

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Pada BAB III ini, sebelum melakukan perancangan struktur gedung POP hotel Banjarmasin. Peneliti sudah memahami dan menelaah lebih banyak sesuai landasan teori yang peneliti pake dalam melakukan perancangan. Tujuan adanya landasan teori ini agar pembaca lebih memahami teori yang digunakan sebelum melakukan perancangan struktur.

#### **3.1 Pembebanan Sruktur**

Dalam perencanaan desain untuk Tugas Akhir ini menggunakan kombinasi dari beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Sesuai dengan peraturan yang digunakan di Indonesia yang di atur dalam SNI 1727:2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, agar dalam perencanaan struktur mempunyai kekuatan yang membatasi lendutan, getaran, atau deformasi lain. Sehingga perencanaan mempunyai persyaratan dalam kinerja struktur dan kekuatan struktur yang akan di rencanakan.

#### **3.2 Analisis Rencana Gempa**

##### **3.2.1 Menentukan parameter $S_s$ dan $S_1$**

Paramater situs ini didapatkan dalam web <http://puskim.pu.go.id/> yang dapat menentukan berapa kekuatan gempa yang akan terjadi pada daerah di Indonesia serta dengan jenis tanah yang ada pada satuan klasifikasi nya seperti Tanah Batuan Keras, Tanah Batuan, Tanah Sedang, Tanah lunak.

### 3.2.2 Menentukan Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs merupakan prosedur untuk memberikan penjelasan tentang kriteria desain seismic berupa faktor faktor amplifikasi pada bangunan di permukaan tanah dengan ditetapkan, tipe kelas situs harus ditetapkan sesuai dengan definisi dari Tabel pada pasal 5.3 didalam SNI 1726-2012.

Tabel 3.1 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$V_S$ (m/detik)	$N$ atau $N_{ch}$	$S_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, 20, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser niralir $S_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: – Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah		

### 3.2.3 Koefisien Situs

Koefisien situs faktor implikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek,  $F_a$  dan faktor implikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik,  $F_v$  dapat di lihat pada tabel 3.5 dan 3.6 pada SNI 1726-2012.

Tabel 3.2 Koefisien Situs,  $F_a$ 

Sumber SNI 1726 : 2012, tabel 3

Kelas situs	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa (MCER) Terpetakan pada Periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s=0,5$	$S_s=0,75$	$S_s=1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$SS^b$				

Tabel 3.3 Koefisien situs  $F_v$ 

Sumber : SNI 1726:2012, tabel 4

Kelas situs	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa (MCER) Terpetakan pada Periode 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1=0,2$	$S_1=0,3$	$S_1=0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$SS^b$				

Catatan :

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi
- (b)  $SS$ = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis respon spesifik.

### 3.2.4 Parameter percepatan spectral respons pada periode pendek (sms) dan periode 1 detik (sm1) berdasarkan (MCER)

Dalam SNI 1726-2012 pasal 6.2 yang menyatakan bahwa Untuk penentuan respons spectral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismic pada periode 2,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor getaran periode pendek

( $F_a$ ) dan percepatan geteran perioda 1 detik ( $F_v$ ). dengan rumus sebagai berikut :

$$S_{MS} = F_a \cdot S_S \quad (3-1)$$

$$S_{D1} = F_v \cdot S_I \quad (3-2)$$

Keterangan:

$S_S$  = parameter respons spectral percepatan gempa MCER terpetakan untuk *periode pendek*

$S_I$  = parameter respons spectral percepatan gempa MCER terpasang untuk periode 1,0 detik

### 3.2.5 Parameter percepatan spectral respons rencana dan periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{D1}$ )

Sedangkan nilai percepatan spectral pada SNI 1726-2012 pasal 6.3 menggunakan desain untuk perioda pendek  $S_{DS}$  dan pad perioda 1 detik  $S_{D1}$ , menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot S_{MS} \quad (3-3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \cdot S_{M1} \quad (3-4)$$

