisi yang menerima gaya gempa) (jika  $h/L > 3$  maka lantai atas dikoreksi dengan menambahkan nilai gaya lateral  $0,1 \cdot V_b$  dan jika  $h/L > 3$  maka tidak perlu dikoreksi lagi)
- g. Menghitung beban gempa

5. Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar

Cara untuk menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar.

- a. Meneliti kondisi sekeliling dari rencana bangunan gedung
- b. Meneliti kondisi tanah dimana bangunan gedung akan dibangun
- c. Mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku

- d. Menentukan sistem struktur penahan gempa sesuai dengan standar
6. Memeriksa kekuatan struktur penahan gempa sesuai dengan standar  
Langkah-langkah untuk memeriksa kekuatan struktur penahan gempa sesuai dengan standar.
  - a. Meneliti bahan struktur
  - b. Meneliti modulus elastisitas bahan struktur
  - c. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada struktur rangka
  - d. Menghitung kemampuan gaya dalam
  - e. Menghitung pengaruh gaya-gaya dari luar
7. Memeriksa stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan standar  
Langkah-langkah untuk memeriksa stabilitas struktur penahan gempa sesuai dengan standar
  - a. Mencari lendutan ijin struktur rangka atap, baik elemen-elemennya maupun secara keseluruhan
  - b. Menghitung lendutan yang terjadi pada struktur penahan gempa, baik elemen-elemennya maupun secara keseluruhan
8. Memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar  
Langkah-langkah untuk memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan bangunan sesuai dengan Standar
  - a. Meneliti kekakuan (kg/cm)
  - b. Meneliti momen inersia ( $[\text{cm}]^4$ )
  - c. Meneliti panjang batang (cm)
  - d. Meneliti modulus elastisitas dari masing-masing bahan untuk struktur bangunan gedung
  - e. Mencari simpangan yang terjadi
9. Meneliti perhitungan struktur bangunan gedung  
Langkah-langkah untuk meneliti perhitungan struktur bangunan gedung
  - a. Meneliti rencana bentuk bangunan gedung
  - b. Meneliti fungsi bangunan gedung
  - c. Meneliti beban-beban yang diterapkan



d. Meneliti hasil perhitungan struktur bangunan gedung sesuai SNI dan ketentuan-ketentuan yang berlaku

10. Membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan

Langkah-langkah untuk membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.

- a. Meneliti hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.
- b. Meneliti dimensi masing-masing elemen-elemen struktur dari hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan.
- c. Mengelola beberapa alternatif sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa sesuai dengan hasil perhitungan

### **C. Sikap Kerja dalam Membuat perancangan struktur tahan gempa**

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menentukan wilayah gempa bangunan gedung, mengidentifikasi sistem struktur penahan gempa, menentukan sistem struktur penahan gempa, menghitung gaya gempa, menentukan sistem struktur penahan gempa, memeriksa kekuatan struktur penahan gempa, memeriksa stabilitas struktur penahan gempa, memeriksa simpangan antar tingkat dan simpangan, memeriksa perhitungan struktur bangunan gedung, membuat sketsa hasil perancangan struktur tahan gempa
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam membuat perancangan struktur tahan gempa

## **BAB VII**

### **MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL STRUKTUR ATAP**

#### **A. Pengetahuanyang dibutuhkan dalam Perancangan detail struktur atap**

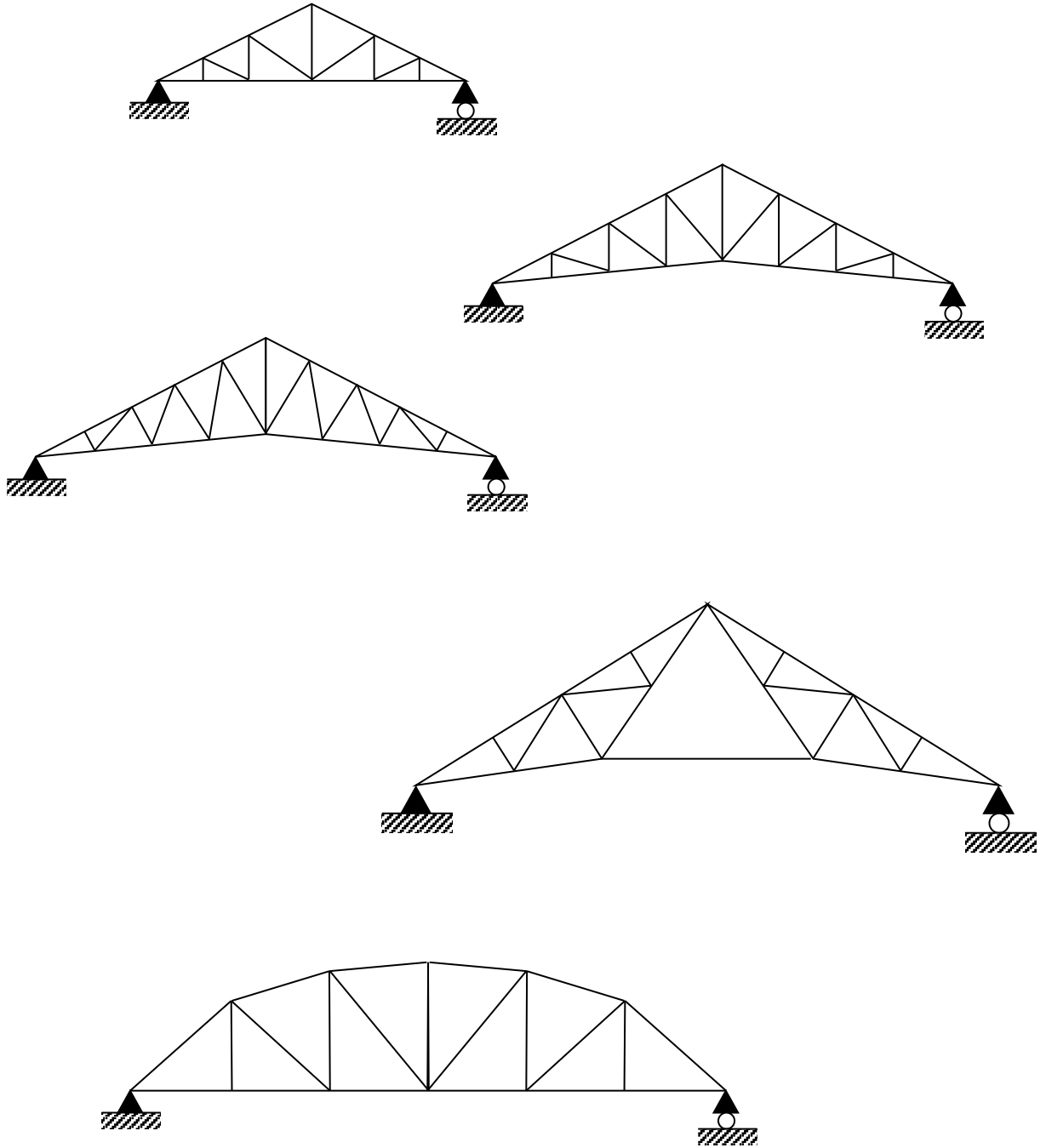
1. Menyiapkan data pendukung dan gaya dalam hasil analisis struktur
  - a. Data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan  
Data pendukung (kemiringan atap dan beban atap) dan gaya dalam hasil analisis struktur sesuai kebutuhan perancangan 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 4.4. 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 dari 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

##### a. Metode perancangan atap

Metode perancangan atap adalah metode untuk penentuan tipe dan jenis atap, pembuatan perhitungan kekuatan 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 skala yang besar, minimal 1 : 20. Bahan, dimensi, ukuran jarak, harus jelas tercantum dalam sketsa

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam 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 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 VIII**

### **MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL PELAT LANTAI**

#### **A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam 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

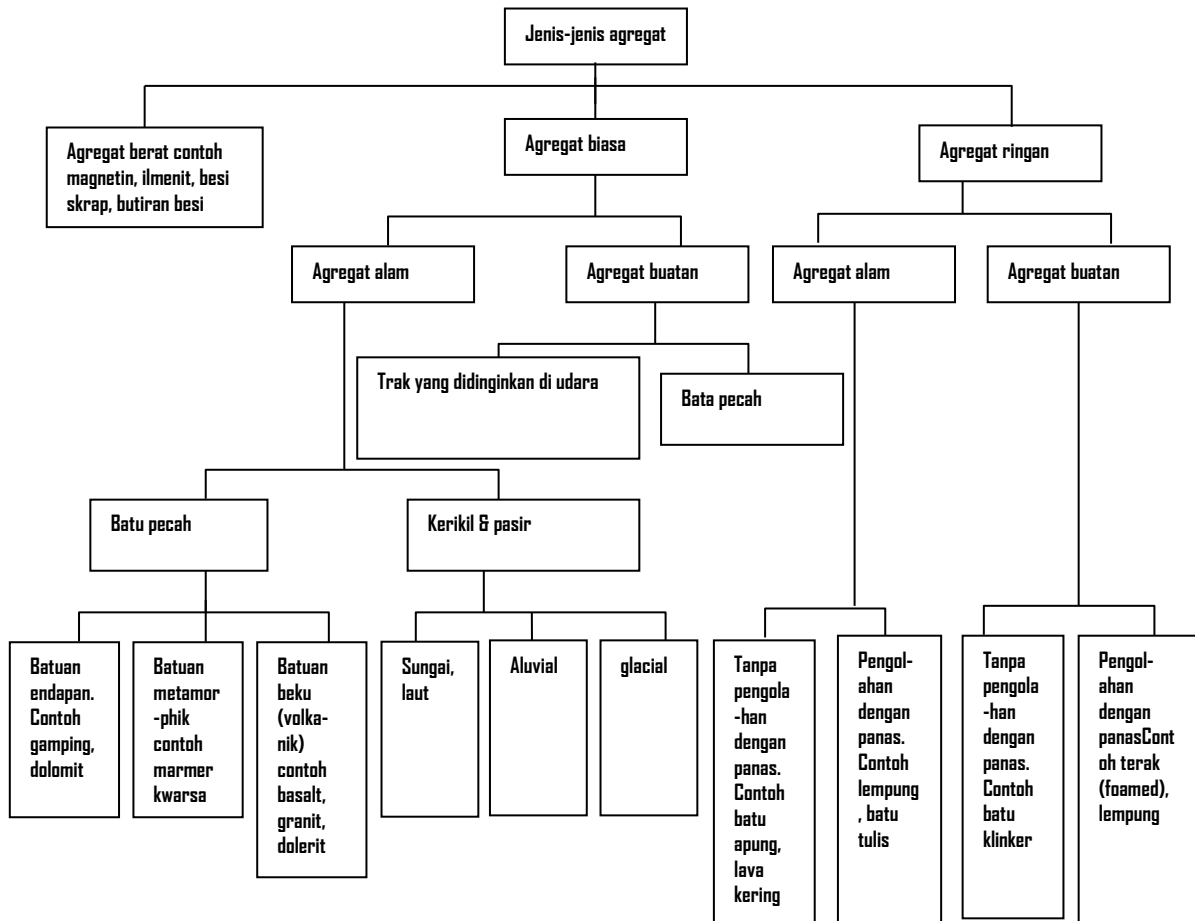
Pecah batu manual kurang tepat dipakai untuk produksi beton mutu tinggi. Karena banyak tercampur dengan bahan batu yang tidak keras.

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 4.5)



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

Gambar 4.5. 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. 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 *agritator truck* mencapai lokasi rencana bangunan gedung dari mulai pengadukan di *batching plant*. Kalau *agritator 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.

