

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1. PENELITIAN YANG TELAH DILAKUKAN SEBELUMNYA**

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dengan studi kasus yang memiliki permasalahan analisis dan pembahasan dengan memiliki kemiripan yang nantinya bisa digunakan sebagai referensi dalam penyusunan skripsi, dibawah ini ada beberapa analisis kajian yang pernah dilakukan sebelumnya, antara lain adalah sebagai berikut :

- Penelitian kedua merupakan penelitian yang dilakukan Yodi Satria Imani, dengan judul penelitian **“Perencanaan Pembangunan Hotel VI Lantai di Jatiwangi – Majalengka”**. Pada penelitian tersebut peneliti merencanakan sebuah gedung bertingkat untuk perkuliahan dengan menggunakan beton bertulang.
- Penelitian selanjutnya merupakan penelitian yang dilakukan oleh Deni Nugraha, penelitian tersebut berjudul **“Analysis and Design Of Structure Hotel 6 Floor idn Majalengka”**. Pada penelitian tersebut peneliti merencanakan sebuah gedung bertingkat untuk dijadikan sebuah masjid dengan menggunakan matrial beton bertulang.
- Penelitian pertama merupakan penelitian yang dilakukan oleh Deni Mardiana, adapun penelitian tersebut berjudul **“Analysis And Design Structure Of Sangkan Hotel Kuningan Regency”**. Pada penelitian tersebut peneliti merencanakan suatu gedung laboratorium dengan menggunakan struktur beton bertulang.

- Penelitian yang terakhir yang dijadikan sebagai referensi merupakan penelitian yang dilakukan Muhamad Rizkie Akbar, dengan judul penelitian **“Design of Nurul ‘Ilmi Mosque Building in Swadaya Gunung Jati University Cirebon”**. Pada penelitian tersebut team peneliti melakukan perencanaan perencanaan sebuah hotel dengan menggunakan struktur beton bertulang.
- Penelitian berikutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dea Sulaiman Rasid, adapun penelitian tersebut berjudul **“Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Hotel Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen”**. Pada penelitian tersebut tim penelitian sebuah bangunan hotel dengan struktur beton bertulang yang dengan menggunakan peraturan – peraturan dalam SNI 03-1726-2012 dan SNI 03 – 2847 - 2013.

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul Penelitian
1	Yodi Satria Imani	2021	Perencanaan Pembangunan Hotel VI Lantai di Jatiwangi – Majalengka
2	Deni Nugraha	2020	Analysis and Design Of Structure Hotel 6 Floor idn Majalengka
3	Deni Mardiana	2020	Analysis And Design Structure Of Sangkan Hotel Kuningan Regency
4	Muhamad Rizkie Akbar	2019	Design Analysis Structure of Gedung Tambahan (GT) Building on Swadaya Gunung Jati University Cirebon.
5	Dea Sulaiman Rasid	2019	Design of Nurul ‘Ilmi Mosque Building in Swadaya Gunung Jati University Cirebon.

## **2.2. LANDASAN TEORI**

Tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (dead load) berupa berat sendiri, beban hidup (live load) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

### **2.2.1. PENGERTIAN BANGUNAN GEDUNG**

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung. Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas atau di dalam tanah yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatan, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial budaya, maupun kegiatan khusus.(Muntohar, 2007).

### **2.2.2. PEMBEBANAN**

Struktur terbuat dari bahan yang bermassa, maka struktur akan dipengaruhi oleh beratnya sendiri. Berat sendiri dari struktur dan elemen–elemen struktur disebut sebagai beban mati. Selain beban mati, struktur dipengaruhi juga oleh beban–beban yang terjadi akibat penggunaan ruangan. Beban ini disebut sebagai beban hidup (*live load*). Selain itu struktur dipengaruhi juga oleh pengaruh–pengaruh dari luar akibat kondisi alam seperti pengaruh angin, salju, gempa, atau dipengaruhi oleh perbedaan temperatur, serta kondisi lingkungan yang merusak (misalnya pengaruh bahan kimia, kelembaban, atau pengkaratan).

Dalam meninjau suatu beban, kita tidak boleh hanya menentukan besaran atau intensitas saja, tetapi juga harus meninjau dalam kondisi bagaimana beban tersebut diterapkan pada struktur.

Sehubungan dengan sifat elastisitas dari bahan–bahan struktur, setiap sistem atau elemen struktur akan berdeformasi jika dibebani, dan akan kembali ke bentuknya yang semula jika beban yang bekerja dihilangkan. Oleh karena itu struktur mempunyai kecenderungan untuk bergoyang kesamping (*slideway*), atau melentur kebawah (*deflection*) jika dibebani.

#### **2.2.2.1. Beban Vertikal**

##### **a. Beban Mati**

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin–mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Untuk keperluan analisis dan desain struktur bangunan, besarnya beban mati harus ditaksir atau ditentukan terlebih dahulu. Untuk menghitung besarnya beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat satuan material tersebut berdasarkan volume elemen.

Berat satuan atau berat sendiri dari beberapa material konstruksi dan komponen bangunan gedung dapat ditentukan dari peraturan yang berlaku di Indonesia yaitu Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 atau peraturan tahun 1987.

