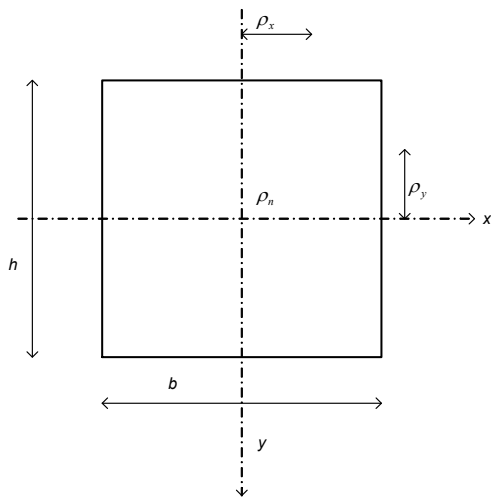


Kolom

Lentur dalam 2 Arah + Normal Tekan (*Bi-Axial Bending & Compression*)

Tinjau gambar berikut

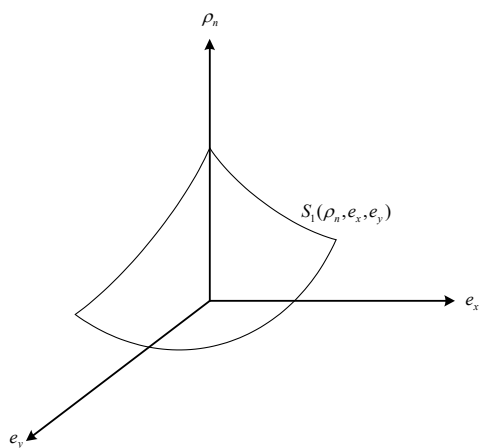


Momen yang bekerja

$$Mn_x = \rho_n \cdot e_y$$

$$Mn_y = \rho_n \cdot e_x$$

Bidang Keruntuhan (*Failure Surface*)



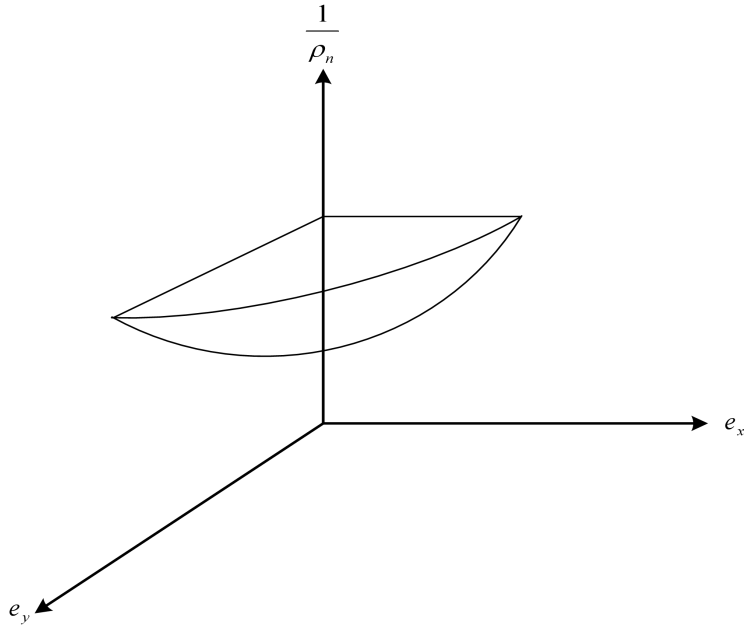
Konsep dikemukakan Bressler dan Pamell
Kekuatan nominal batas penampang
tergantung ρ_n , Mn_x , Mn_y dinyatakan dalam
 ρ_n yang bekerja pada eksentrisitas

$$e_y = \frac{Mn_x}{\rho_n} \quad e_x = \frac{Mn_y}{\rho_n}$$

Tipe lain "Failure Surface"

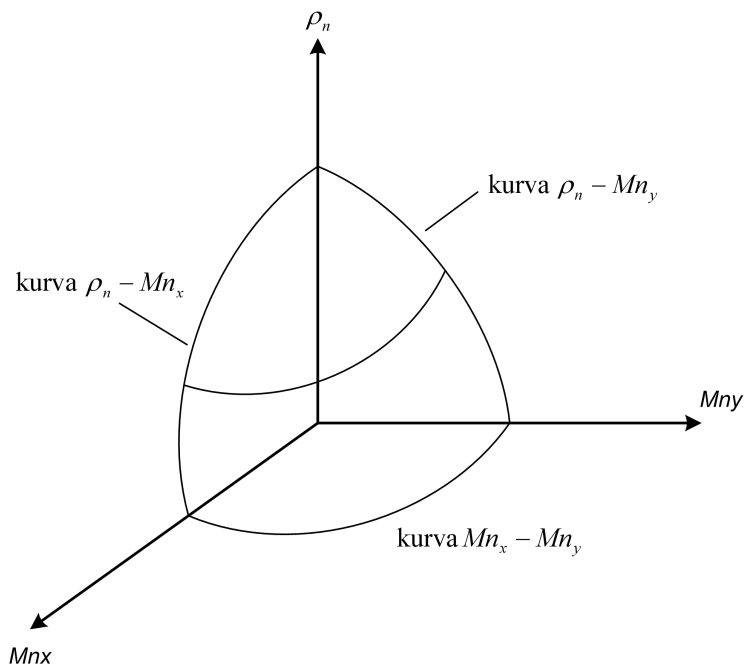
Salib sumbunya $\frac{1}{\rho_n}; e_x, e_y$