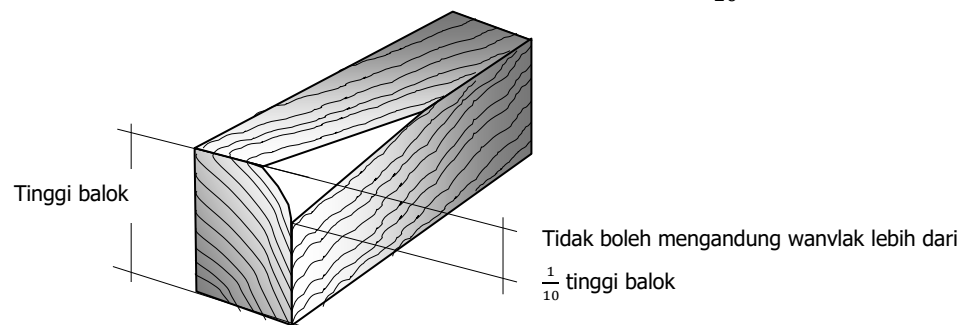
e. Material kayu sebagai bahan untuk pembuatan pelat lantai

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/cm<sup>2</sup>

- b) Tegangan tekan yang diijinkan sejajar serat dan tegangan tarik yang diijinkan sejajar serat minimal 85 kg/cm<sup>2</sup>
  - c) Tegangan tekan yang diijinkan tegak lurus serat minimal 85 kg/cm<sup>2</sup>
  - d) Tegangan geser yang diijinkan sejajar serat minimal 12 kg/cm<sup>2</sup>
- 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

Data pendukung untuk membuat perancangan pelat lantai sesuai kebutuhan perancangan, adalah data-data beban yang direncanakan akan diterapkan kepada pelat lantai 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, bahan dasar beton dan bahan olahan beton .

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 kehandalan 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
- 2) Komposit
- 3) 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/mm<sup>2</sup> 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.

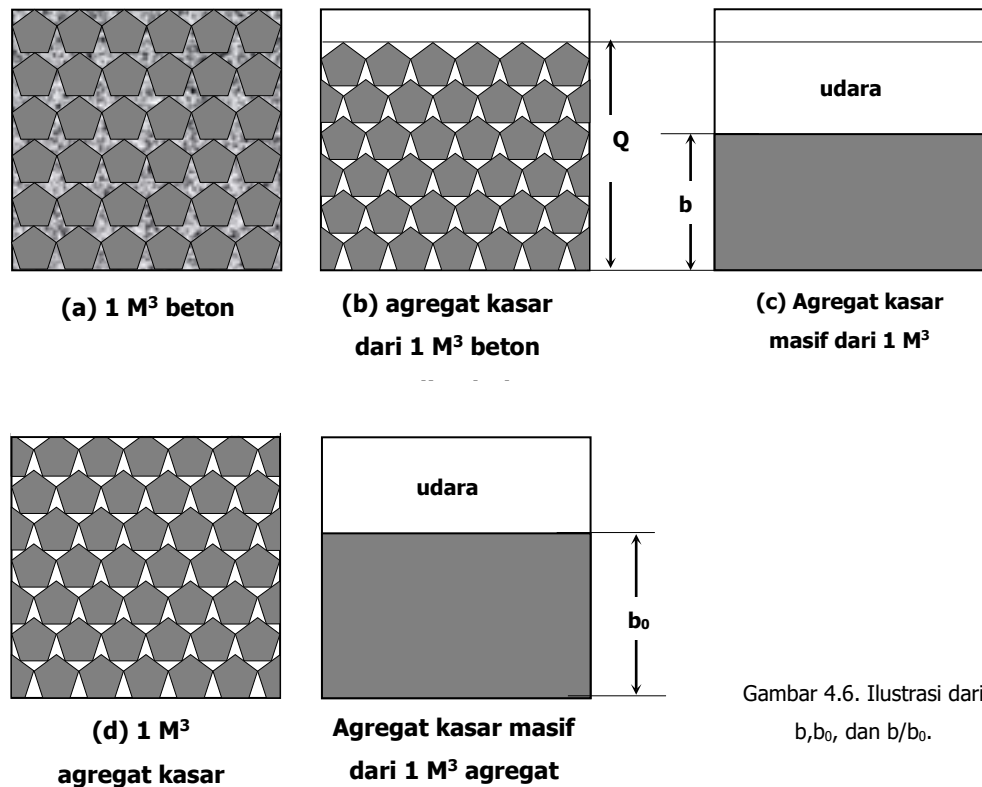
2) Rencana campuran beton

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 4.6. Ilustrasi dari  $b, b_0$ , dan  $b/b_0$ .

Untuk memahami pengertian ini, kita membayangkan ada 1 M<sup>3</sup> beton, kemudian dari 1 M<sup>3</sup> beton tersebut kita pisahkan khusus agregat kasarnya saja, dan dipadatkan dengan prosedur standar, dan volume ini kita sebut Q M<sup>3</sup> (gambar 3.6.b). Seandainya Q M<sup>3</sup> agregat kasar tersebut dapat meleleh (seperti lilin yang dipanaskan) maka akan menjadi benda masif/pejal/solid dengan volume b M<sup>3</sup> (gambar 3.6.c). Kita bayangkan lagi 1 M<sup>3</sup> agregat kasar (berat satuan) yang dipadatkan (gambar 3.6.d), dan kita lelehkan sehingga volume menjadi  $b_0$  M<sup>3</sup>. Karena jenis agregatnya sama maka menyusutnya volume dari agregat

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

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

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 – 1/2 "	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
No.4 – 3/4 "	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 1/2 "	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 1/2 "	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 m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>2</sup>		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/CM<sup>2</sup>.
- 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 M<sup>3</sup> (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 – 1/2 ''
  - Specific gravity 2,70 → berat agregat masif/solid 2,70 x 1000 KG/M<sup>3</sup> = 2700 KG/M<sup>3</sup>.
  - Berat agregat dalam 1 M<sup>3</sup> (berat satuan) = 1540 KG
  - Volume b<sub>0</sub> =  $\frac{1540 \text{ KG}}{2700 \text{ KG/M}^3} = 0,5704 \text{ M}^3$
- Agregat halus
  - Specific gravity 2,50 → berat agregat masif/solid 2,50 x 1000 KG/M<sup>3</sup> = 2500 KG/M<sup>3</sup>.
- Semen
  - Specufic gravity 3,14 → berat semen masif/solid 3,14 x 1000 = 3140 KG/M<sup>3</sup>
  - 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 – 1/2 '';
    - ❖ slump 15 CM
    - ❖ memakai agregat kasar crushed stone → bentuk bersegi
    - ❖ kuat desak 28 hari 300 KG/M<sup>2</sup>.

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  $b/b_0 = 0,59$ .
- Jadi volume masif/solid dari agregat kasar (b) =  $0,59 \times 0,5704 \text{ M}^3 = 0,3365 \text{ M}^3$ .
- Berat masif/solid dari agregat kasar yang diperlukan =  $0,3365 \times 2700 \text{ KG} = 908,55 \text{ KG}$ .
- Air yang diperlukan = 217,85 liter

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

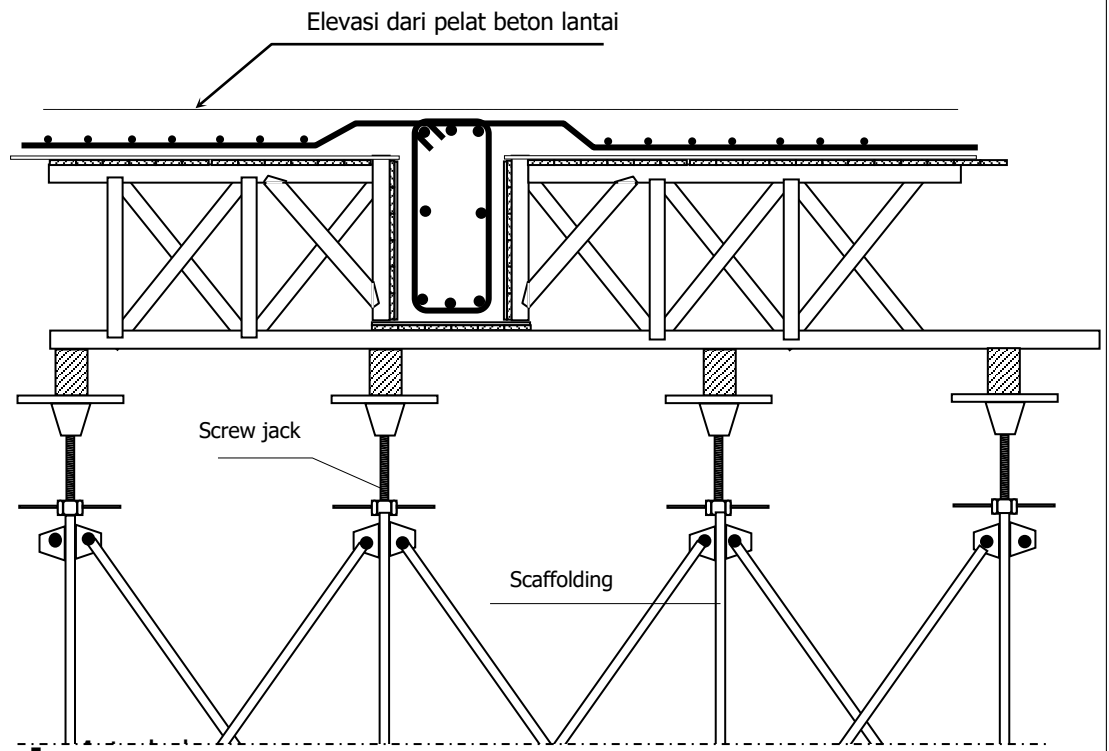
b) Kestabilan pelat lantai

- 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  $45^\circ$  dan tidak boleh digerakkan dengan arah horizontal, karena akan mengakibatkan segregasi. Jarak antara pemasukan concrete vibrator dibuat sedemikian sehingga akan saling menutup daerah pematatannya. 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 yang terlalu cepat. 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.