### 3.2.6 Faktor Keutamaan dan Kategori

Untuk melihat risiko dalam struktu terdapat dalam pasal 4.1.2 yang disebutkan sebagai berikut :

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai dengan Tabel 3.3 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan satuan keutamaan  $I_e$  pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa

Sumber: SNI 1726:2012, Tabel

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan non gedung yang mmilik resiko terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak di batasi untuk, antara laim:</p> <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 gedung struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV,termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah 13ata dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung dan perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan 13atasan13</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 di batasi 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 boleh 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, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar atau gangguan massal terhadap kehidupan</p>	III

Lanjutan tabel 3.4

Jenis Pemanfaatan	Kategori resiko
<p>masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi 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 dalam kategori risiko IV, (termasuk tetapi tidak di batasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembangunan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai 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 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, 14atasa badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Puser pembangkit 14atasan14al fasilitas 14atasa lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan ( termasuk Menara telekomunikasi, 14atasa penyimpanan bahan bakar, Menara pendingin, struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang diutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Ada juga faktor keutamaan gempa yang bisa dilihat dalam tabel 3.4

Tabel 3.5 Faktor keutamaan gempa  
Sumber: SNI 1726:2012, Tabel 2

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

### 3.2.7 Kategori Desain Seismik KDS

Berdasarkan hasil dari nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  yang sudah ditentukan dalam perhitungan maka struktur dapat ditetapkan dalam satu kategori desain 15atasannya, yang sesuai tabel 3.7 dan 3.8.

Tabel 3.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respon percepatan perioda pendek  
Sumber : SNI 1726 : 2012, Tabel 5

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 < S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,55 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter respons percepatan perioda 1 detik  
Sumber : SNI 1726 : 2012 Tabel 6

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 < S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

### 3.2.8 Sistem Struktur penahan beban Gempa

Sistem penahan gaya gempa yang berbeda diijinkan untuk digunakan, untuk menahan gaya gempa masing-masing arah kedua sumbu 16atasannya struktur. Bila sistem yang berbeda digunakan, masing-masing nilai  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$ , harus dikenakan pada setiap sistem, termasuk 16atasan sistem struktur yang termuat dalam Tabel 3.9 yang ada pada SNI 1726:2012.

Tabel 3.8 Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem penahan gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat lebih sistem $\Omega_0^g$	Faktor pembesaran defleksi $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan 16atasan tinggi struktur, $h_n (m)^c$				
				Kategori desain seismik				
				B	C	$D^d$	$E^d$	$F^e$
Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	$4\frac{1}{2}$	3	4	TB	TB	$10^{h,i}$	$TI^h$	$4\frac{1}{2}$
4. Rangka baja pemikul momen biasa	$3\frac{1}{2}$	3	3	TB	TB	$TI^h$	$TI^h$	$3\frac{1}{2}$
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	8
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	$4\frac{1}{2}$	TB	TB	TI	TI	5
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	$2\frac{1}{2}$	TB	TI	TI	TI	3
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	8
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	$4\frac{1}{2}$	TB	TB	TI	TI	5
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	$5\frac{1}{2}$	48	48	30	TI	6
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	$2\frac{1}{2}$	TB	TI	TI	TI	3
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	$3\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	10	10	10	10	$3\frac{1}{2}$



### 3.2.9 Desain Respon Spektrum

Dalam SNI 1726-2012 pada pasal 6.4 menyatakan bahwa bila respon spektrum desain diperlukan oleh tat acara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva respons desain harus dikembangkan dengan mengacu rumus Gambar dan mengikuti ketentuan sebagai berikut :

1. Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$ , respon spektrum percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3-5)$$

2. Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$
3. Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3-6)$$

Keterangan :

