

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Elemen Struktur

3.1.1. Kuat Perlu

Kuat yang diperlukan untuk beban-beban terfaktor sesuai pasal 4.2.2. dan pasal 7.4.2 SNI 1726:2012 sebagai berikut:

$$1. U = 1,4 D \quad (3-1)$$

$$2. U = 1,2 D + 1,6 L \quad (3-2)$$

$$3. U = (1,2 + 0,2 S_{DS}) D + 1,0 L \pm \rho Ex \pm 0,3 \rho Ey \quad (3-3)$$

$$4. U = (1,2 + 0,2 S_{DS}) D + 1,0 L \pm 0,3 \rho Ex \pm \rho Ey \quad (3-4)$$

$$5. U = (0,9 - 0,2 S_{DS}) D \pm \rho Ex \pm 0,3 \rho Ey \quad (3-5)$$

$$6. U = (0,9 - 0,2 S_{DS}) D \pm 0,3 \rho Ex \pm \rho Ey \quad (3-6)$$

Notasi: U = kuat perlu
D = beban mati
L = beban hidup
Ex = beban gempa (arah x)
Ey = beban gempa (arah y)

3.1.2. Kuat Desain

Kuat desain yang disediakan oleh suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain, dan penampangnya, sehubungan dengan lentur, beban normal, geser, dan torsi, harus diambil sebesar kuat nominal dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ) ditentukan berdasarkan pasal 9.3 SNI 2847:2013.

Tabel 3.1. Faktor Reduksi Kekuatan Desain

No.	Keterangan	Faktor reduksi (ϕ)
1.	Penampang terkendali tarik	0,9
2.	Penampang terkendali tekan	0,75
	a. Komponen struktur dengan tulangan spiral	
	b. Komponen struktur bertulang lainnya	0,65
3.	Geser dan torsi	0,75
4.	Tumpuan pada beton	0,65
5.	Daerah angkur pasca tarik	0,85
6.	Model strat dan pengikat, strat, pengikat, daerah pertemuan, dan daerah tumpuan dalam model	0,75
7.	Penampang lentur komponen struktur pra tarik:	0,75
	a. Dari ujung komponen struktur ke ujung panjang transfer	
	b. Dari ujung panjang transfer ke ujung panjang penyaluran ϕ boleh ditingkatkan secara linier dari	0,75 sampai 0,9

3.2. Perencanaan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012

3.2.1. S_{DS} dan S_{D1}

Nilai S_{DS} dan S_{D1} ditentukan berdasarkan web desain spektra Indonesia

http://puskim.pu.go.id//Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/

3.2.2. Kategori Risiko

Kategori risiko untuk struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai tabel 3.2, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan faktor keutamaan I_e menurut Tabel 3.5.

Tabel 3.2 Kategori Bangunan Gedung dan Non-Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II

(dikutip dari Tabel 1-SNI 1726:2012, halaman 14-15)

Tabel 3.2 (Lanjutan) Kategori Bangunan Gedung dan Non-Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan UGD - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan 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>	III

(dikutip dari Tabel 1-SNI 1726:2012, halaman 14-15)

Tabel 3.2 (Lanjutan) Kategori Bangunan Gedung dan Non-Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat. - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

(dikutip dari Tabel 1-SNI 1726:2012, halaman 14-15)

3.2.3. Kategori Desain Seismik

Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter percepatan respons spektral pada periode pendek sebagai berikut:

Tabel 3.3. KDS Berdasarkan S_{DS}

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(dikutip dari Tabel 6-SNI 1726:2012, halaman 24)

Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik sebagai berikut:

Tabel 3.4 KDS Berdasarkan SD_1

	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$SD_1 \leq 0,167$	A	A
$0,067 \leq SD_1 < 0,133$	B	C
$0,133 \leq SD_1 < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S$	D	D

(dikutip dari Tabel 7-SNI 1726:2012, halaman 25)

3.2.4. Kombinasi Sistem Perangkai

Menentukan sistem struktur dan parameter struktur berdasarkan kategori desain seismik. Faktor R , C_d , dan Ω_o untuk sistem penahan gaya gempa ditentukan berdasarkan Tabel 9 SNI 1726:2012 halaman 34-37.