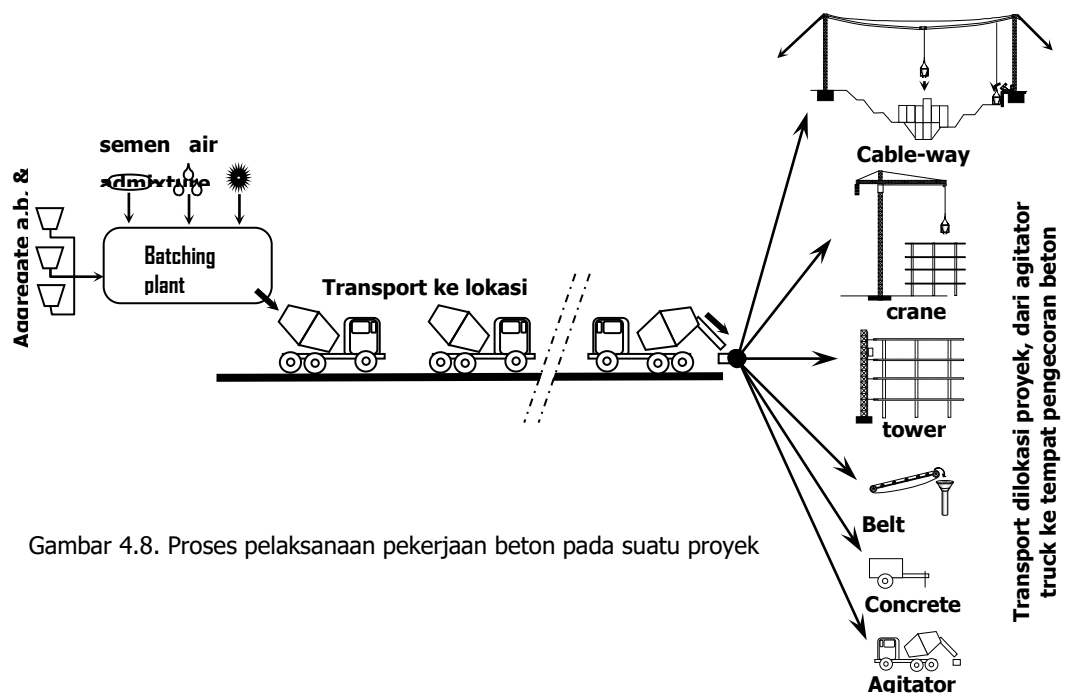
### 3. Mendesain tebal pelat lantai

#### 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 4.8. Proses pelaksanaan pekerjaan beton pada suatu proyek

*Batching plant*, merupakan pabrik pembuatan beton, atau mesin pengaduk beton (gambar 4.9). 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 4.9. 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

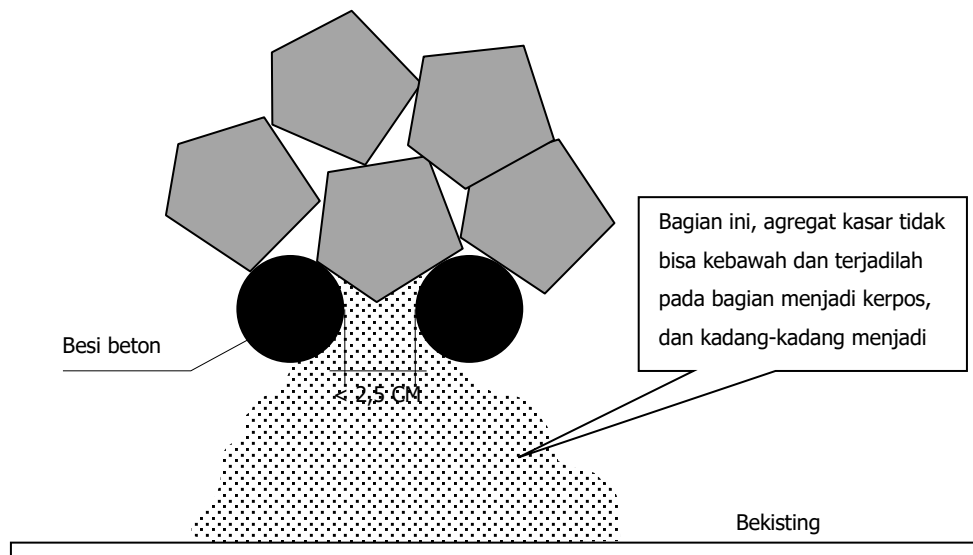
4. Menghitung penulangan pelat lantai

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) 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.

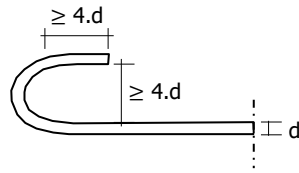
Setiap jenis bentuk dari setiap diameter, dihitung panjangnya dan dihitung berapa banyaknya, maka akan diketahui sisa panjangnya, dan dari sisa panjang ini harus dipakai lagi untuk jenis bentuk lain yang pendek. Sisa terakhir adalah yang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi. Perlu diketahui bahwa panjang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

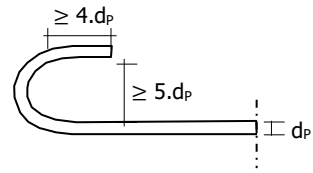
Pemotongan dan pembengkokan besi biasanya dengan mesin bertenaga listrik untuk pekerjaan besar dan secara massal, tetapi kadang-kadang perlu juga adanya alat pembengkokan secara manual untuk pekerjaan yang kecil-kecil dan hanya perlu satu atau dua buah saja.

Ketentuan cara pembengkokan dapat digambarkan sebagai berikut ini,

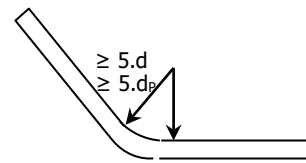
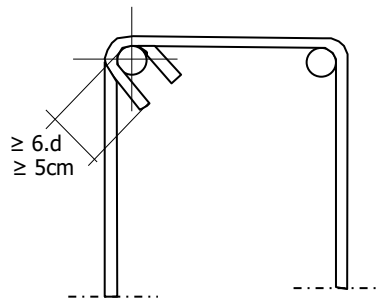




Batang polos



Batang yang diprofilkan



Gambar 3.11. Pembengkokan

<b>DAFTAR POTONG BENGKOK BESI<sup>1</sup></b>	<b>Keterangan</b>			Disetujui oleh	
	<b>Sisa tidak terpakai</b>				
	<b>Sisa untuk</b>	<b>Jml</b>			
		<b>Code</b>			
	<b>Sisa</b>	<b>panj</b>			
		<b>Jml</b>			
	<b>Pemakaian bahan</b>	<b>Dipo- tong</b>			
		<b>Panj</b>			
		<b>Juml</b>			
		<b>Ambil dari</b>			
	<b>Berat/KG</b>				Diperiksa oleh
	<b>Jml panj/M</b>				
	<b>Panj btg/M</b>				
	<b>Ø MM</b>				
	<b>Banyak btg</b>				
	<b>Code</b>				Dibuat oleh:
	<b>Bentuk dalam ukuran</b>				
	<b>No</b>				

**Gambar 3.11. Daftar Potong Bengkok Besi**



Dibuat oleh:

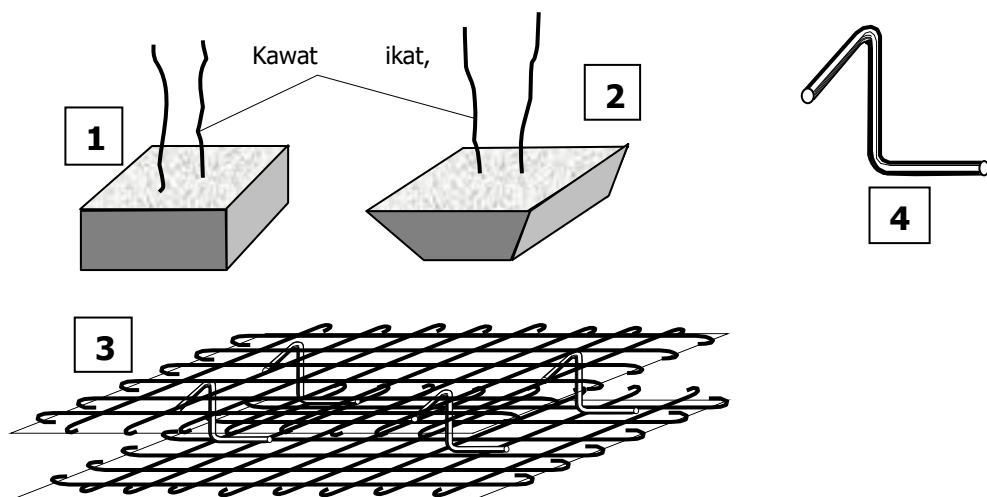
**Diperiksa oleh:**

**Disetujui oleh:**

**Gambar 3.12. Daftar Pembengkokan 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

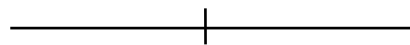
1) Gambar dengan skala 1 : 100, detail yang sangat penting dengan skala 1 : 20

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

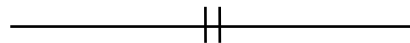
3) 

4) 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



5) 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. 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  $\rho$
  - 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 diameter besi beton, lengkap dengan ukuran jaraknya
  - 3) Gambar bekisting lengkap dengan penyangga-penyangganya dan ukurannya

### **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam 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 kontrak
  - 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 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 lantai, membuat sketsa hasil perancangan pelat lantai
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 BALOK**

#### **A. Pengetahuan yang dibutuhkan 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 beton yang 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 pengikat 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.

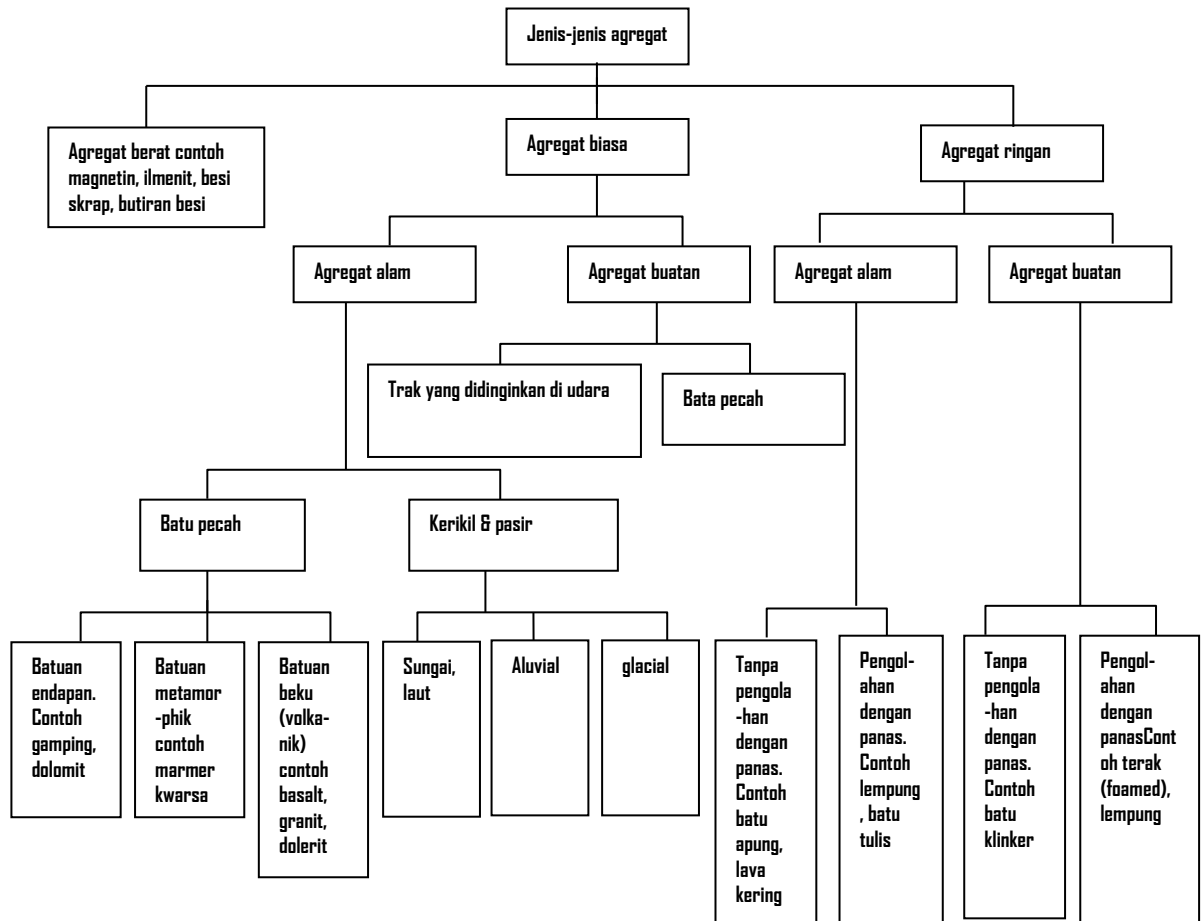
3) Pecah batu manual

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 4.5)



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

Gambar 4.15. 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:

- Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 2% berat
- Sisa diatas ayakan 1 mm minimum 10% berat
- 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
  - Campuran semen + pasir + air yang diragukan
  - 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  $\rho$
  - e) Menghitung luas tulangan  $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
  - f) Menentukan diameter tulangan pokok
  - g)  $d$  aktual  $\geq d$  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  $\rho$
  - 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 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, bahan dasar beton dan bahan olahan 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

d) Menghitung  $q$  ekuivalen pada arah memanjang pelat lantai untuk menghitung momen pada balok yang panjang

Untuk menghitung momen maksimum balok yang panjang

e) Menghitung  $q$  ekuivalen pada arah lebar pelat lantai untuk menghitung momen maksimum pada balok yang lebar

f) Jika ada beban terpusat pada balok

Untuk penambah momen dari beban terbagi rata

2) Data-data untuk menghitung kemampuan dalam

a) Ketentuan  $f'_c$

b) Untuk menghitung gaya tekan beton

c) Ketentuan  $f_y$

d) Untuk menghitung gaya tarik besi beton

e) Ketentuan selimut beton

f) Untuk menghitung  $d = h - \text{selimut beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2}$   
diameter tulangan utama

g) Dimensi balok kalau untuk analisis

h) 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 dia meter 150 mm tinggi 300 mm

▪ Dibuat sejumlah benda uji untuk mewakili kuat tekan beton (biasanya dibuat 20 benda uji).