Salib sumbunya $\frac{1}{\rho_n}; e_x, e_y$

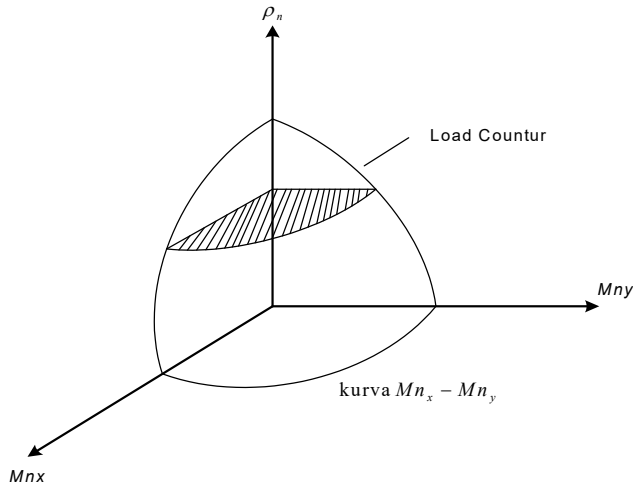


Salib sumbunya $\rho_n; Mn_x, Mn_y$

Salib sumbunya ρ_n, Mn_x, Mn_y



Load Contour Method, Bressler Approach



Persamaan *Load Contour*

$$\left(\frac{Mn_x}{Mo_x}\right)^{\alpha_1} + \left(\frac{Mn_y}{Mo_y}\right)^{\alpha_2} = 1$$

$$Mn_x = \rho_n \cdot e_y, \quad Mn_y = \rho_n \cdot e_x$$

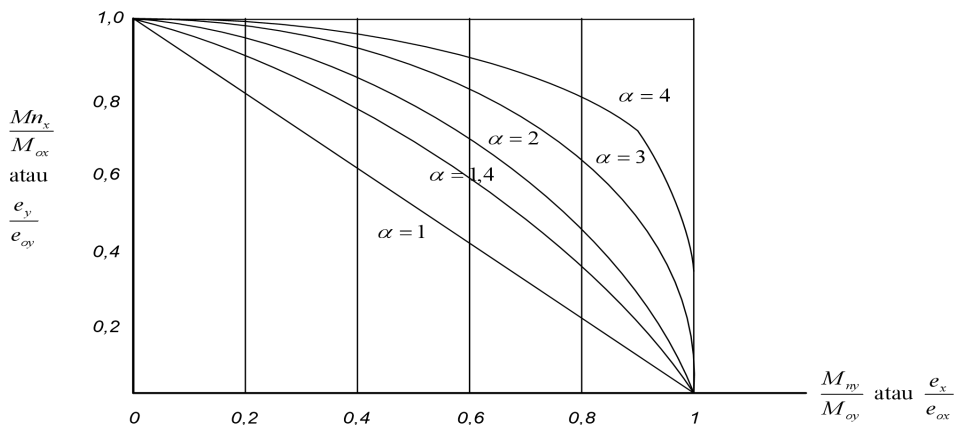
$Mo_x = Mn_x$ pada harga ρ_n jika $Mn_y = 0, e_x = 0$

$Mo_y = Mn_y$ pada harga ρ_n jika $Mn_x = 0$ atau $e_y = 0$

Koefisien α_1 dan α_2 tergantung ukuran penampang, luas tulangan, kuat beton baja, tebal selimut

$$\alpha_1 \circ \alpha_2 = \alpha$$

Untuk harga α diambil dari Fig. 13.23.8 “*Reinforced Concrete Design*” by Chu K Wang & Salmon

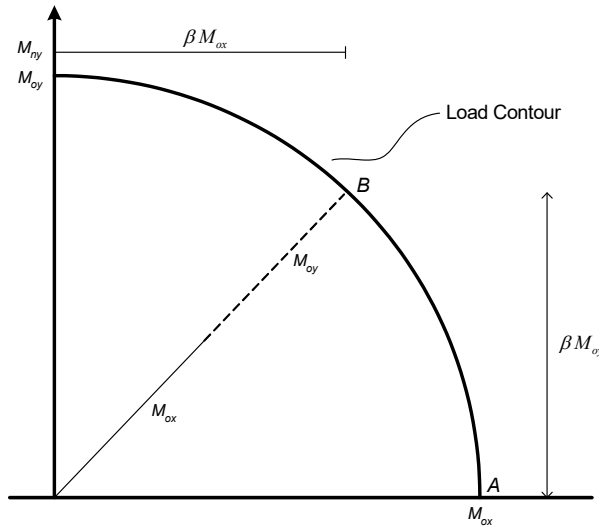


Harga berkisar antara 1,15 sampai dengan 1,55 untuk penampang persegi dan diambil = 1,5.