## a) Bahan Bangunan

**Tabel 2.2** Berat Sendiri Bahan Bangunan

No.	Material	Berat	Keterangan
1.	Baja	7850kg/m <sup>3</sup>	
2.	Batu alam	2600kg/m <sup>3</sup>	
3.	Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500 kg/m <sup>3</sup>	Berat tumpuk
4.	Batu karang	700 kg/m <sup>3</sup>	Berat tumpuk
5.	Batu pecah	1450 kg/m <sup>3</sup>	
6.	Batu tuang	7250kg/m <sup>3</sup>	
7.	Beton	2200 kg/m <sup>3</sup>	
8.	Batu bertulang	2400 kg/m <sup>3</sup>	
9.	Kayu	1000 kg/m <sup>3</sup>	Kelas 1
10.	Krikil, koral	1650 kg/m <sup>3</sup>	Kering udara sampai lembab
11.	Pasangan batu merah	1700 kg/m <sup>3</sup>	
12.	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200 kg/m <sup>3</sup>	
13.	Pasangan batu cetak	2200 kg/m <sup>3</sup>	
14.	Pasangan batu karang	1450 kg/m <sup>3</sup>	
15.	Pasir	1600 kg/m <sup>3</sup>	Kering udara sampai lembab
16.	Pasir	1800 kg/m <sup>3</sup>	Jenuh air
17.	Pasir kerikil, koral	1850 kg/m <sup>3</sup>	Kering udara sampai lembab
18.	Tanah, lempung dan lanau	1700	Kering udara sampai lembab

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung

## b) Komponen Gedung

**Tabel 2.3** Berat Sendiri Komponen Gedung

No	Material	Berat	Keterangan
1.	Adukan, per cm tebal : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dari semen</li> <li>• Dari kapur, semen merah/tras</li> </ul>	21 kg/m <sup>2</sup> 17 kg/m <sup>2</sup>	
2.	Aspal, per cm tebal :	14 kg/m <sup>2</sup>	
3.	Dinding pasangan batako <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satu batu</li> <li>• Setengah batu</li> </ul>	450 kg/m <sup>2</sup> 250 kg/m <sup>2</sup>	
4.	Dinding pasangan batako : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berlubang : Tebal dinding 20 cm (HB 20) Tebal dinding 10 cm (HB 10)</li> <li>• Tanpa lubang : Tebal dinding 15 cm Teal dinding 10 cm</li> </ul>	200 kg/m <sup>2</sup> 120 kg/m <sup>2</sup> 300 kg/m <sup>2</sup> 200 kg/m <sup>2</sup>	
5.	Langit-langit & dinding, terdiri : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semen asbes (eternit), Tebal maks 4 mm</li> <li>• Kaca, tebal 3-5 mm</li> </ul>	11 kg/m <sup>2</sup> 10 kg/m <sup>2</sup>	Termasuk rusuk-rusuk, tanpa penggantung atau pengaku
6.	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu	40 kg/m <sup>2</sup>	Tanpa langit-langit, bentang maks 5 m, beban hidup maks 200 kg/m <sup>2</sup>
7.	Penggantung langit-langit (kayu)	7 kg/m <sup>2</sup>	Bentang maks 5 m, jarak s.k.s min 0,80 m
8.	Penutup atap genteng	50 kg/m <sup>2</sup>	Dengan reng dan usuk/kaso per m <sup>2</sup> bidang atap
9.	Penutup atap sirap	40 kg/m <sup>2</sup>	Dengan reng dan usuk/kaso
10.	Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10 kg/m <sup>2</sup>	Tanpa usuk
11.	Penutup lantai ubin, 7 cm tebal	24 kg/m <sup>2</sup>	Ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan
12.	Semen asbes gelombang	11 kg/m <sup>2</sup>	

Sumber : Pedoman Pembebanan untuk Rumah dan Gedung

## b. Beban Hidup

Beban hidup adalah suatu beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah.

Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekan jatuh (energi kinetik) butiran air.

Besarnya beban hidup terbagi merata ekuivalen yang harus diperhitungkan pada struktur bangunan gedung, pada umumnya dapat ditentukan berdasarkan standar yang berlaku. Beban hidup di sesuaikan dengan fungsi ruangan yang sudah di rencanakan, dalam hal ini pembebanan mengacu SNI – 1727 – 2013 untuk bangunan gedung adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.4** Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses		
Ruang kantor	50 (2,4)	2 000 (8,9)
Ruang komputer	100 (4,79)	2 000 (8,9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18) <sup>a</sup>	
Ruang pertemuan		
Kursi tetap (terikat di lantai)	100 (4,79) <sup>a</sup>	
Lobi	100 (4,79) <sup>a</sup>	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79) <sup>a</sup>	
Panggung pertemuan	100 (4,79) <sup>a</sup>	
Lantai podium	150 (7,18) <sup>a</sup>	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perumelebihi 100 psf (4,79 kN/m <sup>2</sup> )	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)
Koridor		
Lantai pertama	100 (4,79)	
Lantai lain	sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79) <sup>a</sup>	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Ruang mesin elevator (pada daerah 2 in.x 2 in. [50 mmx50 mm])		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai finishing ringan ( pada area 1 in.x 1 in. [25 mm x 25 mm])		200 (0,89)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran	100 (4,79)	
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	
Tangga permanen	Lihat pasal 4.5	
Garasi/Parkir		
Mobil penumpang saja	40 (1,92) <sup>a,c</sup>	
Truk dan bus		