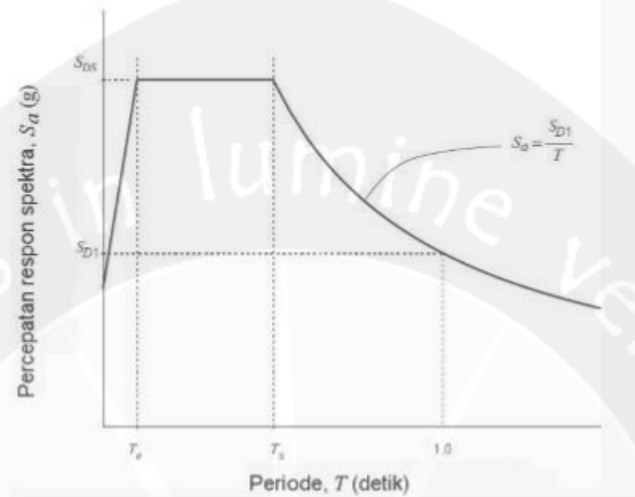
$S_{DS}$  = parameter respon spectral percepatan desain pada perioda pendek

$S_{D1}$  = parameter respons spectral percepatan desain pada perioda 1 detik

$T$  = perioda getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3-7)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3-8)$$



Gambar 3.1 : Desain Respon Spektrum

### 3.2.10 Menentukan Periode Fundamental

Dalam SNI 1726:2012 pasal 7.8.2, mempunyai alternative untuk pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur,  $T$ , diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan,  $T_a$ .

$$T_a = C_t h_n^x \quad (3-9)$$

Keterangan :

$H_n$  adalah ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari SNI 1726:2012 tabel 3.9 dan 3.10.

Tabel 3.9 Koefisien batas atas pada perioda yang hitung

Sumber : SNI 1726:2012, tabel 7

Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik, $S_{DI}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 3.10 Nilai parameter perioda pendekatan  $C_t$  dan  $x$ 

Sumber : SNI 1724:2012, tabel 8.

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua system struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

### 3.2.11 Faktor Respon Gempa

Pada SNI 1726-2012 pasal 7.8.1 menyatakan 8.8.1 Geser dasar seismik,  $V$  dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$V = C_S W \quad (3-10)$$

Keterangan :

$C_S$  = Koefisien respons seismik (SNI 1726:2012 pasal 7.8.1.1)

$W$  = Berat seismic efektif (SNI 1726:2012 pasal 7.7.2)

Koefisien respon seismic,  $C_S$  harus sesuai dengan rumus pada SNI 1726 :

2012 pasal 7.8.1.1 :

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \quad (3-11)$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter percepatan spectrum respons desain dalam rentang perioda pendek seperti ditentukan dalam 6.3 atau 6.9 dalam SNI 1726 :2012,

$R$  = faktor modifikasi respons,

$I_e$  = faktor keutamaan gempa.

Nilai  $C_S$  yang dihitung sesuai dengan persamaan koefisien respons seismic tidak boleh melenihi berikut :

$$C_S = \frac{S_{DI}}{T \frac{R}{I_e}} \quad (3-12)$$

$C_S$  harus tidak kurang dari

$$C_S = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

Sebagai tambahan, untuk struktur yang berlokasi di daerah dimana  $s_1$  sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, maka  $C_S$  harus tidak kurang dari :

$$C_S = \frac{0,5 S_I}{\frac{R}{I_e}} \quad (3-13)$$

Keterangan :

$S_{DI}$  = parameter percepatan spectrum respons desain pada perioda sebesar 1,0 detik

$T$  = perioda fundamental struktur ( detik )

$S_I$  = parameter percepatan spectrum respons maksimum yang dipetakan.