Harga berkisar antara 1,5 sampai dengan 2 untuk penampang bujur sangkar.

Load Contour Method, Parme Approach

Load contour dari Bressler digambarkan pada bid. $Mn_x - Mn_y$



Pada cara ini, titik B ditentukan sedemikian sehingga

$$Mn_y = Mo_y$$

$$Mn_x = mo_x$$

$$Mn_x = \beta Mo_x$$

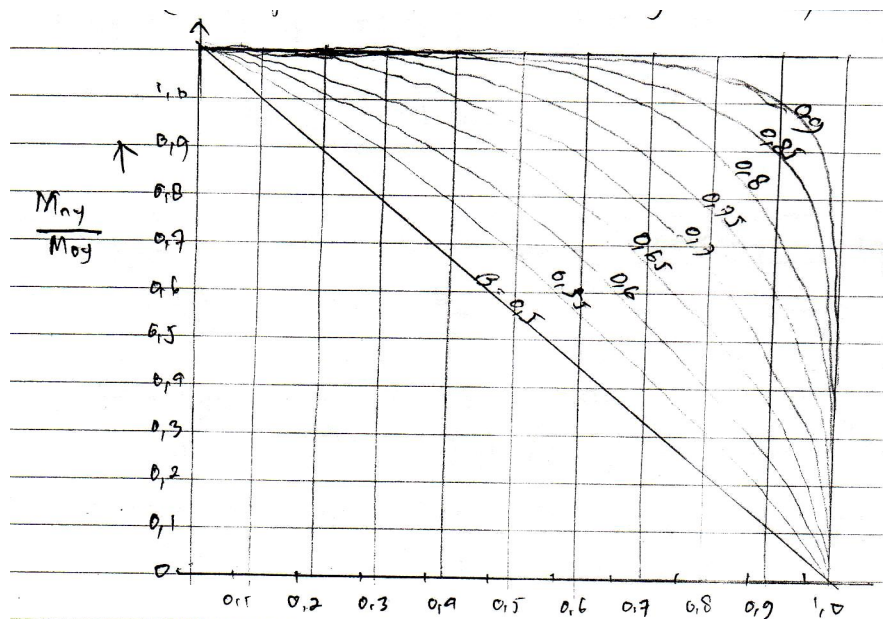
$$Mn_y = \beta Mo_y$$

Harga β tergantung penampang dan jenis bahan juga $\frac{\rho n}{\rho o}$

$\beta = 0,55$ sampai dengan $0,7$ untuk perencanaan diambil $0,65$

Harga β dapat dilihat pada Fig 13.23.12

(Reinforced Concrete Design) by CKW & Salmon

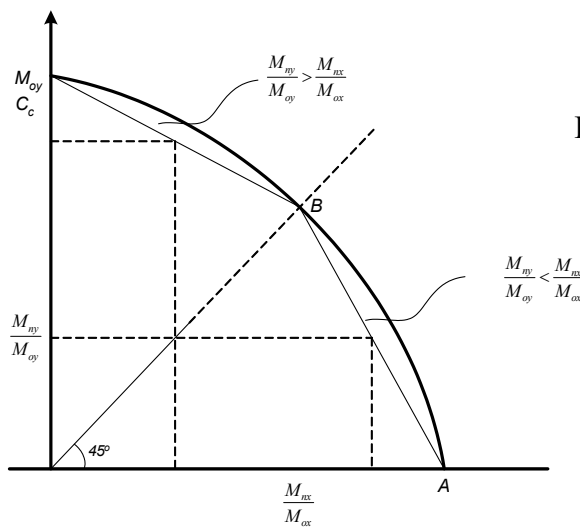


Hubungan momen lentur biaxial $\frac{Mn_x}{Mo_x}$

$$\text{Hubungan } \alpha \text{ dan } \beta \rightarrow \left(\frac{\beta Mox}{Mox} \right)^\alpha + \left(\frac{\beta Moy}{Moy} \right)^\alpha = 1$$

$$\beta^\alpha = 1 \rightarrow \beta^\alpha = 0,5, \quad \alpha \log \beta = \log 0,5, \quad \alpha = \frac{\log 0,5}{\log \beta}$$

$$\text{didapat } \left(\frac{Mn_x}{Mo_x} \right)^{\frac{\log 0,5}{\log \alpha}} + \left(\frac{Mn_y}{Mo_y} \right)^{\frac{\log 0,5}{\log \alpha}} = 1$$



$$BC = \frac{Mn_y - Mo_y}{\beta Mo_y - Mo_y} = \frac{Mn_x - Mo_x}{\beta Mo_x - Mo_x}$$

Dimana $Mo_x = 0$

$$\frac{Mn_x}{Mo_x} = \beta \frac{Mn_y - Mo_y}{Mo_y (1 - \beta)}$$

$$\frac{Mn_x (1 - \beta)}{Mo_x \beta} = \frac{Mn_y - Mo_y}{Mo_y}$$

$$\text{Jika } \frac{Mn_y}{Mo_y} < \frac{Mn_x}{Mo_x} \quad \text{persamaan Garis BC} = \frac{Mn_y}{Mo_y} + \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right) \frac{Mn_x}{Mo_x} = 1 \quad (*)$$

$$\frac{Mn_y}{Mo_y} < \frac{Mn_x}{Mo_x} \quad \text{persamaan Garis AB} = \frac{Mn_x}{Mo_x} + \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right) \frac{Mn_y}{Mo_y} = 1 \quad (**)$$