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
Atap		
Atap datar, berbubungan, dan lengkung	20 (0,96) <sup>a</sup>	
Atap digunakan untuk taman atap	100 (4,79)	
Atap yang digunakan untuk tujuan lain	Sama seperti hunian dilayani	
Atap yang digunakan untuk hunian lainnya		
Awning dan kanopi	5 (0,24) tidak boleh direduksi	
Konstruksi pabrik yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24) tidak boleh direduksi dan berdasarkan luas tributari dari atap yang ditumpu oleh rangka	200 (0,89)
Rangka tumpu layar penutup	5 (0,24) tidak boleh direduksi dan berdasarkan luas tributari dari atap yang ditumpu oleh rangka	200 (0,89)
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	2 000 (8,9)
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai		
Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap diatas pabrik, gudang, dan perbaikan garasi		300 (1,33)
Semua komponen struktur atap utama lainnya		300 (1,33)
Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		
Sekolah		
Ruang kelas	40 (1,92)	1 000 (4,5)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1 000 (4,5)
Koridor lantai pertama	100 (4,79)	1 000 (4,5)
Bak-bak/scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses		200 (0,89)
Pinggir jalan untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11,97) <sup>a,p</sup>	8 000 (35,6) <sup>q</sup>
Tangga dan jalan keluar	100 (4,79)	300 <sup>r</sup>
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1,92)	300 <sup>r</sup>
Gudang diatas langit-langit	20 (0,96)	
Gudang penyimpan barang sebelum disalurkan ke pengecer (jika diantisipasi menjadi gudang penyimpanan, harus dirancang untuk beban lebih berat)		
Ringan	125 (6,00) <sup>a</sup>	
Berat	250 (11,97) <sup>a</sup>	

Sumber: SNI - 1727- 2013 Beban Minimum bangunan gedung

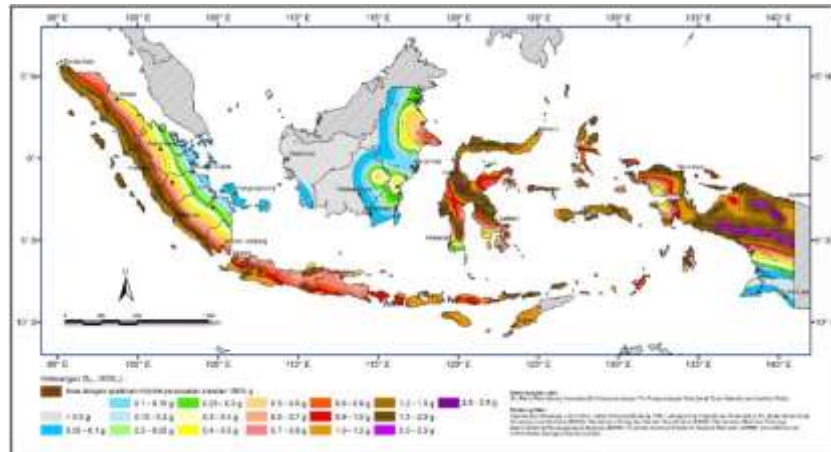
### 2.2.2.2. Beban Horizontal (Beban Gempa)

Beban gempa adalah beban yang timbul akibat pergerakan tanah dimana struktur tersebut berdiri. Karena struktur bangunan memiliki massa, maka inersia massa dari bagian atas bangunan memberikan tahanan terhadap pergerakan. Oleh karena itu, beban gempa sangat tergantung dari massa suatu bangunan.

Pergerakan gempa untuk mencapai permukaan tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah setempat. Lapisan tanah dibawah permukaan yang menompang pondasi bangunan dapat meningkatkan

besarnya beban gempa yang dialami oleh struktur bangunan.

- **Wilayah Gempa**



**Gambar 2.1** Peta Gerak Tanah Seismik dan Koefisien Resiko

- **Kategori Gedung**

Pada setiap bangunan harus dikenal masuk dalam kategori salah satu dari 4 kategori gedung tersebut pada SNI – 03 – 1726 – 2012 pasal 4.1 tabel 1, kategori gedung dan bangunan tersebut digunakan untuk menghitung beban gempa nominal ( $V$ ).

**Tabel 2.5** Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gedung penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I

<p>Semua struktur gedung dan struktur lain, termasuk dalam kategori resiko I, III, IV, termasuk tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen /rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan Industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kedalam resiko IV yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/ atau gangguan masal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kedalam resiko IV (termasuk, tapi tidak dibatasi untuk manufaktur, proses penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar</p>	III

<p>berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahan melebihi nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin, badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya.</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energy dan fasilitas public lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air, pemadam kebakaran) yang diisyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang termasuk ke dalam kategori resiko IV</p>	IV

*Sumber : SNI – 03 – 1726 – 2012, Tata cara perencanaan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung.*

**Tabel 2.6** Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI – 03 – 1726 – 2012, Tata cara perencanaan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung.

- **Daktilitas Struktur Gedung**

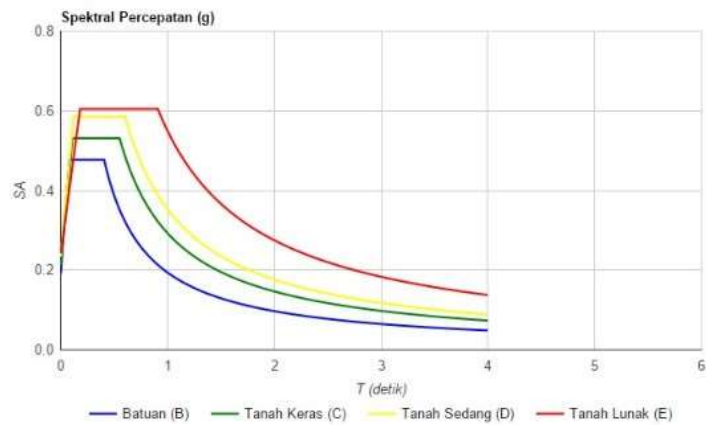
Daktilitas struktur gedung memakai 2 parameter, yaitu factor daktilitas simpangan ( $\mu$ ) dan factor reduksi gempa (R).