▪ Dicari  $\sigma_{\text{beton}}$  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

a) Balok beton

b) Komposit

c) *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 pabrikan
- 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

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

2) Syarat kestabilan

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

b. Bahan struktur balok

Bahan struktur balok yang dapat dipakai adalah,

1) Beton

a) Cor insitu

- ❖ Harus memperhatikan bahan-bahan dasar yang dipakai, agregat kasar, agregat halus, semen, air, bahan tambah
- ❖ Bekisting harus rapat dan kuat
- ❖ Gunakan minyak bekisting pada dinding bekisting
- ❖ Perhatikan 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

b) 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

- Perlu perhitungan *shear connector*

3) H-beam

- Dengan sambungan cara las listrik
- 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<sup>2</sup> 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.

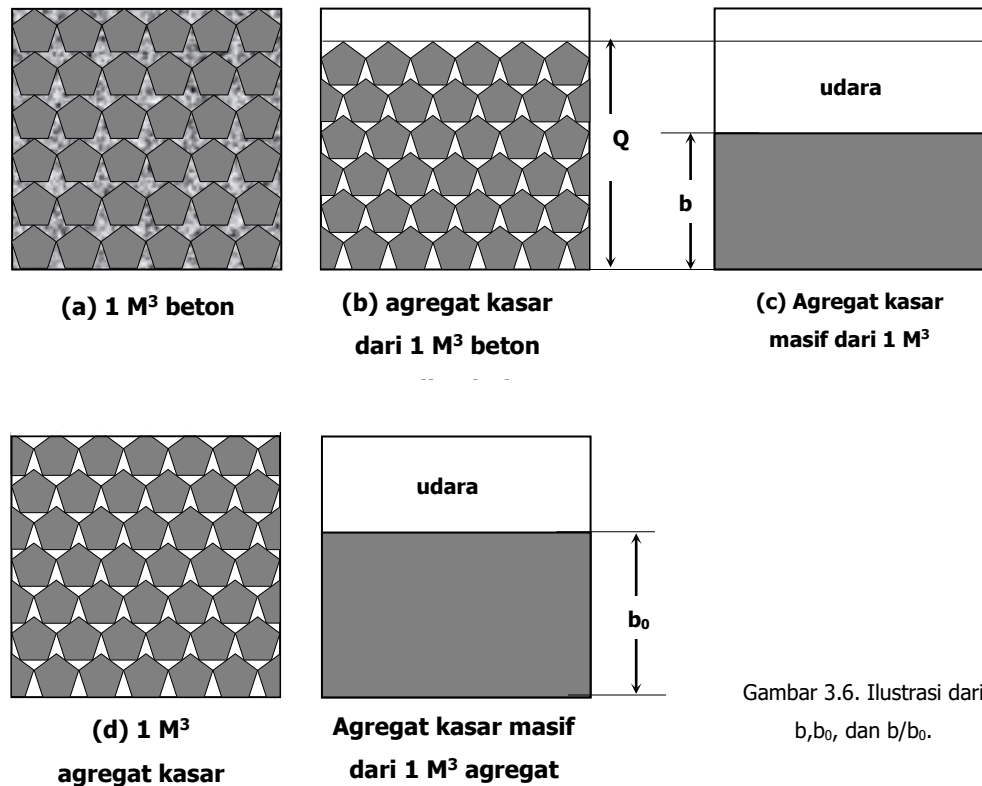
## 2) Rencana campuran beton

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 M<sup>3</sup> beton, kemudian dari 1 M<sup>3</sup> beton tersebut kita pisahkan khusus agregat kasarnya saja, dan dipadatkan dengan prosedur standar, dan volume ini kita sebut Q M<sup>3</sup> (gambar b). Seandainya Q M<sup>3</sup> agregat kasar tersebut dapat meleleh (seperti lilin yang dipanaskan) maka akan menjadi benda masif/pejal/solid dengan volume b M<sup>3</sup> (gambar c). Kita bayangkan lagi 1 M<sup>3</sup> agregat kasar (berat satuan) yang dipadatkan (gambar d), dan kita lelehkan sehingga volume menjadi b<sub>0</sub> M<sup>3</sup>. Karena jenis agregatnya sama maka menyusutnya volume dari agregat padat biasa menjadi volume masif adalah dengan perbandingan yang sama, yaitu

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



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 – 1/2 "	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
No.4 – 3/4"	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 1/2 "	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 1/2 "	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 Kebutuhan Semen dan air yang diperlukan dalam 1 m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>2</sup>		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/CM<sup>2</sup>.
- 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 M<sup>3</sup> (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  $2,70 \times 1000 \text{ KG/M}^3 = 2700 \text{ KG/M}^3$ .
    - 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  $2,50 \times 1000 \text{ KG/M}^3 = 2500 \text{ KG/M}^3$ .
- Semen
  - Specufic gravity 3,14 → berat semen masif/solid  $3,14 \times 1000 = 3140 \text{ KG/M}^3$
  - 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  $300 \text{ KG/M}^2$ .

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/M<sup>2</sup>.

Dari tabel 1 (beton struktur tanpa bahan tambah air-entraining agent), didapat kebutuhan untuk 1M<sup>3</sup> beton, air = 217,85 liter; semen = 418,26 KG.

Perhitungan proporsi campuran untuk 1M<sup>3</sup> beton

- Dengan menggunakan ukuran agregat kasar no. 4 – ½ " dan agregat halus dengan modulus kehalusan 2,40, dari Tabel 25 didapat b/b<sub>0</sub> = 0,59.
- Jadi volume masif/solid dari agregat kasar (b) = 0,59 x 0,5704 M<sup>3</sup> = 0,3365 M<sup>3</sup>.
- 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 <sup>3</sup> beton / M <sup>3</sup>	Berat untuk 1 M <sup>3</sup> beton / KG
Semen	418,26 : 3140 = 0,133204 M <sup>3</sup>	418,2600 KG
Agregat kasar	0,336500 M <sup>3</sup>	908,5500 KG
Air	217,85 : 1000 = 0,217850 M <sup>3</sup>	217,8500 KG
Udara (tabel 26)	2,5% = 0,025000 M <sup>3</sup>	0 KG
Jumlah	= 0,712554 M <sup>3</sup>	
Agregat halus	(1 - 0,712554) = 0,287446 M <sup>3</sup>	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 *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

- a) semen
- b) Agregat kasar
- c) Agregat halus
- d) Air
- e) 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

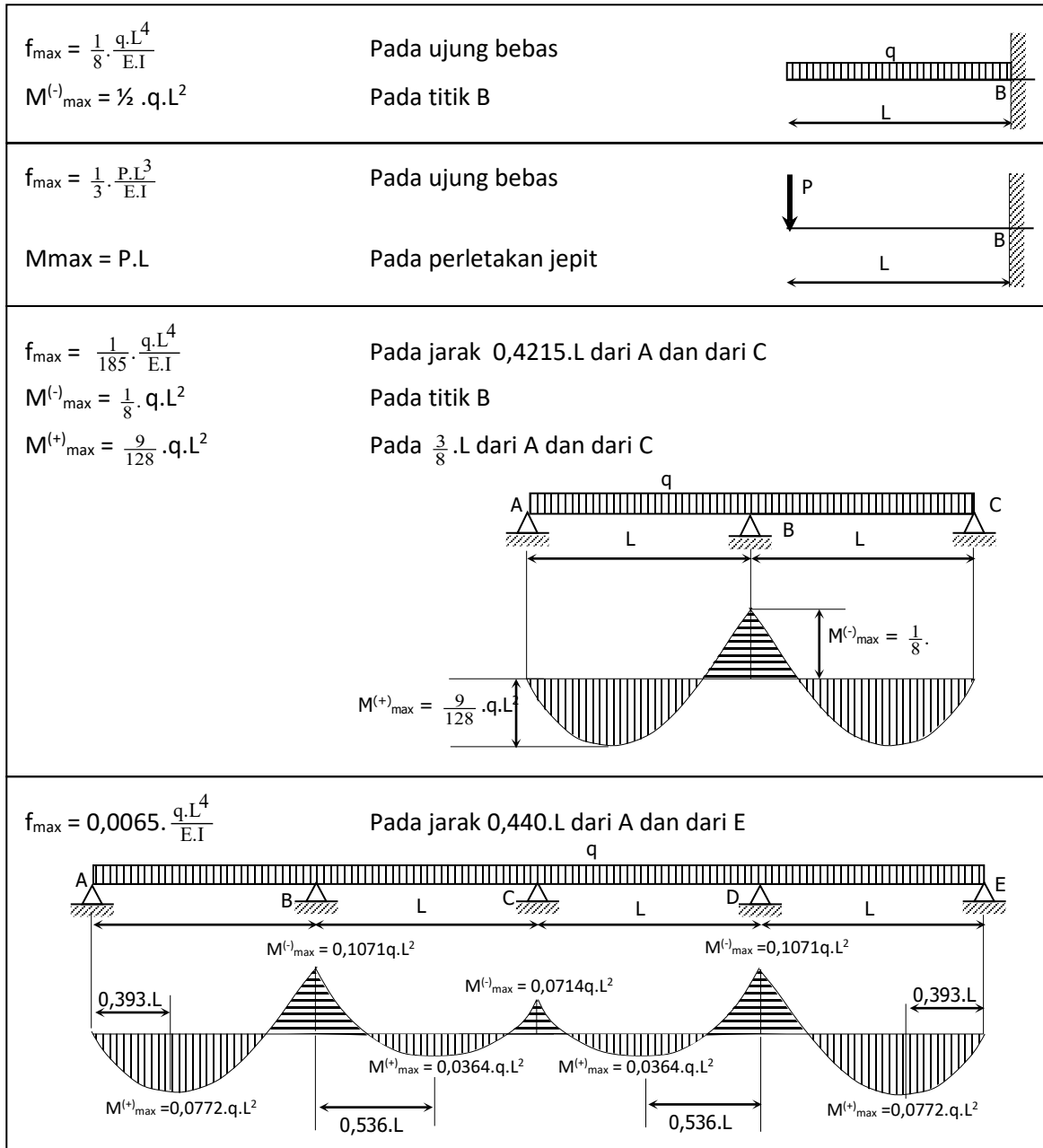
perlu menentukan faktor-faktor momen di perletakan dan di lapangan, karena akibat sifat balok berupa engsel, jepit, atau menerus.