Persamaan (*) dan (**) dapat dituliskan

$$Mn_y + Mn_x \left(\frac{Mo_y}{Mo_x} \right) \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right) = Mo_y \quad \left(\text{untuk } \frac{Mn_y}{Mn_x} \geq \frac{Mo_y}{Mo_x} \right)$$

$$Mn_x + Mn_y \left(\frac{Mo_x}{Mo_y} \right) \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right) = Mo_x \quad \left(\text{untuk } \frac{Mn_y}{Mn_x} \geq \frac{Mo_y}{Mo_x} \right)$$

Khusus untuk penampang persegi yang ditulangi ke-4 sisinya

$$\frac{Mo_y}{Mo_x} \approx \frac{b}{h}$$

Sehingga persamaan tersebut menjadi

$$Mn_y + Mn_x \left(\frac{b}{h} \right) \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \approx Mo_y \quad \left(\text{untuk } \frac{Mn_y}{Mn_x} \geq \frac{b}{h} \right)$$

$$Mn_x + Mn_y \left(\frac{b}{h} \right) \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \approx Mo_x \quad \left(\text{untuk } \frac{Mn_y}{Mn_x} \geq \frac{b}{h} \right)$$

Diketahui penampang persegi memikul :

Normal akibat $D_L = 50t$ momen akibat $D_L Mx = 30tm; My = 12tm$

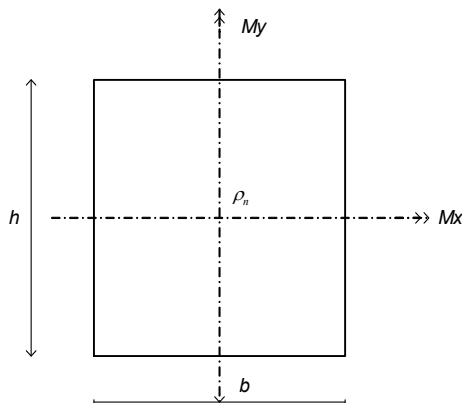
$L_L = 40t$ $L_L Mx = 40tm; My = 10tm$

Mutu beton K300, baja U39

Tentukan ukuran kolom dan penulangannya, lalu *check* terhadap *biaxial bending*?

Jawab:

~ Menentukan kekuatan nominal yang diperlukan



$$\phi = \dots\dots$$

$$\rho_n = \frac{\rho_u}{\phi} = \frac{1,2 \cdot 50 + 1,6 \cdot 40}{0,65} = 190,769 \text{ ton}$$

$$Mn_x = \frac{Mu_x}{\phi} = \frac{1,2 \cdot 30 + 1,6 \cdot 40}{0,65} = 153,846 \text{ ton}$$

$$Mn_y = \frac{1,2 \cdot 12 + 1,6 \cdot 10}{0,65} = 46,769 \text{ ton}$$

Taksir harga $\beta = 0,65$

~ Menentukan M_{o_x}

Karena $M_{n_y} < M_{n_x}$

$$M_{o_x} \approx M_{n_x} + M_{n_y} \left(\frac{h}{b} \right) \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \text{ dimana } \frac{h}{b} \approx \frac{M_{n_x}}{M_{n_y}} \rightarrow \approx \frac{153,846}{48,769} = 3,298$$

$$M_{o_x} \approx 153,846 + 46,769 \cdot 3,289 \left(\frac{1-0,65}{0,65} \right) = 236,686 \text{ tm}$$

~ Menentukan ukuran kolom

Ukuran kolom dalam keadaan seimbang

$$X_b = \frac{0,003}{0,003 + \frac{390}{2.105}} \cdot d = 0,61d$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= Cc + Cs - T = Cc \quad (\text{luas tulangan tarik diambil} = \text{luas tulangan tekan}) \\ &= 0,85fc' \cdot b \cdot \beta_1 X_b \\ &= 0,85 \cdot (0,83 \cdot 300) \cdot b \cdot 0,85 \cdot (0,61d) = 109,741 \text{ bd} \end{aligned}$$

anggap $\rho_b = \rho_n = 190,769 \text{ ton}$

$$\text{didapat } bd = \frac{190,769 \cdot 10^3}{109,741} = 1738,364 \text{ cm}^2$$

Selimut beton diambil = 15%h.

$$b \cdot 0,85h = 1738,369 \text{ cm}^2 \rightarrow bh = 2045,14 \text{ cm}^2$$

$$b \cdot (3,25b) = 2045,14 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{maka } b = 25,085 \text{ cm}; h = 51,527 \text{ cm}$$

Coba ukuran 25/80 untuk keadaan seimbang ini.