3.2.5. Faktor Keutamaan I_e

Faktor keutamaan berdasarkan kategori risiko sebagai berikut:

Tabel 3.5. Faktor Keutamaan Gempa

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

(dikutip dari Tabel 2-SNI 1726:2012, halaman 15)

3.2.6. Periode Fundamental

Nilai koefisien C_u diambil sebagai berikut:

Tabel 3.6. 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
$< 0,1$	1,7

(dikutip dari Tabel 14-SNI 1726:2012, halaman 56)

Nilai koefisien C_t dan x diambil sebagai berikut:

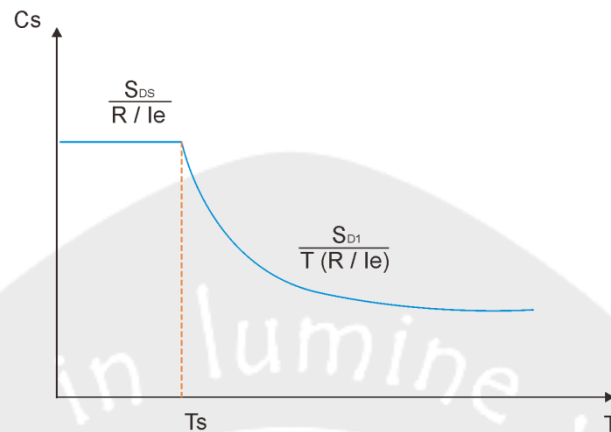
Tabel 3.7. Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

(dikutip dari Tabel 15-SNI 1726:2012, halaman 56)

3.2.7. Faktor Respons Gempa

Kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu pada Gambar 2 SNI 1726:2012, halaman 31.



Gambar 3.1. Spektrum Respons Desain

3.2.8. Berat Efektif Bangunan Dan Gaya Geser

Beban geser nominal statik ekuivalen yang terjadi di tingkat dasar dihitung dengan persamaan:

$$V = C_s W \quad (3-7)$$

Notasi: C_s = koefisien respons gempa

W = berat seismik efektif bangunan.

3.3. Perancangan Struktur

3.3.1. Perancangan Pelat

Dikenal ada dua jenis pelat: pelat satu arah dan pelat dua arah.

Pelat Satu Arah

Pelat satu arah adalah pelat yang ditumpu pada kedua sisi yang berhadapan, sehingga lenturan yang terjadi dalam satu arah.

Pelat Dua Arah

Pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu keempat sisinya, sehingga lenturan terjadi dalam dua arah. Momen lentur terjadi pada 2 arah, yaitu arah x dan arah y. Arah sisi pendek diberi notasi l_x dan arah panjang diberi notasi l_y .

Untuk pelat dua arah, hitungan disederhanakan:

Bila $l_y / l_x < 2$ maka menggunakan tabel;

Bila $l_y / l_x \geq 2$ maka dapat dihitung sebagai struktur pelat dua arah (dengan tabel) atau dianggap sebagai struktur pelat satu arah dengan lenturan utama pada sisi yang terpendek.

Tinggi Minimum Pelat Satu Arah

Tabel 3.8 Tebal Minimum Pelat Satu Arah Bila Lenturan Tidak Dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar.			
Pelat masif satu-arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Balok atau pelat rusuk satu arah	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/18$

(Dikutip dari Tabel 9.5(a) SNI 2847:2013 halaman 70)

Tulangan susut dan suhu

Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:

a. Batang tulangan ulir mutu 280 atau 350, $A_{s \text{ min}} = 0,002 b h$ (3-8)

b. Batang tulangan ulir mutu 420, $A_{s \text{ min}} = 0,0018 b h$ (3-9)

c. Batang tulangan ulir mutu > 420 , $A_{s \text{ min}} = b h$ (3-10)

Spasi tulangan utama, dipilih nilai yang terkecil dari:

a. $s \leq 3 h$ (h = tebal pelat)

b. $s \leq 450$ mm.