### 3.2.12 Kombinasi beban Gempa

Akibat pengaruh beban gempa, kombinasi pembebanan pada SNI

1726:2012, menjadi:

$$1. \quad 1,4 D \quad (3-14a)$$

$$2. \quad 1,2 D + 1,6 L \quad (3-14b)$$

$$3. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L + \rho E_x + 0,3 \rho E_y \quad (3-14c)$$

$$4. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L + \rho E_x - 0,3 \rho E_y \quad (3-14d)$$

$$5. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L - \rho E_x + 0,3 \rho E_y \quad (3-14e)$$

$$6. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L - \rho E_x - 0,3 \rho E_y \quad (3-14f)$$

$$7. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L + 0,3 \rho E_x + \rho E_y \quad (3-14g)$$

$$8. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L - 0,3 \rho E_x + \rho E_y \quad (3-14h)$$

$$9. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L + 0,3 \rho E_x - \rho E_y \quad (3-14i)$$

$$10. \quad (1,2 + 0,2 S_{Ds}) D + 1,0 L - 0,3 \rho E_x - \rho E_y \quad (3-14j)$$

$$11. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D + \rho E_x + 0,3 \rho E_y \quad (3-14k)$$

$$12. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D + \rho E_x - 0,3 \rho E_y \quad (3-14l)$$

$$13. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D - \rho E_x + 0,3 \rho E_y \quad (3-14m)$$

$$14. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D - \rho E_x - 0,3 \rho E_y \quad (3-14n)$$

$$15. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D + 0,3 \rho E_x + \rho E_y \quad (3-14o)$$

$$16. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D - 0,3 \rho E_x + \rho E_y \quad (3-14p)$$

$$17. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D + 0,3 \rho E_x - \rho E_y \quad (3-14q)$$

$$18. \quad (0,9 - 0,2 S_{Ds}) D - 0,3 \rho E_x - \rho E_y \quad (3-14r)$$

Keterangan :

$D$  = Beban mati (*dead load*)

$L$  = Beban hidup (*live load*)

$L_r$  = Beban hidup pada atap (*roof live load*)

$R$  = Beban air hujan (*rain load*)

$W$  = Beban angin (*wind load*)

$E$  = Beban gempa (*earthquake load*)

$S_{Ds}$  = Parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek

$\rho$  = Faktor redundansi

### 3.3 Perencanaan Struktur Atas

#### 3.3.1 Perencanaan Pelat Lantai

Dalam membuat rencana plat lantai dapat di bagi menjadi dua macam plat yaitu:

1. Sistem perencanaan plat satu arah (*one way slab*)

Pada SNI 2847-2013 pasal 9.5.2.1 tebal minimum yang ditentukan dalam Tabel 3.11 berlaku untuk konstruksi satu arah yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak akibat lendutan menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih kecil dapat digunakan tanpa menimbulkan pengaruh yang merugikan.

Tabel 3.11 Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

Sumber: SNI 2847:2013, tabel 9

Komponen struktur	Tebal minimum, $h$			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau kontruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat massif satu-arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$
<p>CATATAN:</p> <p>Panjang bentang dalam mm.</p> <p>Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan Mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasikan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (<i>equilibrium density</i>), <math>w_c</math>, di antara 1440 sampai 1840 kg/m<sup>3</sup>, (a) untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (<i>equilibrium density</i>), <math>w_c</math>, diantara 1440 sampai 1840 kg/m<sup>3</sup>, nilai tadi harus dikalikan dengan <math>(1,65 - 0,0003 w_c)</math> tetapi tidak kurang dari 1,09.</li> <li>Untuk <math>f_y</math> selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan <math>(0,4 + f_y/700)</math>.</li> </ol>				

## 2. Penulangan pelat dua arah

Pada SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.2 untuk tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan dan mempunyai rasio bentang panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari 2 tebal minimumnya harus memenuhi ketentuan Tabel 3.12 dan tidak boleh kurang dari nilai berikut:

1. Tanpa panel drop (*drop panels*)
2. Dengan panel drop (*drop panels*)

Tabel 3.12 Tebal minimum pelat tanpa balok interior\*  
 Sumber : SNI 2847 :2013, tabel 10

Tegangan leleh, $f_y$ $MPa^\dagger$	Tanpa penebalan :			Dengan penebalan :		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel ekterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>§</sup>		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>§</sup>	
280	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
420	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
520	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