Ukuran kolom disesuaikan dengan keadaan “*under reinforced*” atau “*over reinforced*” yang diderita kolom:

- o Jika A_g diperoleh $> A_g$ (balance) \rightarrow tercapai *under reinforced*

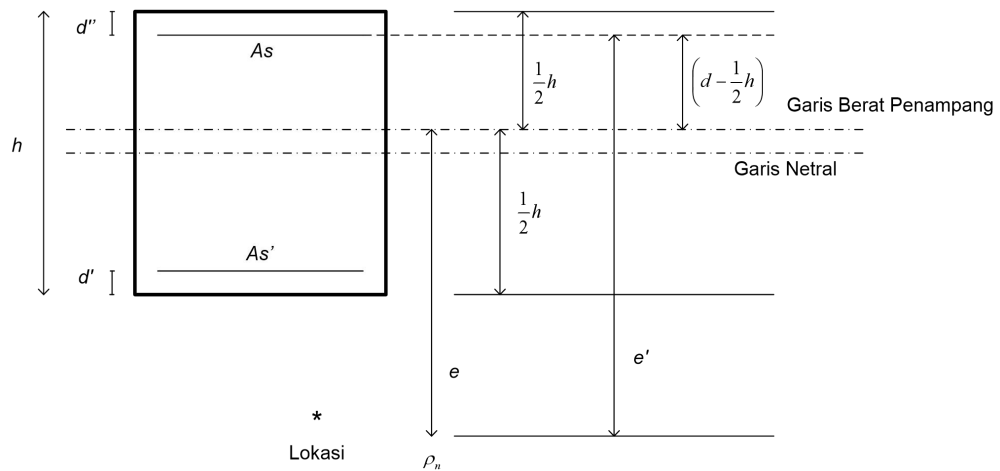
Untuk keadaan *under reinforced*

$$\rho_n = 0,85 \cdot fc' \cdot b \cdot d \left(-\rho + 1 - \frac{e'}{d} + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2\rho \left\{ (m-1) \left(1 - \frac{d'}{d}\right) + \left(\frac{e'}{d}\right) \right\}} \right)$$

- o Jika A_g diperoleh $< A_g$ (keadaan *balance*) \rightarrow tercapai *over reinforced*

Untuk keadaan *over reinforced*

$$\rho_n = \frac{bh \cdot fc'}{\frac{3he}{d^2} + 1,1\delta} + \frac{As' \cdot fy}{\frac{e}{d-d'} + 0,5}$$



e = Jarak ρ_n terhadap garis berat penampang

$A_s' =$ Luas tulangan tekan = A_s (tulangan tarik)

$\rho = A_s/bh$

$e' = d - \frac{1}{2}h + e$

$$m = \frac{fy}{0,85 fc'}$$

Menentukan ukuran kolom dalam keadaan *under reinforced*

$A_g > A_g$ *balance*

Dicoba $\rho_{total} = 4\%$ dipasang pada 2 sisi, $\rho = 0,02$

$$\frac{e'}{d} = d - \frac{1}{2}h + e \quad ey = \frac{Mo_x}{\rho_n} = \frac{236,686}{190,769} = 1,241 \text{ m}$$

$$\frac{e'}{d} = \frac{75 - 40 + 124,1}{75} = 2,121$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{0,10h}{0,70h} = 0,111 \quad m = \frac{fy}{0,85 fc'} = \frac{3900}{0,85(0,83 \cdot 300)} = 18,43$$

$$\rho_n = 0,85 (0,83 \cdot 300) b \cdot d \cdot (-0,02 + (1 - 2,121) + \sqrt{(1 - 2,121)^2 + 2 \cdot 0,02 \cdot ((18,43 - 1)(1 - 0,171) + 2,121)})$$

$$= 0,85 f_c' b \cdot d \left(-\rho + 1 - \frac{e'}{d} + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2\rho \left\{ (m - 1) \left(1 - \frac{d'}{d}\right) + \left(\frac{e'}{d}\right) \right\}} \right)$$

$$\rho_n = 54,91bd$$

$$bd = \frac{190769}{54,91} = 3473,89$$

Jika $b = 30$, $d = 115,8$ cm, $h = 120$ cm

- Rencanakan kolom pendek dengan pengikat jika diketahui dari analisis

$$\text{Beban mati total} = 1300 \text{ kN}$$

$$\text{Beban hidup total} = 1100 \text{ kN}$$

$$\text{Momen} = 56 \text{ kNm (beban hidup)}$$

$$f_c' = 30 \text{ mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ mpa}$$

Penyelesaian:

$$\text{Dicoba } \rho = 3\%$$

$$\rho_{ult} = 1,2 \cdot 1300 + 1,6 \cdot 1100 = 3320 \text{ kN}$$

$$Mu = 1,6 \cdot 56 = 89,6 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{Mu}{\rho_u} = 0,027 \text{ m}$$

$$\rho_o = 0,85 f_c' (Ag - Ast) + f_y \cdot Ast \rightarrow \rho_g = \frac{Ast}{Ag}$$

$$= 0,85 f_c' (Ag - \rho_g Ag) + f_y \rho_g Ag$$

$$= Ag \{ 0,85 f_c' (1 - \rho_g) + f_y \rho_g \}$$

$$\rho_n \text{ max} = 0,8 \rho_o = \frac{\rho_u}{\phi} \text{ untuk kolom dengan pengikat}$$