Spasi tulangan susut dan suhu, dipilih nilai yang terkecil dari:

c. $s \leq 5 h$ (h = tebal pelat)

d. $s \leq 450$ mm.

3.3.2. Perancangan Balok

Langkah-langkah perancangan balok sebagai berikut:

1. Menentukan f'_c dan f_y tulangan baja yang akan digunakan.

2. $\rho = 0,01$

3. Menghitung $R_n = \rho f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$ (3-11)

4. Menghitung momen akibat beban terfaktor, M_u

Diperkirakan momen akibat berat sendiri balok adalah 10% - 20%
momen beban total.

5. Menentukan kombinasi b_w dan d

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0,9 R_n b_w}} \quad (3-12)$$

6. Menentukan nilai h (pembulatan keatas kelipatan 50 mm) dengan:
 - a. Tinggi balok minimum yang disyaratkan agar lendutan tidak diperiksa.
 - b. Bila $h_{\text{aktual}} < h_{\text{min}}$ balok, lendutan perlu diperiksa sesuai dengan tabel 9.5(a) SNI 2847:2013.
 - c. $b_w \geq 0,3 h$ atau $b_w \geq 250 \text{ mm}$ (Pasal 21.5.1.3 SNI 2847:2013).
7. Menghitung kembali M_u dengan memasukkan berat sendiri balok, didapat M_u baru
8. Menentukan tulangan lentur dan geser

a. Tulangan Lentur

Berdasarkan pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013 Kekuatan momen positif pada muka join harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif (pada daerah desak tumpuan $M_u = 0,5 M_u$ baru). Kekuatan momen negatif atau positif pada sebarang penampang sepanjang panjang komponen struktur tidak boleh kurang dari seperempat kekuatan momen maksimum yang disediakan (pada daerah tarik maupun desak lapangan $M_u = 0,25 M_u$ baru).

$$R_n \text{ perlu} = \frac{M_u \text{ baru}}{0,9 b_w d^2} \quad (3-13)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0,85 f'_c}} \right) \quad (3-14)$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{atau} \quad \rho_{\text{min}} = \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

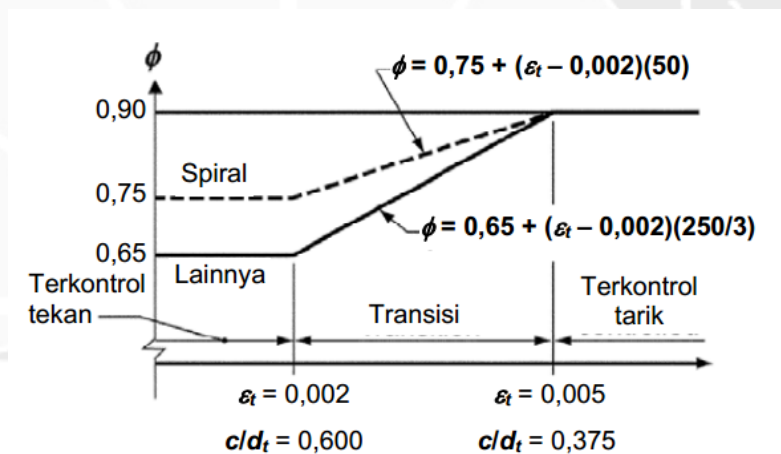
untuk balok: $\rho \leq 0,025$. Paling sedikit dua batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah (pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013).

