

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Struktur atas yang ditinjau terdiri dari kolom, pelat, dan balok. Perancangan ulang struktur atas Gedung ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kekuatan komponen yang dihitung menggunakan beberapa acuan berdasarkan peraturan pemerintah yang terbaru.

Acuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
3. SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan non-Gedung.

2.2 Konsep Pembebanan Menurut SNI 1727-2013

Pembebanan untuk struktur gedung terdiri dari dua jenis beban, yaitu beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi merupakan beban yang diakibatkan oleh gaya gravitasi seperti berat sendiri struktur, beban mati tambahan dan beban hidup. Sedangkan beban lateral merupakan beban yang bergerak secara horizontal (ke samping) baik pada sumbu-x maupun pada sumbu-y atau bergerak secara acak, seperti beban angin dan beban gempa.

1. Beban Mati/*Dead Load* (DL)

Beban ini merupakan bahan konstruksi struktur bangunan gedung dan beban mati tambahan (*super impose dead load*) yang terpasang termasuk penutup lantai, adukan, plafon, rangka plafon, dinding, *finishing* dan lain-lain sesuai dengan komponen arsitektural yang direncanakan seperti pada **Tabel 2.1** sebagai berikut:

Tabel 2.1 Beban mati/dead load (DL).

Jenis Komponen	Besar Beban
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Keramik per cm	24 kg/m ²
Spesi/adukan per cm tebal	21 kg/m ²
Langit-langit + Penggantung	18 kg/m ²
Pasangan dinding ½ bata	250 kg/m ²

Sumber: SNI PPURG-1989

2. Beban Hidup

Menurut SNI 1727-2013 Beban hidup ditentukan sesuai dengan fungsi bangunan itu sendiri. Beban hidup yang digunakan pada perancangan struktur atas ini diambil pada **Tabel 2.2** berdasarkan SNI 1727-2013 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Beban hidup untuk bangunan Rumah Sakit.

Fungsi Ruangan	Merata Psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Ruang Operasi, Laboratorium	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang Pasien	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)

Sumber: Tabel 4-1 SNI 1727-2013

3. Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban lateral yang disebabkan oleh aktivitas alam. Terdapat tiga analisis beban gempa yang digunakan dalam perhitungan perancangan struktur bangunan, yaitu beban gempa statik ekuivalen dan beban gempa dari *response spectra*, dan Prosedur respons riwayat waktu seismik, yang akan dijelaskan lebih detail pada SNI 1726-2019. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 %.

2.3 Konsep Perancangan Struktur Beton Berdasarkan SNI 2847-2019

Pasal 19.2. SNI 2847-2019 menjelaskan bahwa nilai maksimum $f'c$ tidak dibatasi kecuali bila dibatasi oleh ketentuan atau standar tertentu. Nilai dari $f'c$ dapat dilihat pada **Tabel 2.3** sebagai berikut:

Tabel 2.3 Batasan nilai $f'c$.

Kegunaan	Jenis Beton	Nilai $f'c$ Minimum (MPa)	Nilai $f'c$ Maksimum (MPa)
Umum	Berat normal dan berat ringan	17	Tidak ada batasan
Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Dinding Struktural Khusus	Berat normal	21	Tidak ada batasan
	Berat ringan	21	35

Sumber: Tabel 19.2.1.1 SNI 2847-2019

Menurut pasal 4.6. SNI 2847-2019, persyaratan dasar untuk kekuatan desain ditentukan dengan persamaan (2-1):

$$\text{kekuatan desain} \geq \text{kekuatan perlu} \\ \phi S_n \geq U \quad (2-1)$$

Tingkat keamanan dipengaruhi oleh berbagai kombinasi faktor beban dan faktor reduksi kekuatan (ϕ) yang dikalikan dengan kekuatan nominal. Untuk menentukan faktor reduksi kekuatan (ϕ) dapat dilihat pada pasal 21.2. SNI 2847-2019 dan nilai faktor reduksi maksimum ditentukan dalam pasal 27.3.2. SNI 2847-2019 berdasarkan **Tabel 2.4** dan **Tabel 2.5** dibawah ini:

Tabel 2.4 Faktor reduksi maksimum yang diizinkan.

Kekuatan	Klasifikasi	Tulangan Transversal	Maksimum Izin, ϕ
Lentur, Aksial, atau keduanya.	Terkontrol tarik	Semua kasus	1,0
	Terkontrol tekan	Spiral	0,9
		Lainnya	0,8
Geser, torsi, atau keduanya.			0,8
Tumpu			0,8

Sumber: Tabel 27.3.2.1. SNI 2847-2019

Tabel 2.5 Faktor reduksi kekuatan (ϕ) untuk momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial.