$$\rho_u = \phi 0,8 \rho_o = \phi 0,8 Ag \{ 0,85 f_c' (1 - \rho_g) + f_y \rho_g \}$$

$$3320000 = 0,65 Ag \cdot 0,8 \{ 0,85 \cdot 20 (1 - 0,03) + 400 \cdot 0,03 \}$$

$$Ag = \frac{332 \cdot 10^3}{0,52 \cdot 36,735} = 173802 \text{ mm}^2 \rightarrow h = 416,896 \text{ mm}$$

$$\text{dicoba ukuran} = 45 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \rightarrow Ag = 202500 \text{ mm}^2 = 0,025 \text{ m}^2$$

$$\rho_n \text{ max} = 0,8 \rho_o = \frac{\rho_u}{\phi} = \frac{3320}{0,65} = 5107,69 \text{ kN}$$

$$\rho_o = \frac{5107,69}{0,8} = 6385 \text{ kN}$$

Penulangan

$$\rho o = 0,85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}$$

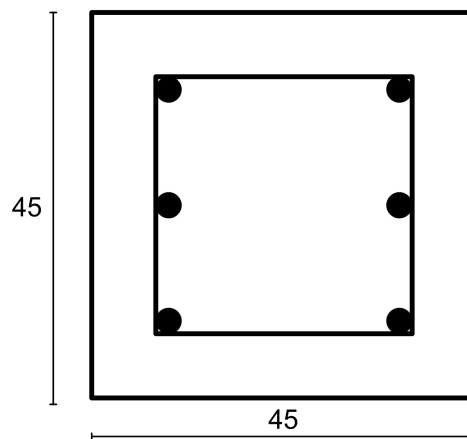
$$6385 \cdot 10^3 = 0,85 \cdot 30(202500 - A_{st}) + 400 A_{st}$$

$$A_{st} = \frac{(6385 \cdot 10^3 - 5163750)}{374,5} = 3261 \text{ mm}^2$$

Dipakai 6 ϕ 28 \rightarrow $A_s = 3694,5 \text{ mm}^2$

$$\rho = 0,027 \text{ m}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0,027}{0,45} = 0,06 < 1, \quad \text{kolom konsentris}$$



- Perhitungan desain dengan menggunakan tabel-tabel

Perhitungan tulangan terhadap beban-beban yang diberikan (momen dan beban aksial) pada suatu penampang.

Pembagian tulangan pada penampang persegi dapat dilakukan dengan 2 cara :

- Tulangan dipasang simetris pada dua sisi penampang, tegak lurus terhadap arah lentur dan $A_s = A_{s'} = 0,5 A_{st}$.
- Tulangan dibagi sama rata pada sisi-sisi penampang dengan $A_s = A_{s'} = A_{s_{kl}} = A_{s_{ka}} = 0,25 A_{st}$.

Penggunaan grafik disarankan untuk penulangan, pada seluruh sisi dengan eksentrisitas pendek, berarti beban aksial relatif besar dan beban momen relatif kecil. Penulangan pada dua sisi terutama digunakan pada beban momen lentur yang relatif besar dan beban aksial yang relatif kecil.

- ✓ Pada sumbu vertikal dinyatakan dengan nilai $= \frac{\rho_u}{\phi Agr.0,85 fc'}$
- ✓ Pada sumbu horisontal dinyatakan dengan nilai $= \frac{\rho_u}{\phi Agr.0,85 fc'} \left(\frac{At}{h} \right)$ dalam e_m telah diperhitungkan eksentrisitas $e_E \frac{M_u}{\rho_u}$.

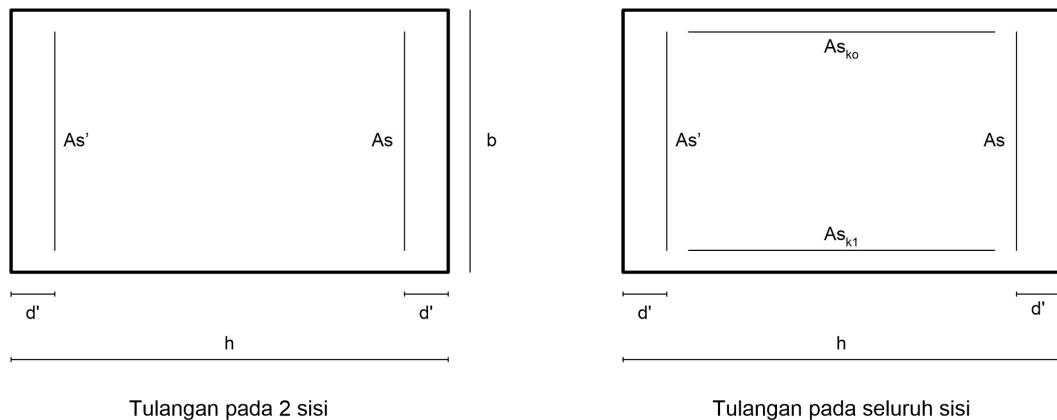
Besaran pada kedua sumbu dapat dihitung dan ditentukan, suatu nilai r dapat dibaca. Penulangan yang diperlukan adalah Br , dengan tergantung β mutu beton yang sesuai.