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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>0,5193 \cdot L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>0,5774 \cdot L</math> 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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>0,4215 L</math> dari A</p> <p>Pada titik B</p> <p>Pada <math>\frac{3}{8} \cdot L</math> 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 <math>0,4472 \cdot L</math> dari A</p> <p>Pada titik B</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada perletakan jepit</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> 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 <math>\frac{1}{2} L</math> dari A</p> <p>Pada jarak <math>\frac{1}{2} L</math> dari A dan perletakan jepit.</p>	



Gambar 3.16. Lendutan

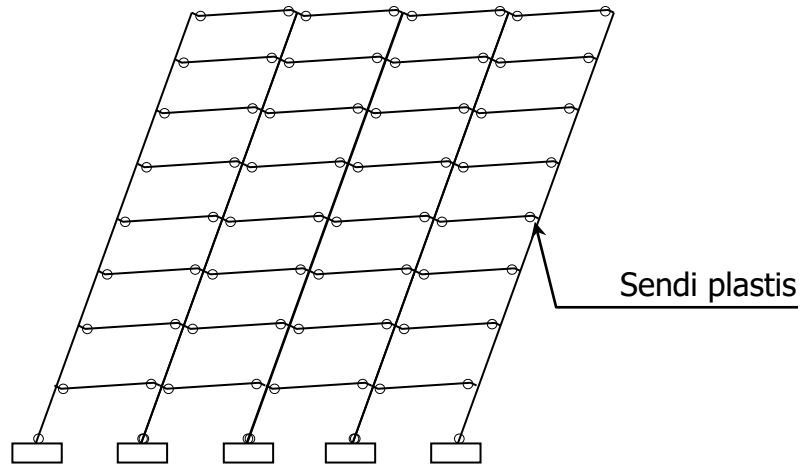
b. Sendi plastis pada balok beton sesuai standar

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 balok**

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 balok**

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 X**

### **MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL KOLOM**

#### **A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail kolom**

1. Menyiapkan data pendukung untuk membuat perancangan 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
  - 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 di atasnya, 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 baja H-beam

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 perancangan alat 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 dan

- 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 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 gempal 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 dokumen kontrak
    - 2) Meneliti shop drawing (gambar kerja)
    - 3) Meneliti peraturan-peraturan terkait yang berlaku
    - 4) Meneliti dimensi kolom
    - 5) Meneliti tegangan-tegangan yang terjadi
    - 6) Meneliti apakah tegangan-tegangan yang terjadi  $\leq$  tegangan ijin terkait
    - 7) Jika lebih kecil  $\rightarrow$  ok
    - 8) 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 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 XI**

### **MEMBUAT PERANCANGAN DETAIL DINDING GESER**

#### **A. Pengetahuan yang dibutuhkan dalam Perancangan detail dinding geser**

1. Menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser

- a. Data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan

Data gaya dalam pada struktur dinding geser adalah data-data mutu bahan, besar nilai gaya dalam sebagai kemampuan dalam dari dinding geser untuk menahan gaya-gaya lateral dan gaya gempa. Dinding geser adalah jenis struktur untuk menahan geser dan gaya lateral akibat gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan gedung, maka sebagian beban gempa yang terjadi dapat di redam oleh dinding geser tersebut.

2. Menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser

- a. Mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar

Mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar adalah tegangan ijin tekan beton, tegangan geserbeton dan tegangan ijin tarik besi beton sesuai standar yang berlaku

3. Mendesain tebal dinding geser

- a. Mendesain dinding geser

Cara mendesain dinding geser adalah menghitung kemampuan dalam dinding geser terhadap gaya-gaya luar berupa gaya lateral, gaya gempa dan gaya vertikal yang dibebankan.

- 1) Elemen dinding harus direncanakan terhadap variasi dan kombinasi sifat beban yang bekerja padanya.
- 2) Elemen dinding harus diberi penguat jangkar pada perpotongan dengan komponen struktur lain, misalnya lantai, atap atau pada kolom, pilaster, sirip penyangga dan dinding lain yang berpotongan, dan podasi.
- 3) Dinding harus direncanakan terhadap beban eksentris dan terhadap setiap beban lateral atau beban lain yang bekerja padanya.

4) Perencanaan harus diperhitungkan terhadap geser

4. Menghitung penulangan dinding geser

a. Beban-beban yang bekerja pada dinding geser

Beban-beban yang bekerja pada dinding geser adalah semua beban-beban lateral dan atau beban-beban vertikal yang diterapkan pada dinding geser

b. Penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja

Penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja adalah penulangan pada dinding geser untuk menahan geser, menahan tarik bila terjadi tegangan tarik dan menahan sebagian tegangan tekan.

Besarnya jumlah tulangan arah vertikal dan horizontal serta jarak pemasangannya harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Rasio minimum dari luas tulangan vertikal terhadap luas bruto beton harus:
  - a) 0,0012 untuk batang deform yang tidak lebih besar dari D-16 dengan tegangan leleh yang disyaratkan tidak kurang dari 400 Mpa, atau
  - b) 0,0015 untuk batang deform lainnya, atau
  - c) 0,0012 untuk jaringan kawat baja las (polos atau deform) tidak lebih besar dari W31 atau D31
- 2) Rasio minimum dari luas tulangan horizontal terhadap luas bruto beton harus:
  - a) 0,0020 untuk batang deform yang tidak lebih besar dari D-16 dengan tegangan leleh tidak kurang dari 400 Mpa, atau
  - b) 0,0025 untuk batang deform lainnya, atau
  - c) 0,0020 untuk jaringan kawat baja las (polos atau deform) yang tidak lebih besar dari W31 atau D31
- 3) Dinding dengan tebal lebih dari 250 mm, kecuali dinding ruang bawah tanah, di setiap arah harus mempunyai dua lapis tulangan yang sejajar dengan bidang muka dinding dengan pengaturan sebagai berikut:
  - a) Satu lapis tulangan yang terdiri tidak kurang dari setengah dan tidak lebih dua per tiga jumlah tulangan yang dibutuhkan untuk tiap arah

harus ditempatkan pada bidang tidak kurang dari 50 mm dan tidak lebih dari sepertiga tebal dinding dari permukaan luar dinding

b) Lapisan lainnya, terdiri dari sisa tulangan dalam arah tersebut di atas, harus ditempatkan pada bidang tidak kurang dari 20 mm dan tidak lebih dari sepertiga tebal dinding dari permukaan luar dinding.

4) Jarak antar tulangan dari tulangan vertikal dan horizontal, tidak boleh lebih dari tiga kali tebal dinding ataupun 500 mm.

5) Tulangan vertikal tidak perlu dilingkup oleh pengikat lateral bila luas tulangan vertikal tidak lebih besar dari 0,001 kali luas bruto penampang beton, atau bila tulangan vertikal tidak dibutuhkan sebagai tulangan tekan.

6) Disamping adanya ketentuan mengenai tulangan minimum yang ditentukan diatas, di sekeliling semua bukaan jendela dan pintu harus dipasang tidak kurang dari dua tulangan D-16. Batang tulangan ini harus menjorok dari sudut bukaan sejarak yang diperlukan untuk mengembangkan kemampuannya tetapi tidak kurang dari 600 mm.

#### 5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser

##### a. Kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar

Kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar adalah

1) Kekuatan adalah dinding geser mampu menerima beban lateral dan atau beban vertikal yang diterapkan terhadap gedung yang terkait

2) Stabilitas adalah pada dinding geser tidak terjadi lendutan, tekuk, dan kaitan terhadap kolom dan balok tetap stabil jika menerima beban-beban

#### 6. Membuat sketsa hasil perancangan dinding geser

##### a. Sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan

Sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan adalah sketsa hasil perancangan dinding geser yang menunjukkan dimensi dinding geser dan pemebesian dinding geser



## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Perancangan detail dinding geser**

1. Menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan

Langkah-langkah untuk menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser sesuai dengan kebutuhan perancangan

- 1) Mutu dinding geser ( $f'_c$ )
- 2) Mutu besi ( $f_y$ )
- 3) Tebal dinding geser
- 4) Jumlah besi ( $A_s$ )
- 5) Modulus elastisitas beton
- 6) Tegangan geser beton

2. Menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar  
Langkah-langkah untuk menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser sesuai dengan standar

- a. Meneliti gambar pada dokumen kontrak
- b. Menentukan gaya-gaya yang bekerja terhadap gedung
- c. Menentukan mutu beton
- d. Menentukan mutu besi beton
- e. Menentukan dimensi beton

3. Mendesain tebal dinding geser sesuai dengan standar

Langkah-langkah untuk mendesain tebal dinding geser sesuai dengan standar

- a. Meneliti gambar dokumen kontrak
- b. Menghitung gaya-gaya lateral yang akan terjadi
- c. Menghitung gaya-gaya vertikal yang akan terjadi
- d. Menentukan tegangan tekan beton
- e. Menentukan tegangan tarik baja
- f. Taksir tebal dinding
- g. Menentukan puntuk perhitungan kebutuhan besi beton
- h. Menentukan  $\phi$  besi beton
- i. Menentukan tulangan pembagi

4. Menghitung penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja  
Langkah-langkah untuk menghitung penulangan dinding geser sesuai dengan beban-beban yang bekerja
  - a. Meneliti gambar dokumen kontrak
  - b. Menghitung gaya-gaya lateral yang akan terjadi
  - c. Menghitung gaya-gaya vertikal yang akan terjadi
  - d. Menentukan tegangan tekan beton
  - e. Menentukan tegangan tarik baja
  - f. Menentukan  $\rho$  untuk perhitungan kebutuhan besi beton
  - g. Menentukan  $\phi$  besi beton
  - h. Menentukan tulangan pembagi
5. Memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan Standar  
Langkah-langkah untuk memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser sesuai dengan standar.
  - a. Memeriksa dan membandingkan dengan ketentuan dan setandar SNI
  - b. Melihat lendutan yang terjadi
  - c. Melihat metode kaitan dinding geser dengan kolom dan balok yang terkait
6. Membuat sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan  
Cara untuk membuat sketsa hasil perancangan dinding geser sesuai dengan hasil perhitungan
  - a. Meneliti dokumen kontrak
  - b. Meneliti hasil perancangan dinding geser
  - c. Meneliti dimensi dinding geser
  - d. Meneliti penulangan dinding geser
  - e. Mengelola pembuatan gambar yang dapat terlihat semua dimensi dinding beton dan penulangannya

### **C. Sikap Kerja dalam Perancangan detail dinding geser**

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menyiapkan data gaya dalam pada struktur dinding geser, menentukan mutu beton dan tulangan dinding geser, mendesain tebal dinding geser, menghitung penulangan dinding, memeriksa kekuatan dan stabilitas dinding geser, membuat sketsa hasil perancangan dinding geser.
2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam merancang detail dinding geser

## **BAB XII**

### **MENENTUKAN METODA PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi**

1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi

a. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi

Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi 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 tinggi

a. Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi

Beberapa metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi

- 1) Untuk lokasi bangunan gedung pada remote area (daerah terpencil) ada kemungkinan dengan lebih banyak menggunakan labour intensive (padat karya) dari pada machine intensive.