Daktilitas simpangan ( $\mu$ ) menyatakan rasio simpangan di ambang keruntuhan ( $\delta_m$ ) dan simpangan pada terjadinya pelelehan pertama. R adalah ratio beban, gempa rencana, dan beban gempa nominal. R ini juga merupakan indikator kemampuan daktilitas struktur gedung. Nilai ( $\mu$ ) dan (R) tercantum pada SNI – 03 – 1726 - 2012.

- **Faktor Response Gempa**

Faktor response gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dengan spectru response gempa rencana.

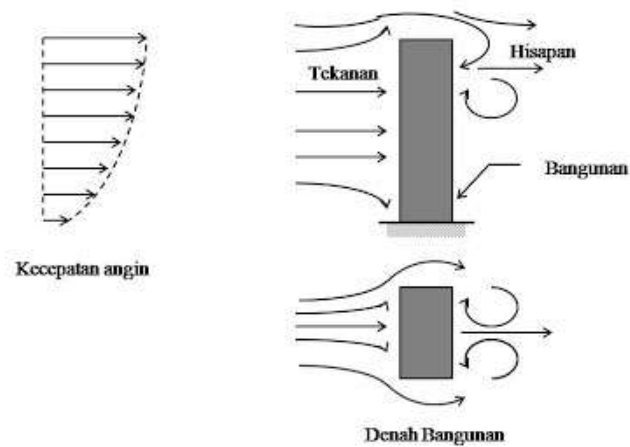
Faktor response gempa ditentukan SNI – 03 – 1726 – 2012.



**Gambar 2.2** Spektrum Respon Gempa

### 2.2.2.3. Beban Angin

Besarnya beban angin yang bekerja pada struktur bangunan tergantung dari kecepatan angin, rapat massa udara, letak geografis, bentuk dan ketinggian bangunan, serta kekakuan struktur. Bangunan yang berada pada lintasan angin, akan menyebabkan angin berbelok atau dapat berhenti. Sebagai akibatnya, energi kinetik dari angin akan berubah menjadi energi potensial, yang berupa tekanan atau hisapan pada bangunan.



**Gambar 2.3** Pengaruh angin pada bangunan gedung

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi besarnya tekanan dan isapan pada bangunan pada saat angin bergerak adalah kecepatan angin. Besarnya kecepatan angin berbeda-beda untuk setiap lokasi geografis. Kecepatan angin rencana biasanya didasarkan untuk periode ulang 50 tahun. Karena kecepatan angin akan semakin tinggi dengan ketinggian di atas tanah, maka tinggi kecepatan rencana juga demikian. Selain itu perlu juga diperhatikan apakah bangunan itu terletak di perkotaan atau di pedesaan. Seandainya kecepatan angin telah diketahui, tekanan angin yang bekerja pada bangunan dapat ditentukan dan dinyatakan dalam gaya statis ekuivalen.

Pola pergerakan angin yang sebenarnya di sekitar bangunan sangat rumit, tetapi konfigurasi telah banyak dipelajari serta ditabelkan. Karena untuk suatu bangunan, angin menyebabkan tekanan maupun hisapan, maka ada koefisien khusus untuk tekanan dan hisapan angin yang ditabelkan untuk berbagai lokasi pada bangunan.

### 2.2.3. KOMBINASI PEMBEBANAN

Ada beberapa jenis beban yang dapat bekerja pada setiap struktur bangunan. Beban mati akibat berat sendiri dari struktur harus selalu diperhitungkan. Sedangkan beban hidup besarnya selalu berubah – ubah tergantung dari penggunaan dan kombinasi beban hidup. Kemungkinan bekerjanya beban – beban maksimum pada struktur pada saat yang bersamaan adalah sangat kecil.

Untuk pembebanan pada bangunan gedung bertingkat banyak, sangat tidak mungkin pada saat yang sama semua lantai memikul beban hidup yang maksimum secara simultan. Oleh karena itu diijinkan untuk mereduksi beban hidup untuk keperluan perencanaan elemen – elemen struktur dengan memperhatikan pengaruh dari kombinasi pembebanan dan penempatan beban hidup.

Untuk kombinasi pembebanan tertentu sering kali diijinkan untuk mereduksi gaya desain total dengan faktor tertentu.

Untuk perencanaan struktur bangunan, pada umumnya banyak kombinasi pembebanan yang harus ditinjau didalam analisis. Elemen – elemen struktur harus direncanakan untuk memikul kombinasi pembebanan terburuk yang mungkin terjadi.

Kombinasi pembebanan yang harus diperhitungkan pada perancangan struktur bangunan gedung adalah :

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5 (L \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6 (L \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$
6.  $0,9D + 1,0 W$

$$7. 0,9D + 1,0E$$

Dimana :

D = Beban mati

L = Beban hidup

R = Beban hujan

W = Beban angin

E = Beban gempa

F = Tekanan fluida

## 2.2.4. DASAR PERHITUNGAN DAN PEMBEBANAN RENCANA

### 2.2.4.1. Struktur Atas

Struktur atas atau *upper structure* adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perencanaan meliputi : atap, plat lantai, kolom, balok, portal .

#### a) Atap

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada didalamnya dari pengaruh panas dan hujan.

#### b) Pelat

Plat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Plat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung system strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok - balok dan diteruskan ke dalam kolom.