Regangan tarik netto (ϵ_t)	Klasifikasi	ϕ			
		Jenis Tulangan Transversal			
		Spiral sesuai 25.7.3		Tulangan Lainnya	
$\epsilon_t \leq \epsilon_{ty}$	Tekanan terkontrol	0,75	a)	0,65	b)
$\epsilon_{ty} < \epsilon_t < 0,005$	Transisi	$\frac{0,75+0,15(\epsilon_t-\epsilon_{ty})}{(0,005-\epsilon_{ty})}$	c)	$0,65+0,25 \frac{(\epsilon_t-\epsilon_{ty})}{(0,005-\epsilon_{ty})}$	d)
$\epsilon_t \geq 0,005$	Tegangan terkontrol	0,90	e)	0,90	f)

Sumber: Tabel 21.2.2 SNI 2847-2019

Untuk persyaratan baja tulangan dijelaskan dalam pasal 20 SNI 2847-2019 sebagai berikut:

1. Tulangan dan kawat nonprategang harus berulir, kecuali batang atau kawat polos boleh digunakan sebagai tulangan spiral.
2. Untuk batang dan kawat nonprategang, tegangan di bawah f_y adalah E_s dikalikan dengan regangan baja. Untuk regangan lebih besar dari regangan yang menyebabkan f_y maka tegangan harus dianggap tidak terpengaruh dengan regangan dan sama dengan f_y . Modulus elastisitas, E_s , untuk batang dan kawat nonprategang diambil sebesar 200.000 MPa.
3. Untuk komponen struktur beton nonprategang yang dicor di tempat harus memiliki selimut beton sekurang-kurangnya seperti pada **Tabel 2.6**.

POLBAN

Tabel 2.6 Ketebalan selimut beton untuk komponen struktur beton normal

Paparan	Komponen Struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut Beton (mm)
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat Ø13 atau D13 dan yang lebih kecil.	40
Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah.	Pelat, pelat berusuk dan dinding	Batang D43 dan D57	40
		Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, kolom, pedestal dan batang tarik	Tulangan utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengekang	40

Sumber: Tabel 20.6.1.3.1 SNI 2847-2019

2.4 Perancangan Komponen Struktur

Dalam perancangan komponen struktur terdapat beberapa kondisi yaitu, kondisi *under reinforced*, kondisi *balance* (seimbang), dan kondisi *over reinforced*.

Under reinforced merupakan kondisi dimana baja mengalami leleh terlebih dahulu sebelum beton hancur. Kondisi *balance* (seimbang) merupakan kondisi dimana regangan beton mencapai 0,003 dan regangan baja mencapai regangan leleh. Sedangkan, *over reinforced* merupakan kondisi dimana beton hancur terlebih dahulu sebelum baja mengalami leleh.

Dalam desain, kondisi yang digunakan untuk perhitungan struktur adalah kondisi *under reinforced*, karena baja akan mulur terlebih dahulu sebelum beton hancur atau baja lebih lemah dari beton, sehingga struktur akan nampak melengkung, tentunya kondisi ini lebih aman bagi penghuni bangunan.

2.4.1 Perencanaan Balok

Menurut SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsi utama dari balok adalah menahan momen lentur dan gaya geser dengan atau tanpa gaya aksial maupun torsi.

Untuk perencanaan tinggi minimum balok nonprategang mengacu pada Tabel 2.7 berdasarkan pasal 9.3.1.1 SNI 2847-2019. Untuk f_y lebih dari 420 MPa, persamaan pada **Tabel 2.7** harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$.

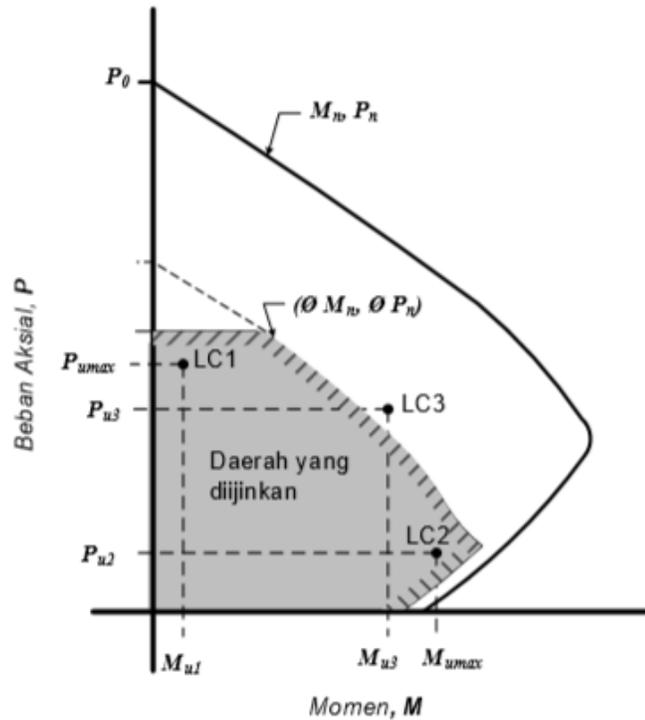
Tabel 2.7 Tinggi minimum balok nonprategang.