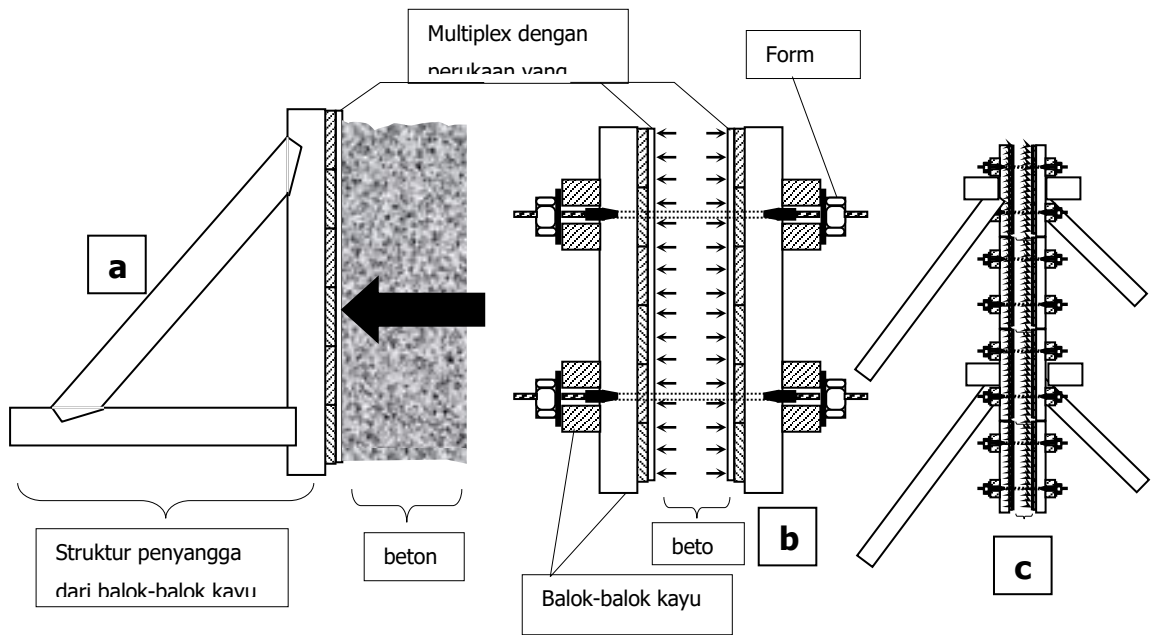
Pada remote area (daerah terpencil) banyak kemungkinan tidak tersedia peralatan untuk operasional pembangunan gedung, sehingga komponen-komponen konstruksi yang kemungkinan dapat

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

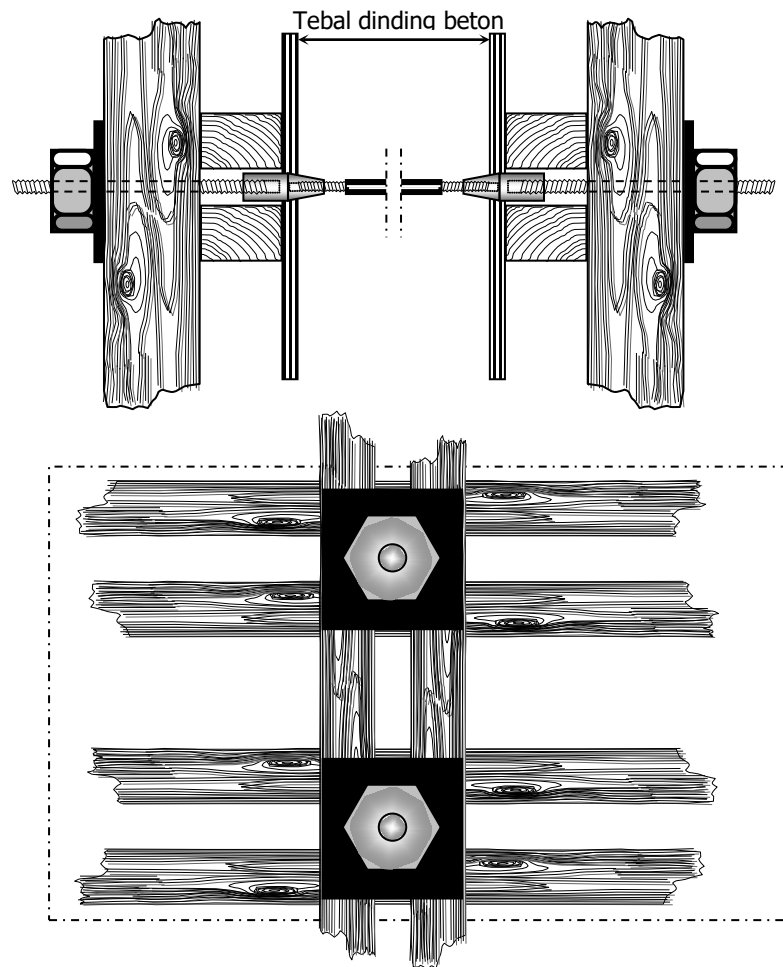
Pekerjaan cetakan beton, yang secara umum para petugas di lapangan menyebut dengan istilah bekisting, adalah merupakan pekerjaan sementara, tetapi walaupun merupakan pekerjaan sementara harus kuat untuk menahan tekanan beton yang masih cair, dan juga harus kuat jika terkena injakan para pekerja dan pukulan-pukulan yang tidak disengaja. Harus di yakini juga agar tidak berubah bentuknya selama pekerjaan pengecoran beton sampai beton menjadi keras. Untuk pekerjaan gedung bertingkat tinggi 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 <sup>2</sup>							
	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/M<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup>							
	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/M<sup>2</sup>.

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

**Untuk kolom:**

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

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

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

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

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

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

$P = 732,3615 + (15,1753 \times V)$  untuk temperatur beton 35°C

$P = 732,3615 + (13,8621 \times V)$  untuk temperatur beton 40°C

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

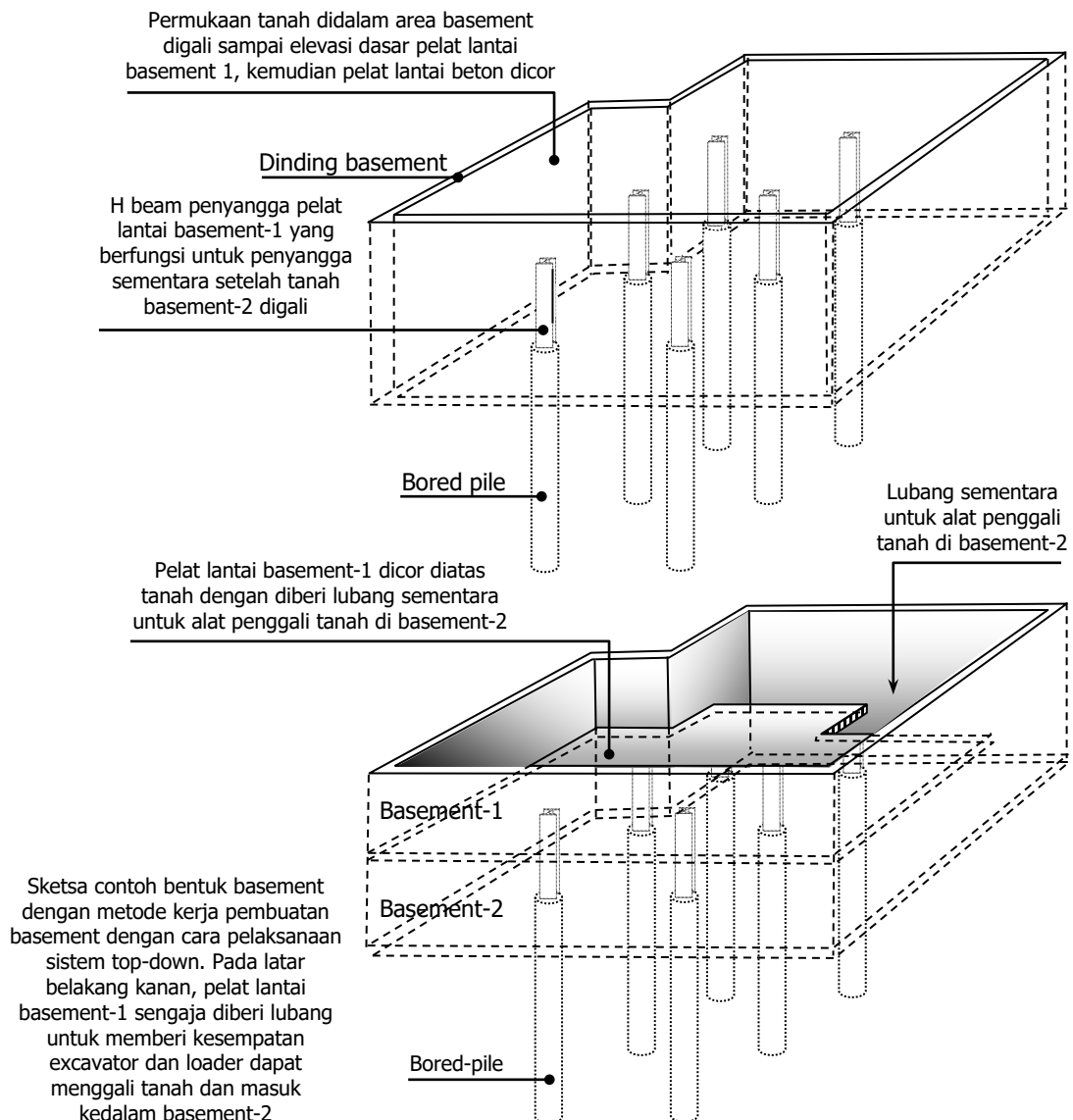
- b) Peran perencana dalam menghitung pembesian juga harus memperhitungkan jarak bersih antara besi, jangan sampai terjadi agregat kasar tertahan oleh anyaman besi beton sehingga dibawah anyaman akan keropos. Posisi yang demikian bisa terjadi misalnya pada pertemuan empat balok dengan sebuah kolom



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. Dengan cara padat alat lebih murah dan lebih cepat.
- 3) Untuk gedung dengan basement, dapat dengan metode top-down, pelaksanaan pembangunan ke atas dan basement dapat 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 menanggung 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



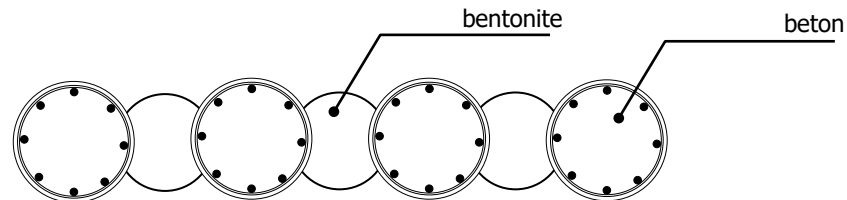
Dinding basement dan pondasi bored-pile dapat dilaksanakan secara simultan. Dinding basement juga berfungsi sebagai diaphragm-wall, dinding penahan tanah, penyangga gaya horizontal yang diterima pelat lantai, dan termasuk juga sebagai dewatering system. Pada bagian basement-2 perpanjangan dari salah 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. Penggalian tanah dimulai dari basement-1, sampai mencapai elevasi pelat lantai basement-1. Penggalian 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. Penggalian 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

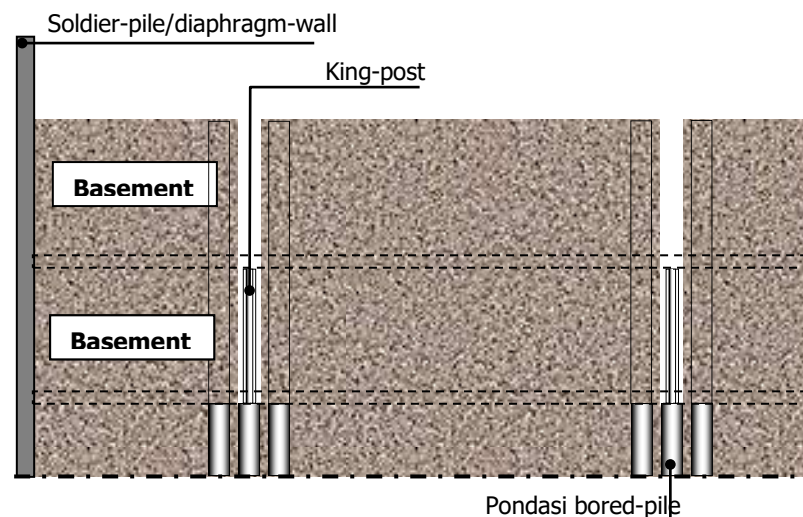
Pembuatan dinding basement ini pada dasarnya adalah juga merupakan dinding penahan tanah, yang sekaligus dapat berfungsi untuk dewatering dan penahan gaya horizontal untuk pelat lantai basement. Pembuatan dinding basement dapat dilaksanakan dengan beberapa cara, diantaranya dengan membuat bored-pile 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.