Dengan demikian sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu-kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks. Perilaku masing-masing komponen struktur dipengaruhi oleh hubungan kaku dengan komponen lainnya. Beban tidak hanya mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser dan Lendutan langsung pada komponen struktur yang menahannya, tetapi komponen-komponen struktur lain yang berhubungan juga ikut berinteraksi karena hubungan kaku antar komponen. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek pelat dibedakan menjadi dua, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

❖ **Pelat satu arah**

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja sehingga lendutan yang timbul hanya satu arah saja yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua dengan lendutan utama pada sisi yang lebih pendek.

❖ **Pelat dua arah**

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya dengan lendutan yang akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus atau perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus yang tidak lebih dari dua.

Pelat lantai yang dirancang adalah plat lantai dua arah yang didukung pada keempat sisinya. Untuk memudahkan perancangan akan digunakan tabel dari grafik dan hitungan beton bertulang berdasarkan SNI-03-2847-2013.

➤ Menentukan Tebal Minimum Pelat (h)

- I. Untuk  $l_m$  lebih besar 0,2 tapi tidak boleh lebih dari 2,0, h tidak boleh lebih dari

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha m - 0,2)}$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm

- II. untuk  $l_m$  lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln(0,8 + f_y/1400)}{36 + 9\beta}$$

dan tidak boleh dari 90 mm

dimana :

h = tebal pelat

$l_n$  = panjang bentang bersih dalam arah melintang

$\beta$  = perbandingan antara bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah melintang dua arah

$\alpha m$  = nilai rata-rata dari  $\alpha$

$$\alpha = \frac{E_{cb} \cdot L_b}{E_{cs} \cdot L_s}$$

$E_{cb}$  = modulus elastis pada beton

$E_{cs}$  = modulus elastis pada pelat.

➤ Menentukan Momen Lentur Pelat yang Terjadi

Perencanaan dan analisis dilakukan dengan menggunakan konsep beban Amplop yaitu dengan menggunakan koefisien momen Besar momen lentur adalah:

$$M_{lx} = + 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot Clx$$

$$M_{tx} = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot Clx$$

$$M_{ly} = + 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot Cly$$

$$M_{ty} = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot Cly$$

Dengan :

$qu$  = Beban Total

$Lx$  = Panjang bentang pendek

$C_{tx}$  = Koefisien momen tumpuan arah x

$C_{lx}$  = Koefisien momen lapangan arah x

$C_{ty}$  = Koefisien momen tumpuan arah y

$C_{ly}$  = Koefisien momen lapangan arah y

➤ Menentukan tulangan ( $A_s$ ) arah x dan y

$$\rho = \frac{\frac{mu}{b d^2}}{0,8fy - \sqrt{(0,8fy)^2 - 4(0,4704 \frac{fy^2}{fc}) (\frac{Mu}{bd^2})}} \\ 2 \times (0,4704 \frac{fy^2}{fc})$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy}$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \frac{0,85 fc \beta}{fy} \right) \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

Rasio baja-tulangan harus memenuhi  $p_{min} \leq \rho \leq p_{maks}$

• Jika  $\rho < p_{min}$ , maka digunakan  $\rho = p_{min}$  dan  $A_s$

$= \rho \cdot b \cdot d$

• Jika  $\rho > p_{maks}$ , maka tebal pelat harus diperbesar

Setelah didapatkan nilai  $\rho_{perlu}$ , maka :

$A_{sperlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d$

Jarak tulangan pokok (di ambil b= 1 meter)  
 ( Jarak tul.=  $1000/(A_s/(1/4 d^2))$ )

### c) Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa. Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar. Langkah- langkah perencanaan balok :

- Menentukan mutu beton dan baja tulangan :

$$f'c \leq 30\text{MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85\text{Mpa}$$

$$f'c \geq 30\text{MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,65 \text{ Mpa}$$

- Menentukan nilai rasio tulangan ( $\rho$ ) :

$$\rho = \frac{0,8 f_y \sqrt{(0,8 f_y)^2 - 4 \left(0,4704 \frac{f_y^2}{f'c}\right) \left(\frac{m_u}{bd^2}\right)}}{2 \times \left(0,4704 \times \frac{f_y^2}{f'c}\right)}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1/4}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \left(\frac{0,75 f_c \beta}{f_y}\right) \left(\frac{600}{600+f_y}\right)$$

disyaratkan :  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$

$\rho$  = Rasio tulangan terhadap luas beton efektif dalam kondisi seimbang

$\rho_{\max}$  = Rasio tulangan maksimum

$\rho_{\min}$  = Rasio tulangan minimum

- Menentukan tinggi efektif (d) dan lebar (b) penampang beton

$$b = \frac{1}{2} h$$

$$d = h - d_c - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{sengkang}}$$

#### d) Kolom

Definisi kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktur yang memikul beban dari balok induk maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur. Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horizontal bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perencanaan, mutu beton dan baja yang digunakan dan eksentrisitas pembebanan yang terjadi. dengan kata lain kolom juga diperhitungkan untuk menyangga beban aksial tekan dengan eksentrisitas tertentu.

$$P_u < P_n \qquad P_n = 0,1 \cdot A_g \cdot F_c$$

Keterangan :

$P_u$  = Beban Pada Kolom

$P_n$  = Kekuatan Kolom

$F_c'$  = Mutu beton yang digunakan

$A_g$  = Dimensi kolom ( Luasan Kolom )

0,1 = Faktor Reduksi

Jika  $P_u > P_n$  maka penampang Kolom Harus diperbesar atau mutu beton harus dinaikan.