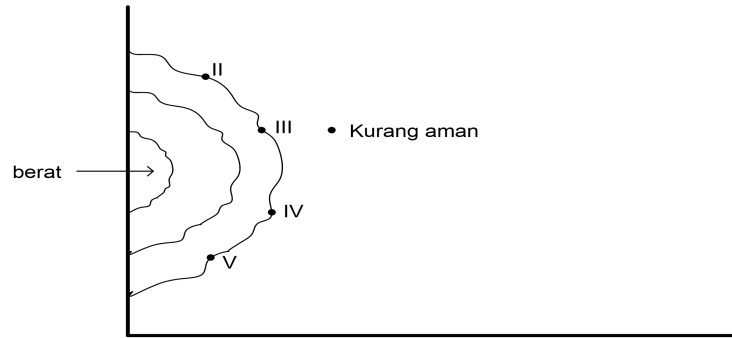
Contoh grafik “Buku Grafik dan Tabel Perencanaan Beton Bentuk Tabel G”.

Menurut SKSNI Psl 3.2.3.22 (1991) untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan.

$$\phi = 0,05 \text{ untuk harga } \rho_u < 0,1 Agr.fc'$$

Untuk harga $\rho_u = 0$ nilai ϕ ditingkatkan secara linier menjadi $\phi = 0,8$ tempat pergantian ϕ dinyatakan dalam grafik sebagai ϕ_{201} .





$$f_c' = 35 \text{ mpa} \rightarrow 0,85 \text{ menjadi } 0,81$$

$$\phi \rho_u < 0,1 \text{ Agr } 0,85 f_c' \rightarrow \phi \text{ utc } 0,8$$

$$\frac{\phi \rho_u}{\text{Agr} \cdot 0,85 f_c'} < 0,1 \rightarrow \phi \text{ utc } 0,8$$

Faktor reduksi kolom

$$\phi \quad 0,65 \rightarrow \text{sengkang}$$

$$\phi \quad 0,7 \rightarrow \text{spiral}$$

$$\text{Ordinat } \frac{\phi \rho_u}{\text{Agr} \cdot 0,85 f_c'}$$

$$\text{Absis } \frac{\phi \rho_u}{\text{Agr} \cdot 0,85 f_c'} \frac{e_t}{h}$$

Contoh :

Sebuah kolom dengan ukuran $b \times h$

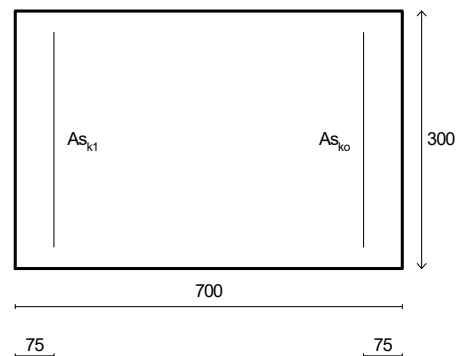
$$300 \times 500 \text{ mm}^2 \text{ (} 30 \times 50 \text{ cm}^2\text{)}$$

Kolom diberi beban aksial $\rho_u = 800 \text{ kN}$

dan beban momen $M_u = 240 \text{ kNm}$

mutu beton $f_c' = 25 \text{ mpa}$ (250 kg/cm²)

$$f_y = 400 \text{ mpa} \text{ (} 4000 \text{ kg/cm}^2\text{)}$$



Tentukan tulangan yang diperlukan dengan bantuan tabel

Perhitungan

$$\rho_u = 800 \text{ kN} = 8000 \text{ N}$$

$$Agr = 300 \times 500 = 150000 \text{ mm}^2$$

$$f_c' = 25 \text{ mpa}$$

$$\left(\frac{\rho_u}{\phi Agr \cdot 0,85 f_c'} \right) = \frac{800000}{0,65 \cdot 150000 \cdot 0,85 \cdot 25} = 0,386 > 0,1 \quad \text{Nilai } \phi \text{ tetap } 0,65$$

$$e_t = \frac{M_u}{\rho_u} = \frac{240}{800} = 0,3 \text{ m} = 300 \text{ mm}, \quad \frac{e_t}{h} = \frac{300}{500} = 0,6$$

$$\left(\frac{\rho_u}{\phi Agr \cdot 0,85 f_c'} \right) \left(\frac{e_t}{h} \right) = 0,386 \cdot 0,6 = 0,232$$

$$\text{Dianggap } \frac{d'}{h} = 0,15$$

Menurut grafik Gbr ... (Buku Grafik & Tabel Perhitungan ...)

$$\text{Didapat } r = 0,0175; \beta = 1,0; \rho = 0,0175$$

$$A_{Stot} = \rho Agr = 0,0175 \cdot 150000 = 2625 \text{ mm}^2 \text{ (} 26 \text{ cm}^2\text{)}$$

yang memadai

$$A_{Sk_r} = A_{Sk_n} = 2 \phi 25 + 1 \phi 12 = 1362 \text{ mm}^2/\text{per sisi}$$

Kolom dengan Pengaku

Yaitu kolom ujung atas (kepala) dan kolom ujung bawah ditahan terhadap goyangan ke samping.