$$\text{Luas tulangan yang diperlukan } A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} b_w d \quad (3-15)$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{\text{luas 1 tulangan}} \quad (\text{pembulatan ke atas}) \quad (3-16)$$

$$\text{Menentukan } a \text{ dan } c: a = \frac{A_s f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_w} \quad \text{dan} \quad c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$\text{Menghitung } \varepsilon_t = 0,003 \left(\frac{d_t - c}{c} \right) \quad (3-17)$$



Gambar 3.2. variasi ϕ

(dikutip dari pasal 9.3 SNI 2847:2013)

Memeriksa syarat ΦM_n (momen desain) $\geq M_u$ baru (momen terfaktor)

b. Tulangan geser:

Pasal 21.5.4.1 SNI 2847:2013 menyatakan bahwa gaya geser desain, V_e , harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka join. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin, M_{pr} , bekerja pada muka-muka join dan

bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi *tributary area* terfaktor sepanjang bentangnya.

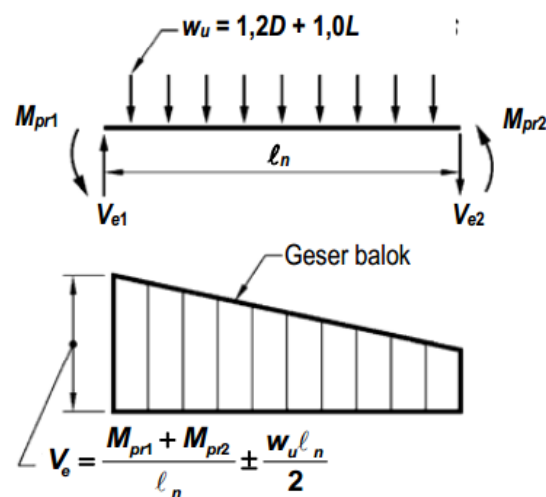
Nilai kuat lentur maksimum tulangan:

$$M_{pr} = A_s 1,25 f_y \left(d - 0,59 \frac{A_s 1,25 f_y}{f'_c b_w} \right) \quad (3-18)$$

Dengan M_{pr} = kuat lentur maksimum tulangan

Gaya geser akibat gempa dihitung dengan persamaan:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u l_n}{2} \quad (3-19)$$



Gambar 3.3 Gaya Geser Desain

(Dikutip dari: Pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013)

Pasal 21.6.5.2 SNI 2847:2013 menyatakan bahwa pada daerah sendi plastis, $V_c = 0$ bila keduanya terjadi:

- Gaya geser ditimbulkan gempa, yang dihitung mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam l_o .
- Gaya tekan aksial terfaktor, $P_u < A_g f'_c / 10$

Jika kontribusi geser dari beton $V_c \neq 0$, pasal 11.2.1.1 SNI 2847:2013 menetapkan kuat geser beton untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur sebagai berikut:

$$V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3-20)$$

dengan $\lambda = 1$ untuk beton normal.

Kuat geser nominal yang harus ditahan oleh tulangan geser dihitung dengan persamaan:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3-21)$$

$$\text{dengan nilai } V_{s \text{ maks}} = \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3-22)$$

Spasi tulangan geser sesuai pasal 11.4.7.2 SNI 2847:2013 dihitung dengan persamaan:

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (3-23)$$

menurut pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013, sengkang tertutup pertama harus ditempatkan ≤ 50 mm dari muka komponen struktur. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari:

- a. $d/4$
- b. 6 kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama
- c. 150 mm

Menurut pasal 11.4.5.1 SNI 2847:2013, pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang kait gempa pada dua ujungnya harus dipasang dengan spasi $\leq d/2$.