#### e) **Portal**

Portal merupakan suatu rangka struktur pada bangunan yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara.

##### ❖ Portal tak bergoyang ( *braced frame* )

Portal tak bergoyang didefinisikan sebagai portal dimana tekuk goyangan dicegah oleh elemen-elemen topangan struktur tersebut dan bukan oleh portal itu sendiri. Portal tak bergoyang mempunyai sifat :

- Portal tersebut simetris dan bekerja beban simetris
- Portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak bergoyang

##### ❖ Portal bergoyang

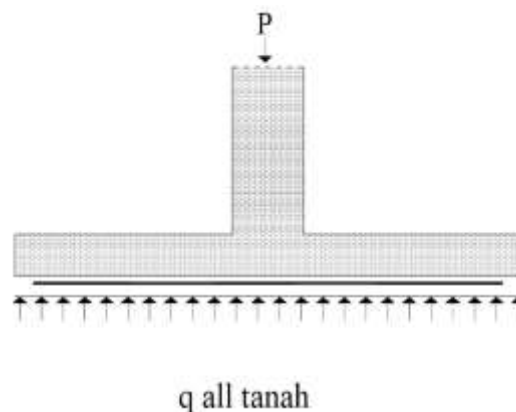
Suatu portal dikatakan bergoyang, jika :

- Beban yang tidak simetris yang bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris
- beban simetris yang bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris

#### 2.2.4.2. Struktur Bawah

Yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada dibawah permukaan. Pondasi adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya. Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ketanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebarkan beban-beban yang diteruskan sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampaui. Perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi harus memperhitungkan keadaan yang berhubungan atas tanah kuat pada keadaan cukup tertentu.

##### a. Perencanaan Penampang Pondasi



**Gambar 2.4** Potongan Pondasi

$$\sigma_{netto tanah} = \sigma_{tanah} - \Sigma(h \cdot \gamma_{beton}) - \Sigma(h \cdot \gamma_{tanah})$$

$$\sigma_{netto tanah} = \frac{P}{A_{perlu}} + \frac{M_y}{1/6 \cdot B_x^2 \cdot B_y} + \frac{M_x}{1/6 \cdot B_y^2 \cdot B_x}$$

..... (SNI 03-2847-2002)

Kemudian dengan coba-coba di ambil nilai Lp (lebar pondasi) dan Pp (panjang pondasi) Sehingga didapat nilai A ada = Lp x Pp > A perlu.

Kontrol tegangan kontak yang terjadi didasar pondasi :

$$\sigma_{netto tanah} = \frac{P}{A_{ada}} + \frac{M_y}{a/6 \cdot P^2 \cdot L} + \frac{M_x}{1/6 \cdot L^2 \cdot P} < \sigma_{netto tanah}$$

(SNI 03-2847-2002)

Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton :

$$d = h - Pb - \frac{1}{2} v_{tulangan pokok} \quad (\text{SNI 03-2847-2002})$$

keterangan : Nilai P, Mx, My

□ tanah = berat volume tanah (kN/m<sup>3</sup>)

Pondasi adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya. (Sidharta dkk, 1999:347)

Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebarkan bebanbeban yang diteruskan sedemikian nipa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampau. Sehingga perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi hams memperhitungkan keadaan yang bcrhubungan dengan sifat-sifat mekanika tanah. Dasar pondasi hams diletakkan di atas tanah kuat pada keadaan cukup tertentu, bebas dan himpiir, humus, dan pengaruh perubahan cuaca. (Dipohusodo, 1994:342).

Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

### **2.1.1 Pondasi Dangkal**

pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti: pondasi telapak, pondasi memanjang dan pondasi rakit. Pondasi dangkal digunakan apabila kedalaman tanah baik tidak begitu dalam yaitu antara 0,6 sampai 2 meter, serta kapasitas dukung tanah relatif baik ( $>2.0$  kg/cm<sup>2</sup>). Secara umum pondasi dangkal memberikan biaya lebih murah dibandingkan jenis pondasi lainnya.

Untuk Perencanaan dimensi secara langsung, dapat ditentukan dengan rumus:

$$D/B \leq 1-4$$

Dimana:

D = Kedalaman pondasi diukur dari alas pondasi sampai permukaan tanah

B = Lebar alas pondasi

Sedangkan luas alas pondasi dihitung sedemikian rupa sehingga tekanan yang terjadi pada tanah dasar tidak melampaui kapasitas dukung ijin tanah  $\alpha \leq \alpha$  ijin, dan luas alas pondasi ditentukan dengan rumus:

$$A = P/\alpha$$

Dimana :

A = Luas alas pondasi

P = Beban yang bekerja pada kolom yang didukung pondasi

$\alpha$  = tekanan yang terjadi pada tanah

Perencanaan dimensi pondasi paling hemat apabila dibuat sedemikian rupa sehingga resultan gaya-gaya yang bekerja melalui pusat berat alas pondasi. Berikut ini digambarkan ragam dari pondasi telapak. Pondasi Telapak terbagi menjadi dua yaitu Pondasi tumpuan dan Pondasi Pelat/Rakit/mat.

a) Pondasi Tumpuan meliputi :

- Pondasi Menerus
- Pondasi Kombinasi
- Pondasi Setempat

b) Pondasi Pelat/rakit/mat meliputi

- Pelat Datar
- Pelat dengan pertebalan dibawah kolom
- Pelat dengan balok pengaku dua arah
- Pelat datar dengan kolom pendek
- Pelat dengan struktur seluler
- Pondasi Pelat terapung

c) Daya Dukung Pondasi Dangkal

Daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) didefinisikan sebagai beban maksimum per satuan luas dimana tanah masih mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan.