Kondisi perletakan	Minimum $h^{[1]}$
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Sumber: Tabel 9.3.1.1. SNI 2847-2019

2.4.2 Perencanaan Kolom

Kolom merupakan komponen struktur vertikal yang umumnya memikul gaya aksial dan gaya momen secara bersamaan pada setiap kombinasi beban terfaktor. Kombinasi beban yang bekerja struktur kolom perlu dilakukan pengecekan pada grafik diagram interaksi. Pengecekan ini dilakukan untuk mempertimbangkan kombinasi beban terfaktor akibat gaya aksial maksimum dan momen lentur maksimum, karena belum tentu sesuai peraturan desain untuk kombinasi beban lainnya.



Gambar 2.1 Diagram interaksi kolom.
 Sumber: Gambar R10.4.2.1. SNI 2847-2019

Diagram interaksi dapat dibuat dengan hubungan $M_n - P_n$ atau $\phi M_n - \phi P_n$, dengan $\phi =$ faktor reduksi kekuatan. Gaya $M_n - P_n$ harus didalam diagram interaksi, Dimana P_u merupakan gaya aksial terfaktor dari kombinasi beban yang digunakan dan M_u merupakan gaya momen terfaktor. Menurut SNI 2847-2019, Nilai P_n yang dihitung tidak boleh melebihi nilai $P_{n,max}$. Nilai $P_{n,max}$ ditentukan pada **Tabel 2.8** sebagai berikut:

Tabel 2.8 Kekuatan aksial maksimum.

Komponen	Tulangan Transversal	$P_{n,max}$
Nonprategang	Senggang Persegi	$0,80P_0$
	Senggang Spiral	$0,85P_0$

Sumber: Tabel 22.4.2.1 SNI 2847-2019

Untuk kondisi ideal dengan eksentrisitas $e = 0$ (kosentris). Nilai P_0 (kekuatan aksial nominal dengan eksentrisitas nol) untuk komponen nonprategang dihitung menurut persamaan (2-2):

$$P_o = P_c + P_s \quad (2-2)$$

Dimana:

P_c : kekuatan Aksial Beton = $0,85f'c(A_g - A_{st})$

P_s : kekuatan Aksial Baja Tulangan = $f_y A_{st}$

Sehingga, persamaan tersebut dapat ditulis seperti berikut:

Berdasarkan pasal 22.4.2.2. SNI 2847-2019 persamaan (2-3)

$$P_o = 0,85f'c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (2-3)$$

Keterangan:

A_g : luas bruto penampang beton.

A_{st} : luas total tulangan longitudinal.

2.4.3 Pelat Lantai

Pelat lantai pada gedung biasanya menyatu dengan balok karena pada umumnya plat lantai dan balok dilakukan secara bersamaan, sehingga plat lantai seolah-olah menjadi bagian dari balok. Dengan demikian plat lantai boleh tidak dianggap sebagai beban yang dipikul oleh balok. Perencanaan tebal pelat lantai menggunakan metode desain langsung sesuai pasal 8.10. SNI 2847-2019:

1. Pada bentang gedung sedikitnya harus terdapat tiga bentang menerus dalam masing-masing arah yaitu arah X dan arah Y.
2. Panel harus berbentuk persegi, dengan rasio dimensi terpanjang terhadap dimensi terpendek yang diukur dari pusat ke pusat tumpah, tidak melebihi 2.
3. Semua beban yang diperhitungkan hanya akibat beban gravitasi dan terdistribusi merata di seluruh panel.
4. Beban hidup tak terfaktor tidak boleh melebihi dua kali beban mati tak terfaktor.