\*Untuk konstruksi dua arah,  $l_n$  adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.  
<sup>†</sup>Untuk  $f_y$ , antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier.  
<sup>‡</sup>Panel drop  
<sup>§</sup>Pelat dengan balok di antara kolom kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai  $\alpha_{fm}$  untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

Selanjutnya pada SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.3, untuk pelat dengan balok yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimumnya,  $h$ , harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Untuk  $\alpha_{fm}$  yang sama atau lebih kecil dari 0,2, harus menggunakan SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.2;
2. Untuk  $\alpha_{fm}$  lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0,  $h$  tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)} \quad (3-15)$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm;

3. Untuk  $\alpha_{fm}$  lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:



$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \quad (3-16)$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm;

4. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan  $\alpha_f$  tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan Pers. (3-35) atau (3-36) harus dinaikan paling tidak 10 persen pada panel dengan tepi yang tidak menerus

### 3.3.2 Perencanaan Balok

Definisi balok

Balok harus memenuhi definisi komponen struktur lentur : SNI 2847-2013 pasal 21.5 mensyaratkan bahwa komponen struktur lentur SRPMK harus memenuhi hal-hal berikut :

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$  tidak boleh melebihi  $A_g f'_c / 10$ .
2. Bentang bersih komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
3. Lebar komponen,  $b_w$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari  $0,3h$  dan 250 mm.

#### Tulangan Longitudinal

SNI 2847-2013 pasal 21.5.2 mensyaratkan bahwa :

1. Jumlah tulangan atas maupun tulangan bawah tidak boleh kurang dari :

$$A_{s,min} = \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (3-17)$$

Tetapi tidak boleh lebih kecil dari :

$$A_{s,min} = \frac{1,4b_w d}{f_y} \quad (3-18)$$

Dengan rasio tulangan,  $\rho$  tidak boleh melebihi 0,025. Paling sedikit dua batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah.

2. Kekuatan momen positif pada muka *joint* tidak boleh kurang dari setengah kekuatan momen negatif pada muka *joint* tersebut. Baik kekuatan momen positif maupun negatif sepanjang komponen struktur tidak boleh kurang dari seperempat kekuatan momen maksimum pada salah satu *joint*.

#### **Tulangan transversal**

Pada SNI 2847-2012 pada pasal 21.5.3 menyatakan bahwa Sengkang harus dipasang pada daerah komponen struktur rangka berikut :

1. Pada jarak dua kali tinggi komponen struktur yang diukur dari muka komponen struktur ke arah tengah bentang, di kedua ujung komponen struktur lentur.
2. Pada jarak dua kali tinggi komponen struktur pada kedua sisi penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi dalam hubungan dengan perpindahan lateral inelastis rangka.

Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu, dengan spasi sengkang,  $s$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari :

1.  $d/4$

2. Enam kali diameter terkecil tulangan lentur utama.
3. 150 mm.

Bila sengkang tertutup tidak diperlukan, sengkang dengan kait gempapada

kedua ujung harus dispasikan dengan jarak tidak lebih dari  $d/2$ .

### 3.3.3 Perencanaan kolom

#### a. Tulangan memanjang

Luas tulangan memanjang yang terdapat dalam SNI 2847-2013 pasal 21.6.3 memiliki rumus sebagai berikut :

$$A_{st} \leq 0,01 A_g \leq 0,06 A_{gr} \quad (3-19)$$

Sedangkan pada kolom dengan sengkang tertutup bulat, jumlah batang tulangan longitudinal minimum harus 6.

Kemudian sambungan mekanis penuh harus memenuhi tarik atau tekan seperti disyaratkan, paling sedikit  $1,25 f_y$ , batang tulangan dan sambungan las penuh harus mengembangkan paling sedikit  $1,25 f_y$  batang tulangan.