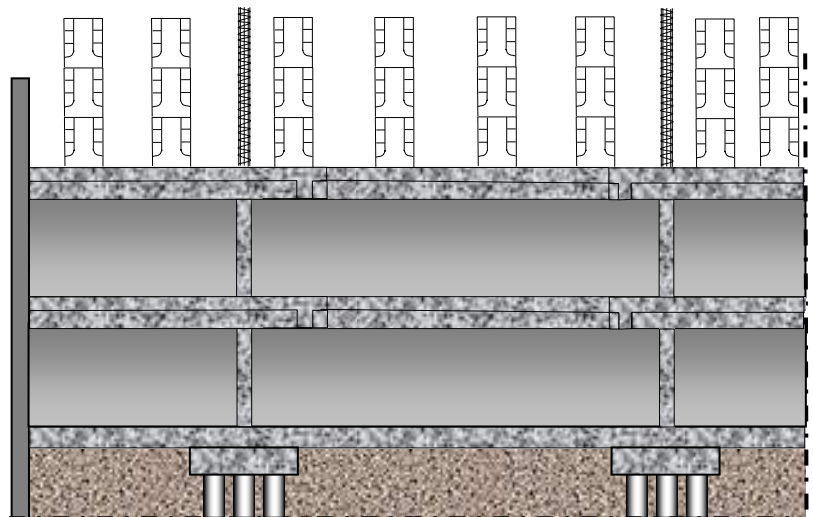
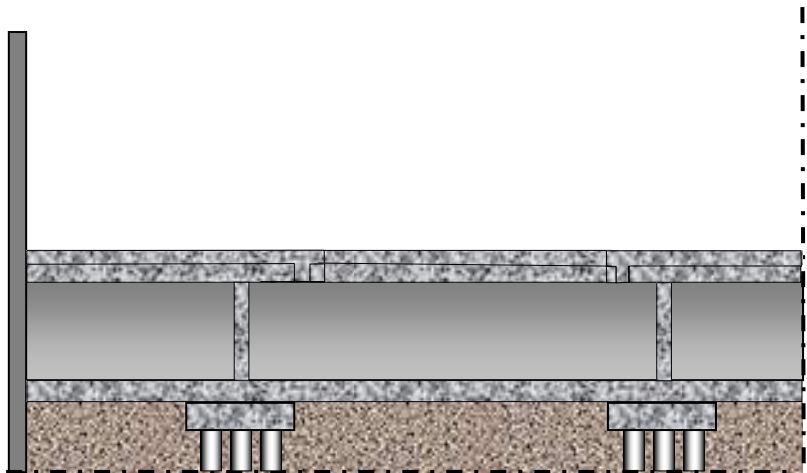
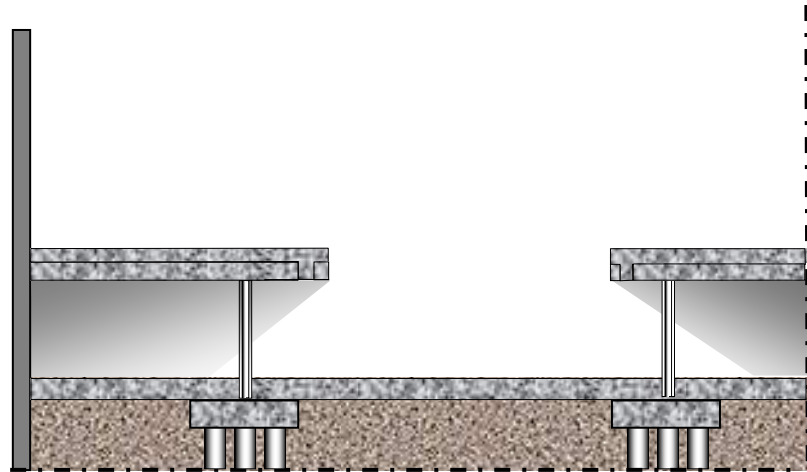


**Gambar 254. Dinding penahan tanah**

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 tinggi yang paling efektif dan efisien.

Metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi 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 intensife*

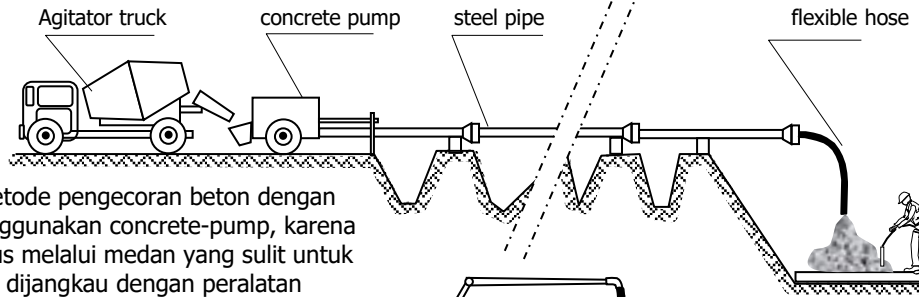
Jika letak bangunan pada daerah yang terpencil, maka dengan terpaksa menggunakan banyak tenaga orang atau *labour intensive*.

Dibawah ini akan disajikan dengan metode yang sederhana

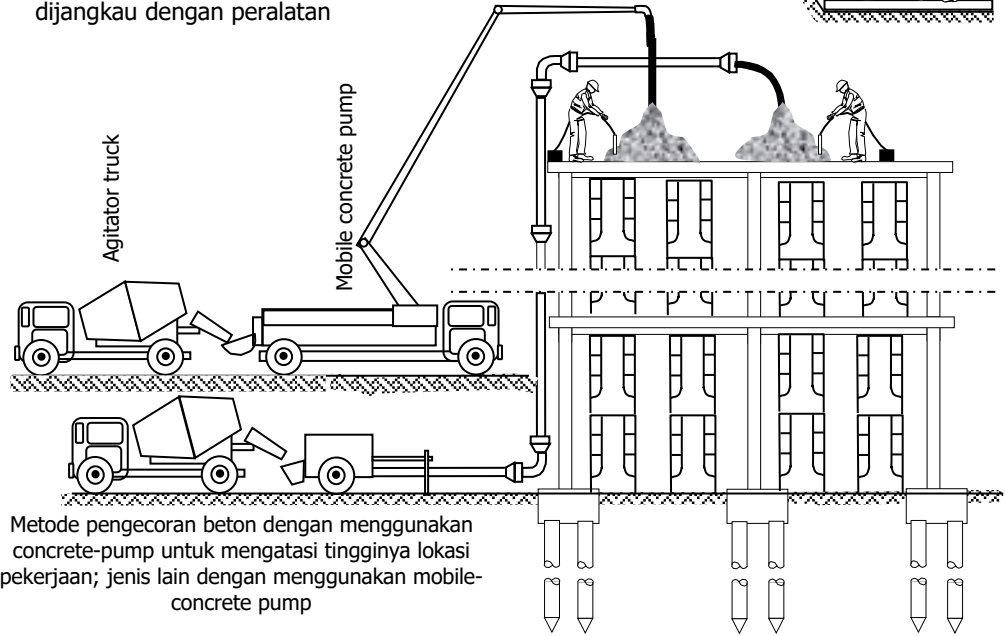
Metode yang sederhana dengan menggunakan cara *equipment intensife* (padat alat)

Pekerjaan struktur gedung dimaksud disini adalah gedung bertingkat banyak. Untuk gedung atau rumah sederhana tidak banyak kesulitan.

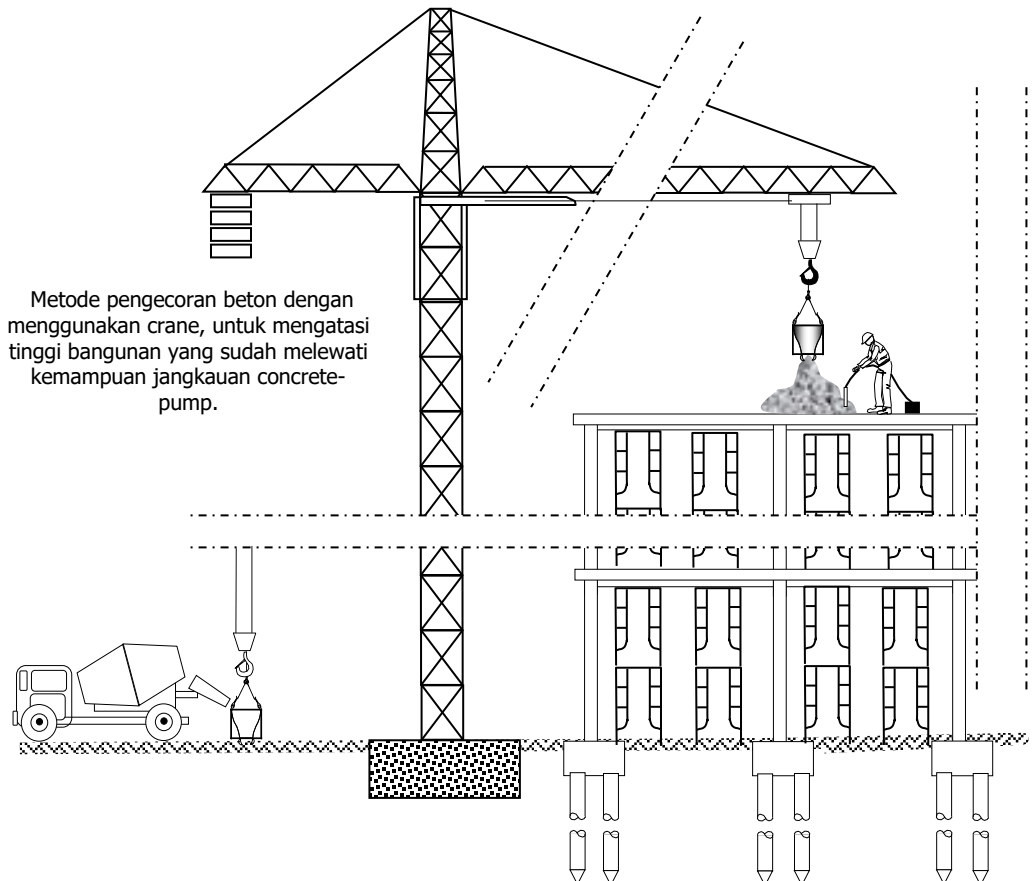
Untuk pekerjaan pengecoran balok, pelat lantai dan kolom dapat dilaksanakan dengan beberapa kemungkinan, tergantung kondisi setempat, diantaranya dapat menggunakan concrete pump, tower (lift), atau crane



Metode pengecoran beton dengan menggunakan concrete-pump, karena harus melalui medan yang sulit untuk dijangkau dengan peralatan



Metode pengecoran beton dengan menggunakan concrete-pump untuk mengatasi tingginya lokasi pekerjaan; jenis lain dengan menggunakan mobile-concrete pump



Metode pengecoran beton dengan menggunakan crane, untuk mengatasi tinggi bangunan yang sudah melewati kemampuan jangkauan concrete-pump.