### Rumus Terrazaghi

$$q_{ult} = C \cdot N_c + \gamma_b \cdot N_q \cdot D_f + 0,5 \cdot \gamma_b \cdot B \cdot N_y$$

dimana:

$q_{ult}$  = daya dukung ultimit pondasi

$C$  = Kohesi Tanah

$\gamma_b$  = Berat Volume Tanah

$D_f$  = Kedalaman Dasar Pondasi

$B$  = Lebar Pondasi dianggap 1 meter

$N_c, N_q, N_y$  = Faktor daya dukung terrazaghi ditentukan oleh besar sudut geser dalam setelah kita mendapatkan nilai daya dukung ultimit tanah ( $q_{ult}$ ).

Langkah selanjutnya menghitung daya dukung ijin tanah yaitu:

$$q = q_{ult}/SF$$

dimana:

$q$  = Daya dukung ijin tanah

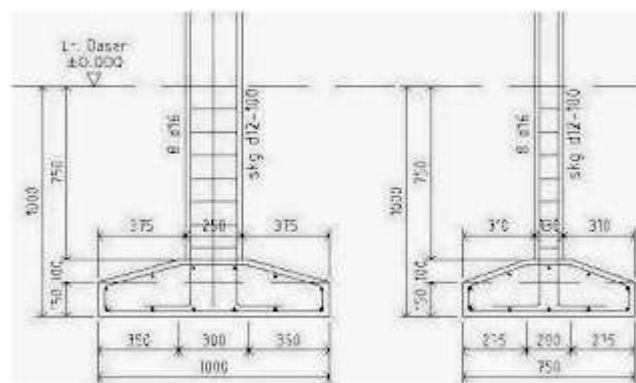
$q_{ult}$  = Daya dukung tanah ultimit

$SF$  = Faktor keamanan biasanya nilainya diambil tiga.

- Tipe – Tipe Pondasi Dangkal

1. Pondasi telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit dibawah permukaan tanah.



**Gambar 2.1** Detail Pondasi Telapak

Pondasi telapak umumnya berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang. Pada pondasi telapak yang mendukung beban sentris tanpa momen, bentuk pondasi dapat digunakan bentuk bujur sangkar, bila beban sentris yang bekerja berupa gaya tekan  $V$ , maka plat pondasi akan memberikan desakan pada tanah sebesar:

$$P = \frac{V}{A} \text{ ton/m}^2$$

Dimana  $A$  adalah luas pondasi

$\rho_{\min} \geq 0$  adalah syarat agar pada dasar pondasi hanya terjadi tegangan desak saja, sebab tanah tidak dapat menahan tegangan tarik.

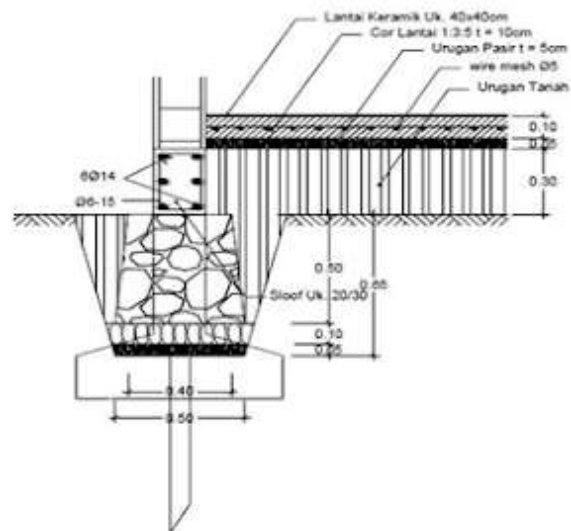
Bila beban gaya  $V$  tidak sentris (eksentris), keadaan ini sama dengan  $V$  sentris dengan momen  $M = V \cdot e$ , dengan  $e$  adalah eksentrisitas dari gaya vertikal  $V$ .

## 2. Pondasi Menerus

Pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya. Pondasi menerus biasa digunakan untuk pondasi dinding, terutama digunakan pada bangunan/rumah tinggal tidak bertingkat, seluruh beban atap/beban bangunan umumnya dipikul oleh dinding dan diteruskan ketanah melalui pondasi menerus sepanjang dinding bangunan.

Untuk bangunan kecil di atas tanah baik, pondasi menerus setengah bata cukup diletakkan pada kedalaman 60-80 cm di bawah muka tanah, bila dinding satu bata, kedalaman pondasi biasanya 80-100 cm, sedangkan konstruksi pondasi cukup dari pasangan batu, lebar dasar pondasi umumnya dibuat tidak kurang dari dua setengah kali tebal tembok. Diatas pondasi pasangan batu perlu dipasang

balok beton bertulang yang berfungsi sebagai balok pengikat dan juga dapat meratakan beban dinding.



**Gambar 2.2** Detail Pondasi Menerus

### 3. Pondasi Rakit

Pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga menggunakan pondasi telapak, sisinya berhimpit satu sama lainnya.



**Gambar 2.3** Pondasi Rakit

### **2.1.2 Pondasi Dalam**

Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan, pondasi tiang pancan dan pondasi sumuran merupakan pondasi dalam yang umum digunakan dilapangan, kecuali proses mobilisasi kendaraan dengan medan yang cukup sulit, penggunaan bore pile sebagai alternative penggunaan pondasi dalam. Pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras atau lapisan tanah dengan daya dukung yang memadai berada pada kedalaman tanah yang cukup dalam dari permukaan dan pada lapisan tanah atas berupa tanah lunak, sehingga mengharuskan pondasi dipancang mencapai lapisan tanah keras tersebut.