3.3.3. Perancangan Kolom

Estimasi dimensi kolom ditentukan berdasarkan beban aksial yang bekerja diatas kolom tersebut. Beban yang bekerja meliputi beban mati dan hidup balok, pelat, serta berat dari lantai di atas kolom tersebut. Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan sengkang berdasarkan pasal 10.3.6.2 SNI 2847:2013:

$$\Phi P_{n(\max)} = 0,8 \Phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (3-24)$$

Dengan nilai $\Phi = 0,65$

Kelangsingan kolom

Berdasarkan pasal 10.10.1 SNI 2847:2013 untuk komponen struktur tekan yang bergoyang, pengaruh kelangsingan boleh diabaikan jika:

$$\frac{k l_u}{r} \leq 22 \quad (3-25)$$

Kuat lentur

Kuat lentur yang dirancang harus memiliki kekuatan untuk menahan momen balok yang bekerja pada kedua arah. Momen minimal dirancang minimum 20% lebih besar dibanding momen balok di suatu hubungan balok-kolom untuk mencegah terjadinya leleh pada kolom yang di desain sebagai komponen pemikul beban lateral. Pada pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013, terdapat persamaan:

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb} \quad (3-26)$$

ΣM_{nc} adalah jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya-gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah

gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

ΣM_{nb} adalah jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, dimana slab dalam kondisi tarik akibat momen-momen dimuka joint, tulangan slab dalam lebar slab efektif diasumsikan menyumbang kepada M_{nb} jika tulangan slab disalurkan pada penampang kritis untuk lentur.

Gaya geser rencana

Berdasarkan pasal 21.5.4.1 SNI 2847:2013 Gaya geser desain, V_e , harus ditentukan dari kuat momen maksimum M_{pr} dari setiap ujung komponen struktur yang bertemu di hubungan balok-kolom.

Menurut pasal 11.1 SNI 2847:2013 tentang perencanaan penampang geser harus memenuhi:

$$\Phi V_n \geq V_u \quad (3-27)$$

Dimana V_u adalah gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau dan V_n adalah kekuatan geser nominal yang dihitung dengan:

$$V_n = V_c + V_s \quad (3-28)$$

Dimana V_c adalah kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton dan V_s adalah kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser.

Sesuai pasal 11.2.1.2 SNI 2847:2013, kuat geser yang disediakan oleh beton untuk komponen struktur yang dikenai beban aksial sebagai berikut:

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{Nu}{14 A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3-29)$$

dan

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad (3-30)$$

Tulangan Transversal Kolom

Ujung-ujung kolom perlu cukup pengekanan untuk menjamin daktilitasnya bila terjadi pembentukan sendi plastis. Berdasarkan pasal 21.6.4.4 SNI 2847:2013, luas penampang total tulangan sengkang persegi ditentukan:

$$A_{sh} = 0,3 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (3-31)$$

$$A_{sh} = 0,09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \quad (3-32)$$

Berdasarkan pasal 21.6.4.3 SNI 2847:2013, spasi tulangan transversal sepanjang l_o komponen struktur tidak boleh melebihi yang terkecil dari:

- a. $\frac{1}{4}$ dimensi komponen struktur minimum;
- b. Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil;
- c. $s_0 = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$

Dengan $100 \text{ mm} \leq s_0 \leq 150 \text{ mm}$.

3.3.4. Hubungan Balok-Kolom

Faktor penting dalam menentukan kuat geser nominal hubungan balok-kolom adalah luas efektif dari hubungan balok-kolom. Sesuai pasal 21.7.4.1 SNI 2847:2013, untuk hubungan balok-kolom yang dikekang oleh balok di keempat sisinya, kuat geser nominalnya adalah sebesar $1,7\sqrt{f'_c} A_s$ dan balok-kolom yang terkekang di dua muka yang berlawanan, kuat geser nominalnya adalah $1,2\sqrt{f'_c} A_s$.

3.3.5. Perancangan Tangga

1. Menentukan denah ruang tangga beserta bagiannya (lebar bordes, tinggi optrede, antrede, dan sudut kemiringan tangga).
2. Menghitung rencana penulangan tangga berdasarkan hasil perhitungan dari rencana beban tangga.