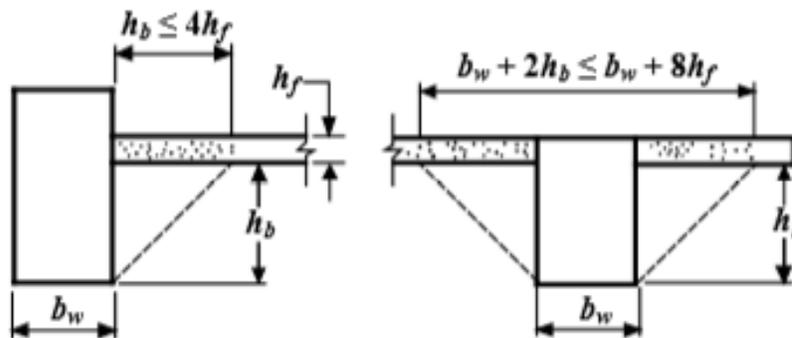
Dimensi pelat untuk perencanaan dengan balok yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimum h harus memenuhi tabel **Tabel 2.9**

Tabel 2.9 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan di semua sisinya.

$\alpha_{fm}^{[1]}$	h minimum, mm		
$0,2 < \alpha_{fm} < 2,0$	Pasal 8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} < 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b)
		Min. 125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta}$	(d)
		Min. 90	(e)

Sumber: Tabel 8.3.1.2. SNI 2847-2019

Untuk konstruksi monolit atau komposit penuh yang menumpu pelat dua arah, suatu balok mencakup bagian pelat pada sisi balok yang membentang dengan jarak yang sama dengan proyeksi bagian di atas atau di bawah pelat tersebut, diambil yang terbesar, tapi tidak lebih besar dari empat kali tebal pelat dengan contoh seperti **Gambar 2.2** dibawah ini.



Gambar 2.2 Contoh bagian pelat yang dimasukkan ke balok.

Sumber: Gambar R8.4.1.8. SNI 2847-2019

Untuk panel dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya, seperti pada pasal 8.10.2.7 SNI 2847-2019 persamaan (2-4) harus dipenuhi untuk balok dalam dua arah tegak lurus.

$$0,2 \leq \frac{\alpha_{f1} \ell_2^2}{\alpha_{f2} \ell_1^2} \leq 5,0 \quad (2-4)$$

dimana α_{f1} dan α_{f2} dihitung dengan persamaan (2-5):

$$\alpha_f = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} \quad (2-5)$$

Keterangan:

α_m : rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan lebar yang dibatasi dalam arah lateral oleh sumbu dari panel yang bersebelahan pada tiap sisi dari balok

E_{cb} : modulus elastisitas balok beton

E_{cs} : modulus elastisitas pelat beton

I_b : momen inersia balok

I_s : momen inersia pelat

2.5 Perencanaan Ketahanan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2019

Menurut SNI 1726-2019 pasal 4.2.2 berdasarkan metode ultimit, Struktur, komponen-elemen struktur, dan elemen-elemen fondasi harus didesain sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut:

$$1,4D$$

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

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

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

$$0,9D + 1,0W$$

$$1,2D + E_v + E_h + L$$

$$0,9D - E_v + E_h$$

2.5.1 Analisis Beban Gempa

Analisis pembebanan gempa dapat dilakukan dengan tiga prosedur sesuai pasal 7.7. SNI 1726-2019 seperti pada **Tabel 2.10** sebagai berikut:

Tabel 2.10 Prosedur analisis yang diizinkan.

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 0	Analisis spektrum respons ragam pasal 0	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 0
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori resiko I atau II yang tidak melebihi 2 tingkat di atas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5T_1$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

Sumber: Tabel 16. SNI 1726-2019, Catatan: I= Diizinkan TI= Tidak Diizinkan.

2.5.2 Parameter Percepatan Gempa.

Parameter batuan dasar pada periode pendek (S_s) dan percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektra percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun.

2.5.3 Kelas Situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs dapat diklasifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, dan SE sesuai dengan pasal 5.3. SNI 1726-2019.

2.5.4 Koefisien situs dan parameter respons spektra percepatan gempa.

Untuk menentukan respons spektra percepatan gempa di permukaan tanah, maka diperlukan faktor amplikasi gempa. Faktor amplikasi terdiri dari faktor amplikasi getaran terkait percepatan getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplikasi terkait percepatan yang mewakili periode 1 detik (F_v). Nilai faktor amplikasi F_a dan F_v ditentukan pada pasal 6.2 SNI 1726-2019. Parameter respons spektra percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan persamaan (2-6) dan (2-7):

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (2-6)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (2-7)$$

2.5.5 Respons Spektra Desain

Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1}) harus ditentukan sesuai pasal 6.3 SNI 1726-2019 dengan persamaan (2-8) dan (2-9) berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2-8)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2-9)$$

Untuk kurva respons spektra desain mengacu pada pasal 6.4 SNI 1726-2019 dengan ketentuan dalam membuat kurva sebagai berikut:

- a. Untuk $T < T_0$. S_a dihitung menggunakan persamaan (2-10)

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (2-10)$$

- b. Untuk $T_0 \leq T \leq T_s$, maka spektrum respons percepatan desain menggunakan persamaan (2-11).

$$S_a = S_{DS} \quad (2-11)$$

- c. Untuk $T_s \leq T \leq T_L$. S_a dihitung menggunakan persamaan (2-12).