Untuk pengecoran diatas 12,00 m maka lebih baik dengan menggunakan lift/tower atau crane tergantung dari kondisi lapangan. 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 tinggi

#### 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,

- Bangunan yang dilindungi pemerintah
  - Masjid Istiqlal, Jakarta
  - Gereja depan setasiun Gambir, Jakarta
  - Mesjid Cut Mutia, Jakarta
  - Gereja blenduk, Semarang
- Bangunan yang rentan terhadap getaran-getaran, dan polusi suara
  - Gedung laboratorium
  - Gedung rumah sakit
  - Gedung sekolah
- Tempat ibadah

##### 2) Geoteknik

- Tanah yang mudah bergerak dan atau *sliding*
- Format tanah banyak berongga (*cavities*)

##### 3) Sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah

- Tanah dan atau air tanah yang mengandung unsur sulfat
- Tanah clay yang mempunyai muai susut yang besar

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

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Merancang metoda pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi**

1. Mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi sesuai dengan hasil perancangan.  
Langkah-langkah untuk mengidentifikasi metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi sesuai dengan hasil perancangan.
  - a. Meneliti 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 tinggi yang paling efektif dan efisien.  
Langkah-langkah untuk merancang metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi yang paling efektif dan efisien.
  - a. Meneliti 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 tinggi berdasarkan kondisi lapangan.  
Cara untuk menentukan metode pelaksanaan struktur atas bangunan bertingkat tinggi berdasarkan kondisi lapangan.
  - a. Rapat koordinasi dengan tenaga ahli yang sudah berpengalaman
  - 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 tinggi berdasarkan kondisi lapangan

### **C. Sikap Kerja**

Harus bersikap secara:

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



## BAB XIII

### MELAKUKAN PENGUJIAN BEBAN TEKANAN ANGIN UNTUK BANGUNAN TINGGI

#### A. Pengetahuanyang diperlukan dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi

##### 1. Menyiapkan peralatan pengujian beban tekanan angin

##### a. Tekanan angin yang bekerja terhadap bangunan gedung

Tekanan angin yang bekerja terhadap bangunan gedung adalah tekanan angin dalam satuan gaya setiap satuan luas yang jika dikalikan dengan luas bangunan yang jika kemungkinan dikalikan dengan suatu faktor dan luas bangunan akan mewujudkan gaya yang menekan kepada bangunan, yang dapat berwujud tekanan lateral atau membuat sudut dengan bidang horizontal.

Angin adalah pergerakan udara dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan tinggi. Pada daerah yang bersuhu panas, udara akan naik keatas, sehingga tekanan berkurang dan akan diisi dengan udara dari daerah yang bersuhu dingin.

Untuk menentukan pengaruh angin terhadap bangunan gedung, pedoman yang berlaku di negara kita adalah,

- 1) Tekanan tiup angin minimal adalah 25 kg/m<sup>2</sup>
- 2) Tekanan tiup angin sampai sejauh 5 km dari pantai diambil minimal 40 kg/m<sup>2</sup>.
- 3) Untuk daerah yang sering mengalami kecepatan angin yang sangat tinggi, tekanan tiup angin terhadap bangunan gedung diambil dengan rumus empiris  $p = \frac{v^2}{16}$  kg/m<sup>2</sup> dimana v dengan kesatuan m/detik.

Karena angin akan mengakibatkan tekanan dan hisapan pada bangunan gedung, maka dengan hasil percobaan-percobaan telah ditentukan koefisien-koefisien untuk tekanan dan disapan untuk berbagai bentuk bangunan gedung. Koefisien-koefisien ini bertujuan untuk menyederhanakan analisis. Apa yang telah diuraikan diatas adalah pengaruh angin sebagai beban statis. Tetapi ada juga perilaku dinamis dari angin, pada daerah perkotaan, dimana

angin sering berganti arah. Hal demikian akan dapat mengakibatkan goyangan gedung ke berbagai arah. Selain dari itu dapat juga mempengaruhi rencana struktur atap yang menggunakan kabel tarik, dimana gaya-gaya batang akan dapat berubah-ubah.

b. Peralatan pengujian kecepatan angin

Peralatan pengujian kecepatan angin adalah anemometer.

Anemometer adalah alat pengukur kecepatan angin yang biasanya digunakan dalam bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun perkiraan cuaca. Alat ini berfungsi untuk mengukur atau menentukan kecepatan angin. Selain mengukur kecepatan angin, alat ini dapat juga digunakan untuk mengukur besarnya tekanan angin, cuaca, dan tinggi gelombang laut.

2. Melaksanakan pengujian beban tekanan angin

a. Pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian

Pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian.

Pengukuran dapat dilakukan dengan cara memegangnya anemometer secara vertikal atau menaruhnya diatas penyangga. Angka kecepatan angin akan ditampilkan secara otomatis pada *speedometer*. Alat ini mempunyai tingkat ketelitian sampai 0,5 m/s.

Cara membaca skala dan hasil sebagai berikut,

- 1) Tekan tombol on/off
- 2) Semua item pengukuran akan ditampilkan pada layar
- 3) Untuk mode pengukuran yang diperlukan
- 4) Tekan tombol "hold" untuk melihat hasil pengukurannya
- 5) Catat semua hasil pengukuran

3. Mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin

a. Data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan

Data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan adalah data tentang tekanan angin terhadap bangunan gedung yang didapat dari hasil data kecepatan angin.

Tetapi tetap perlu menggunakan ketentuan yang berlaku bahwa tekanan tiup angin pada gedung digunakan minimal adalah  $25 \text{ kg/m}^2$ , sedangkan tiup angin sampai sejauh 5 km dari pantai diambil minimal  $40 \text{ kg/m}^2$ . Untuk daerah yang sering mengalami kecepatan angin yang sangat tinggi, tekanan tiup angin terhadap bangunan gedung diambil dengan rumus empiris  $p = \frac{v^2}{16}$   $\text{kg/m}^2$  dimana  $v$  dengan kesatuan m/detik.

#### 4. Menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin

##### a. Data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat

Data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat adalah data dari hasil pengujian beban tekanan angin yang ditinjau dari segala aspek, yang mana kemudian dapat mewujudkan menjadi gaya-gaya untuk kebutuhan perancangan struktur.

#### 5. Membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi

##### a. Rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian adalah pemberian gambar rencana usulan struktur bangunan tinggi, yang sudah di analisis dengan mempertimbangkan dan dengan dasar data-data yang masuk. Gambar rencana usulan struktur bangunan tinggi sesuai dengan skala 1 : 100, dan jika ada elemen konstruksi yang penting dapat dengan skala 1 : 20.

Dalam memberikan rekomendasi struktur bangunan tinggi, khusus untuk atap kuda-kuda, perlu dianalisis kemungkinan-kemungkinan yang terjadi karena perubahan-perubahan arah angin, yang akan mengakibatkan perubahan-perubahan pula dari hasil gaya-gaya batang yang terjadi. Terutama adalah bila kerangka atap menggunakan batang tarik dari *steel wire rope*.

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi**

### 1. Menentukan tekanan angin sesuai dengan standar

Langkah-langkah untuk menentukan tekanan angin

- a. Menentukan kecepatan angin dengan menggunakan anemometer
- b. Tekanan tiup angin diambil minimal 25 km/m<sup>2</sup>
- c. Tekanan tiup angin di laut dan daerah pantai kurang dari 5 km, adalah 40 km/m<sup>2</sup>
- d. Untuk daerah dimana tekanan tiup angin sangat besar diambil dengan menggunakan rumus  $p = \frac{v^2}{16} kg/m^2$
- e. Menentukan tekanan angin

### 2. Melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian

Cara melaksanakan pengujian beban tekanan angin sesuai dengan prosedur standar pengujian adalah sebagai berikut

- a. Pegang anemometer secara vertikal atau menaruhnya diatas tempat
- b. Angka kecepatan angin akan di tunjukkan secara otomatis pada anemometer
- c. Angka ketelitian anemometer 0,5 m/s

### 3. Mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan

Pengumpulan data hasil pengujian beban tekanan angin sesuai dengan kebutuhan perancangan dengan cara sebagai berikut

- a. Meneliti daerah sekeliling terhadap pengaruh kecepatan angin yang akan membebani bangunan gedung
- b. Menentukan kecepatan daerah yang mendorong bangunan gedung
- c. Menentukan kecepatan daerah yang menarik bangunan gedung
- d. Posisi bangunan gedung seberapa jauh dari pantai

4. Menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat

Langkah-langkah untuk menganalisis data hasil pengujian beban tekanan angin dengan metode yang tepat

- a. Meneliti letak dan posisi bangunan
- b. Meneliti pengaruh beban tekanan angin terhadap perancangan struktur
- c. Meneliti pengaruh besar beban tekanan angin terhadap perancangan struktur
- d. Meneliti pengaruh sudut beban tekanan angin terhadap perancangan struktur
- e. Meneliti pengaruh tekanan terhadap bangunan gedung dari beban tekanan angin untuk perancangan struktur
- f. Meneliti pengaruh tarikan terhadap bangunan gedung dari beban tekanan angin untuk perancangan struktur
- g. Meneliti kemungkinan arah angin yang berubah-ubah

5. Membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian  
Langkah-langkah untuk membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi berdasarkan data hasil pengujian

- a. Menentukan besar beban tekanan angin terhadap bangunan gedung
- b. Menentukan pengaruh-pengaruh beban tekanan angin terhadap bangunan gedung
- c. Merekomendasikan bentuk bangunan (flat, stream line)
- d. Merekomendasikan struktur bangunan atas untuk mewujudkan bangunan yang handal
- e. Merekomendasikan struktur pondasi untuk mewujudkan bangunan yang handal

**C. Sikap Kerja dalam Melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi**

Harus bersikap secara:

1. Harus cermat dan teliti dalam menentukan tekanan angin sesuai dengan standar, melaksanakan pengujian beban tekanan angin, mengumpulkan data hasil pengujian beban tekanan angin, menganalisis data hasil

pengujian beban tekanan angin, membuat rekomendasi struktur bangunan tinggi,

2. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
3. Berpikir analitis serta evaluatif dalam melakukan pengujian beban tekanan angin untuk bangunan tinggi

## **BAB XIV**

### **MEMBUAT LAPORAN HASIL PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi**

##### 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 M<sup>3</sup>.

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 M<sup>3</sup>.

- 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 sedemikian 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 tinggi**

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. Sikap Kerja**

Harus bersikap secara:

- 4. 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
- 5. Taat azas dalam mengaplikasikan cara, langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan
- 6. Berpikir analitis serta evaluatif dalam membuat laporan hasil perancangan struktur atas bangunan gedung bertingkat tinggi

## 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 IlmuYogyakarta

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. Cuyppers, 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, gambar detail
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