#### **a) Daya Dukung Pondasi Dalam**

Perhitungan daya dukung dikaitkan dengan proses perencanaan harus memperhatikan kondisi tiang pada lapisan tanah, apakah tiang tersebut tertahan pada ujungnya (point bearing pile) saja atau tertahan oleh pelekatan antara tiang dan tanah (friction pile) dan tertahan pada ujungnya (point bearing pile). Tiang jenis ini dimasukan sampai lapisan tanah keras

sehingga beban bangunan dipikul oleh lapisan ini. Lapisan tanah keras ini boleh terdiri dari bahan apa saja, meliputi lempung keras sampai batuan tetap.

Penentuan daya dukung dilakukan dengan melihat jenis tanah apa yang terdapat dalam lapisan tanah keras tersebut. Jika lapisan tanah keras merupakan batu keras, maka penentuan daya dukung menjadi mudah, yaitu menghitung kekuatan tiang sendiri atau dari nilai tegangan yang diperoleh pada bahan tiang. Jika lapisan tanah kerasnya berupa lempung, keras atau pasir maka daya dukung tiang amat tergantung pada sifat – sifat lapisan tanah tersebut (terutama kepadatannya), dalam hal ini cara yang baik dan sederhana untuk maksud ini adalah dengan alat sondir.

Dengan menggunakan data sondir, dapat diketahui pada kedalaman berapa tiang harus dimasukan dan daya dukung pada kedalaman tersebut. Daya dukung dapat dihitung langsung dari nilai konus tertinggi dari hasil sondir melalui persamaan:

$$Q \text{ tiang} = A \text{ tiang} / 3$$

Dimana:

$$Q \text{ tiang} = \text{daya dukung keseimbangan (kg)}$$

$$A \text{ tiang} = \text{Luas permukaan tiang (cm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Nilai konus hasil sondir (kg/cm}^2\text{)}$$

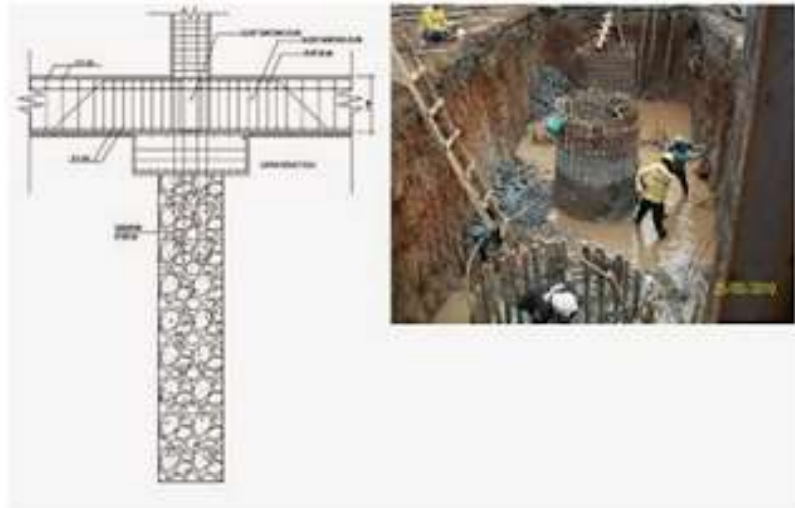
$$3 = \text{Faktor keamanan}$$

- Tipe-Tipe Pondasi Dalam

1. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran merupakan pondasi peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relative dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (DF) dibagi

lebar (B) lebih kecil atau sama dengan 4, sedangkan pondasi dangkal  $D_f/B \leq 1$ .



**Gambar 2.4** Pondasi Sumuran

## 2. Pondasi Tiang

Pondasi tiang digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pada pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang disbanding dengan pondasi sumuran.

Dalam penggunaannya pondasi tiang bisa dipakai sebagai pendukung struktur yang didirikan di darat maupun di air tetapi mungkin bentuk tiangnya yang berbeda.



## **2.2.5. SOFTWARE PENDUKUNG**

### **2.2.5.1. Software Autocad**

Autocad adalah sebuah software yang berfungsi untuk desain grafis, yang dapat menghasilkan berupa gambar 2D. Selain itu software ini sangat ringan daripada software–software lainnya. Walaupun dengan tampilannya yang sederhana, Autocad memungkinkan kita untuk menggambar lebih cepat dan akurat. Program ini merupakan suatu program aplikasi pemodelan 2D yang fleksibel cepat dan dan praktis. Autocad juga Biasa digunakan Untuk mendisain bangunan serta detail–detailnya dengan penampilan 2D yang mudah dibaca.

### **2.2.5.2. Program ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems)**

ETABS adalah program untuk memperhitungkan pembebanan dengan hasil akhir berupa momen, dan gaya yang terjadi pada struktur yang direncanakan. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada element struktur, mengubah dimensi batang dan pengaturan (code) perancangan tanpa harus mengulang analisis stuktur.

Secara garis besar, perancangan struktur frame dengan ETABS yaitu :

- 1) Menentukan geometri model struktur
- 2) Mendefinisikan data-data :
  - Jenis dan kekuatan bahan
  - Dimensi penampang elemen struktur
  - Jenis beban
  - kombinasi pembebanan
- 3) Menempatkan (*assign*) data–data yang telah di definisikan model struktur
  - Data penampang
  - Data beban
  - Memeriksa *input* data
  - Analisa mekanika rekayasa