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2-12)$$

- d. Untuk $T > T_L$. S_a dihitung menggunakan persamaan (2-13).

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (2-13)$$

Dimana:

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2-14)$$

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2-15)$$

T_L : Peta transisi periode panjang yang ditunjukkan pada SNI 1726-2019

2.5.6 Periode Fundamental Struktur

Pada pasal 7.8.2 SNI 1726-2019, untuk periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan maksimum periode yang dihitung (C_u) dari Tabel 2.11 dan periode fundamental pendekatan (T_a).

Tabel 2.11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	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

Sumber: Tabel 17. SNI 1726-2019

Dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur, diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan (T_a). Periode bangunan pendekatan (T_a) harus ditentukan dari persamaan (2-16) hingga (2-18) :

$$T \leq T_{maks} \quad (2-16)$$

$$T \leq C_u \times T_{min} \quad (2-17)$$

$$T \leq C_u \times (C_t \times h_n^x) \quad (2-18)$$

Keterangan:

h_n^x adalah ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan **Tabel 2.12**.

Tabel 2.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x .

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber: Tabel 18. SNI 1726-2019

Jika periode hasil analisis melebihi periode maksimum yang dihitung menurut SNI maka periode yang digunakan adalah periode maksimum menurut SNI.

Sebagai alternatif, diizinkan untuk menentukan periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, dari persamaan (2-19) untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem pemikul gaya seismik terdiri dari rangka pemikul momen yang seluruhnya beton atau seluruhnya baja dan rata-rata tinggi tingkat sekurang-kurangnya 3 m.

$$T_a = 0,1N \quad (2-19)$$

Keterangan:

N : jumlah Tingkat.

2.5.7 Gaya Geser Dasar Seismik.

Gaya geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan (2-20):

$$V = C_s \cdot W \quad (2-20)$$

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan persamaan (2-21):

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)} \quad (2-21)$$

Nilai C_s yang dihitung tidak perlu melebihi persamaan (2-22) hingga (2-24):

Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T(R/I_e)} \quad (2-22)$$

Untuk $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} \times T_L}{T^2(R/I_e)} \quad (2-23)$$

C_s tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (2-24)$$

Keterangan:

W : berat seismik efektif.

S_{DS} : parameter percepatan respons spektral desain dalam rentang periode pendek.

S_{D1} : parameter percepatan respons spektral desain pada periode sebesar 1,0 detik.

T : periode fundamental struktur (detik).

R : koefisien modifikasi respons yang ditentukan pada Tabel 12 SNI 1726-2019.

I_e : faktor keutamaan gempa yang ditentukan pada Tabel 4 SNI 1726-2019 dengan kategori gempa ditentukan pada Tabel 3 SNI 1726-2019.

Tabel 2.13 Faktor Keutamaan Gempa.

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

Sumber: Tabel 4. SNI 1726-2019

2.5.8 Distribusi Vertikal Gaya Seismik

Gaya gempa lateral (F_x), di semua tingkat harus ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.3 SNI 1726-2019 dengan persamaan (2-25) dan (2-26) berikut:

$$F_x = C_{vx} V \quad (2-25)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (2-26)$$

Keterangan :

C_{vx} : faktor distribusi vertikal.

V : gaya geser dasar seismik.

w_x dan w_i : berat total struktur pada tingkat i atau x.

h_i dan h_x : tinggi struktur dari dasar tingkat i atau x.

k : eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai:
 untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, $= 1$
 untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, $= 2$
 untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, $= 2$ atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

2.5.9 Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik adalah kategori gempa berdasarkan parameter respons percepatan pada periode gempa yang ditentukan sesuai lokasi bangunan akan dibuat. Kategori desain seismik dibagi menjadi dua tipe sesuai dengan SNI 1726 2019 mengenai kategori desain seismik yaitu:

- Berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}) sesuai 1726-2019.
- Berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}) sesuai SNI 1726-2019.

2.5.10 Simpangan Antar Tingkat.

Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a) sebagaimana yang ditentukan pada **Tabel 2.14** pasal 7.12.1. SNI 1726-2019 sebagai berikut:

Tabel 2.14 Simpangan antar tingkat izin (Δ_a).

Struktur	Kategori Resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata.	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya.	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya.	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Sumber: Tabel 20. SNI 1726-2019