#### b. Kelangsingan kolom

Dalam perencanaan kolom pengaruh kelangsingan boleh diabaikan dalam kasus-kasus berikut:

- untuk komponen struktur tekan yang tidak di-breising (*braced*) terhadap goyangan menyamping:

$$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 22 \quad (3-20)$$

- untuk komponen struktur tekan yang di-breising (*braced*) terhadap goyangan menyamping:

$$\frac{k.l_u}{r} \leq 34 - 12 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) \leq 40 \quad (3-21)$$

keterangan:

$k$  = faktor panjang efektif untuk komponen struktur tekan  
 $l_u$  = panjang tak tertumpu komponen struktur tekan  
 $r$  = radius girasi penampang komponen struktur tekan  
 $M_1$  = momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada komponen struktur tekan, diambil sebagai positif jika komponen struktur dibengkokkan dalam kurvatur tunggal, dan negatif jika dibengkokkan dalam kurvatur ganda.  
 $M_2$  = momen ujung terfaktor yang lebih besar pada komponen struktur tekan. Jika pembebanan transversal terjadi di antara tumpuan,  $M_2$  diambil sebagai momen terbesar yang terjadi dalam komponen struktur. Nilai  $M_2$  selalu positif.

#### c. Kuat Lentur

Kuat lentur yang dirancang harus memenuhi persamaan dibawah ini:

$$\sum M_{nc} \geq 1,2M_{nb} \quad (3-22)$$

keterangan:

$M_{nc}$  = kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur yang terendah  
 $M_{nb}$  = kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint 21.6

#### d. Gaya Geser Rencana

Dalam SNI 2847-2013 pasal 21.6.5 disebutkan bahwa Gaya geser desain,  $V_e$ , harus ditentukan dari peninjauan terhadap gaya-gaya maksimum yang dapat dihasilkan di muka-muka pertemuan-pertemuan (*joints*) di setiap ujung komponen struktur. Gaya-gaya joint ini harus ditentukan menggunakan

kekuatan momen maksimum yang mungkin,  $M_{pr}$ , di setiap ujung komponen struktur yang berhubungan dengan rentang dari beban aksial terfaktor,  $P_u$ , yang bekerja pada komponen struktur. Geser komponen struktur tidak perlu melebihi yang ditentukan dari kekuatan joint berdasarkan pada  $M_{pr}$  komponen struktur transversal yang merangka ke dalam joint. Dalam semua kasus  $V_e$  tidak boleh kurang dari geser terfaktor yang ditentukan oleh analisis struktur.

Menurut SNI 2847-2013 pasal 11.1.1, perencanaan penampang terhadap geser harus memenuhi persamaan seperti berikut.

$$\phi V_n = V_u \quad (3-23)$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (3-24)$$

dengan :

$V_u$  = gaya geser terfaktor

$V_n$  = kuat geser nominal

$V_c$  = kuat geser yang disumbangkan oleh beton

$V_s$  = kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser

Menurut SNI 2847-2013 pasal 11.2.1, kuat geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen yang dikenai geser dan lentur saja ditentukan melalui persamaan berikut ini:

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f_c'}b_w d \quad (3-25)$$

Sedangkan untuk pasal 11.2.1, kuat geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen yang dikenai geser, lentur, dan gaya aksial ditentukan melalui persamaan berikut ini:

$$V_c = 0,17\left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right)\lambda\sqrt{f_c'}b_w d \quad (3-26)$$

dengan:

- $V_c$  = kuat geser yang disumbangkan oleh beton
- $N_u$  = beban aksial terfaktor yang terjadi
- $A_g$  = luas bruto penampang kolom
- $\lambda$  = faktor pengali
- $b_w$  = lebar balok
- $d$  = tinggi efektif penampang beton

Sedangkan kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser dapat digunakan persamaan berikut:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad (3-27)$$

dengan:

- $V_s$  = kuat geser yang disumbangkan oleh beton
- $A_v$  = luas tulangan geser
- $f_y$  = tegangan leleh tulangan geser
- $d$  = lebar efektif penampang beton
- $s$  = jarak antar sengkang

e. Tulangan Transversal Kolom

Dalam SNI 2847-2013 pada pasal 21.6.4 menyatakan Tulangan transversal kolom harus dipasang sepanjang panjang  $l_o$  dari muka joint dan pada kedua sisi sembarang penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi sebagai akibat dari perpindahan lateral inelastis rangka. Panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari yang terbesar a, b, dan c:

- a. Tinggi komponen struktur pada muka joint atau pada penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi.
- b. Seperenam bentang bersih komponen struktur
- c. 450 mm

Spasi tulangan transversal sepanjang  $l_o$  komponen struktur tidak boleh melebihi yang terkecil, berikut ketentuannya:

- a. Seperempat dimensi komponen struktur minimum,
- b. Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil,
- c.  $s_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right)$

Nilai  $s_o$  tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100mm

### 3.4 Perencanaan Struktur Bawah

#### 3.4.1 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Menghitung kapasitas tiang pancang berdasarkan dari data penyelidikan tanah sehingga bisa mendapatkan kebutuhan kedalaman tanah yang di tinjau dalam satu bidang tanah yang akan digunakan sebagai fondasi.

#### 3.4.2 kapasitas tiang berdasarkan daya dutung tanah

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \cdot q_c}{Sf} + \frac{O \cdot Tf}{Sf} \quad (3-28)$$

rumus :

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \cdot q_c}{Sf} + \frac{O \cdot Tf}{Sf} \quad (3-29)$$

Dengan keterangan berikut :

$Q_{tiang}$  = Daya dukung ijin tekan tiang

$A_{tiang}$  = luas 1 tiang

$q_c$  = nilai tekanan

$Tf$  = Total friksi / jumlah hambatan pelekat

$o$  = keliling penampang tiang

$S_f$  = faktor keamanan 3 dan 4

### 3.4.3 Kontrol reaksi Masing-masing Tiang

#### 1. Beban tetap

Beban tetap yaitu beban yang selalu ada pada beban gedung seperti beban mati hidup yang selalu ada dan pasti di gedung

Dengan menghitung rumus sebagai berikut :

$$P \text{ maks} = \frac{P}{n} + \frac{M_y \cdot X}{\sum X^2} + \frac{M_x \cdot Y}{\sum Y^2} \quad (3-30)$$

#### 2. Beban sementara

Beban sementara yaitu beban yang akan terjadi di jangka waktu lebih lama Karena tidak selalu ada bisa terjadi 5 tahun atau lebih.

Beban yang dimkasud yaitu beban gempa, beban angin atau pun beban yang terjadi sewaktu waktu.

### 3.4.4 Mencari kebutuhan tiang

Jumlah kebutuhan tiang pancang harus dapat menahan beban yang bekerja pada pondasi tiang pancang tersebut. Jumlah kebutuhan tiang pancang yang dirancang berdasarkan beban tetap dan beban sementara yang bekerja.

Beban tetap dan semntara menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$n = \frac{P}{P_{ijin}} \quad (3-31)$$



keterangan :

$n$  = jumlah tiang

$p$  = gaya aksial yang terjadi

$P_{ijin}$  = daya dukung ijin tiang

### 3.4.5 Menghitung Efisiensi Tiang

Control reaksi perilaku tiang sebagai kelompok tiang

dengan menggunakan rumus efisiensi “Converse-Labarre” yaitu :

$$E_g = 1 - \theta \cdot \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mm} \quad (3-32)$$

Dimana :

$E_g$  = efisiensi kelompok tiang

$\theta$  =  $\tan^{-1} \frac{D}{s}$

$D$  = ukuran penampang tiang

$s$  = jarak antar tiang as ke as

$m$  = jumlah tiang dalam 1 kolom

$n$  = jumlah tiang dalam 1 baris

### 3.4.6 Analisis geser Fondasi

1. kontrol terhadap geser 2 Arah
2. kontrol terhadap geser satu Arah
3. kontrol pemindahan beban kolom pada Fondasi
4. perancangan tulangan poer