Struktur dikatakan struktur dengan pengaku "*braced frame*" bila dalam suatu bangunan selain portal terdapat dinding-dinding atau struktur inti, kemudian daya tahan (dinding maupun struktur inti) terhadap gerak *transverse* relatif tinggi dengan portal.

✓ SKSNI Pasal 3.3-10

Perhitungan perencanaan komponen struktur terhadap momen dan beban tekan aksial, harus diperhitungkan dengan pengaruh kekakuan maupun lendutan serta momen dan gaya-gaya pada komponen struktur.

- ✓ SKSNI Pasal 3.3-11 memberi beberapa syarat agar pengaruh tersebut diperhitungkan dengan pendekatan yang mencukupi. Di dalam menentukan beban yang diijinkan, pada kolom harus diperhitungkan terhadap 2 buah faktor.
 1. Kemungkinan terhadap keruntuhan tekuk kolom (berkaitan dengan kelangsingan)
 2. Pengaruh sambungan antara komponen struktur (ikut menentukan beban yang diijinkan)

~ Beban kritis atau beban tekuk

Dari mekanika telah diketahui

$$\rho_c = \frac{\pi^2 El}{L_c^2} \quad \begin{array}{l} \rho_c = \text{beban tekuk} \\ El = \text{kekakuan kolom} \\ L_c = \text{panjang tekuk} \end{array}$$

Untuk struktur pengaku, perbandingan kekakuan balok terhadap kolom lebih dipentingkan daripada keseluruhan kekakuan yang sebenarnya.

Untuk struktur dengan pengaku

$$\sim \text{Kolom} \quad El_k = \frac{\{(E_c \cdot I_g) / 2,5\}}{1 + \beta_d}$$

E_c = modulus elastisitas beton, psl 3.1.5.1 $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$ mpa

I_g = inersia penampang utuh dan ... tak bertulang

$$= \frac{1}{12} bh^3 \text{ untuk kolom berpenampang persegi}$$

β_d = faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati dan beban keseluruhan

$$= \frac{1,2D}{(1,2D + 1,6L)} \quad \text{nilai } \beta_d = 0,2 \text{ s.d. } 1,0$$

$$\sim \text{Balok} \quad EI = \frac{(E_c \cdot I_g / s)}{1 + \beta_d}$$

Panjang tekuk $l_c = kL_u$ (Pasal 3.3-11)

Faktor k , untuk struktur kolom dengan pengaku ≤ 1 bergantung pada tingkat jepitan kolom pada sambungan balok.

Nilai $k = 1$ harus ditetapkan, bila melalui suatu perhitungan tidak menghasilkan nilai yang lain.

Grafik *alignment* (diagram homogram) dimana faktor k merupakan fungsi Ψ .

Ψ merupakan rasio penjumlahan kekakuan kolom dibagi panjang kolom terhadap penjumlahan kekakuan balok dibagi panjang balok.

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{EI_k}{L_k} \right)}{\sum \left(\frac{EI_b}{L_b} \right)}$$

~ Faktor Pembesar

SKSNI pasal 3.311.5 bentuk dari faktor pembesar didapat sebagai berikut :

Pada komponen struktur tekan (kolom) harus diperhitungkan terhadap beban ρ_u dan beban momen yang dibesarkan M_c .

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s}$$

δ_b = faktor pembesar pada struktur rangka dengan pengaku

δ_s = faktor pembesar ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku

M_{2b} = momen kolom terbesar pada struktur rangka dengan pengaku

M_{2s} = momen kolom terbesar akibat goyangan ke samping (struktur rangka tanpa pengaku)

Untuk struktur rangka dengan pengaku

$$M_c = \delta_b M_{2b}$$

Dimana $\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{\rho_u}{\phi \rho_c}}$ dengan $\rho_c = \frac{\pi^2 EI}{(kL_u)^2}$

$$C_m = 0,6 + 0,4 \left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4 \right)$$

Dengan menggunakan faktor C_m , pengaruh momen pada ujung-ujung kolom diperhitungkan dalam faktor pembesar.

M_{1b} = momen terkecil yang dapat terjadi pada kolom

M_{2b} = positif bila momen pada kolom tidak berubah tanda negatif bila momen pada kolom berubah tandanya

Pasal 3.3.11.4 memperkenankan pengabaian hitungan orde-dua, bila syarat ini memadai, yaitu :

$$\frac{kL_u}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \right)$$

$kL_u = Lc$ = panjang tekuk kolom

= radius girasi dalam arah lentur

$r = 0,3h$ (penampang persegi)

$\frac{l_c}{r}$ = kelangsingan kolom

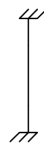





Bila dari suatu perhitungan ditunjukkan bahwa pada kedua ujung kolom tidak terdapat momen, atau eksentrisitas yang didapat kurang dari $(15 + 0,03h)$ mm, maka untuk M_2 yang sangat kecil, harus diperhitungkan suatu eksentrisitas minimum sebesar $(15 + 0,03h)$.

Eksentrisitas minimum ini harus diperhitungkan karena dalam metode hitungan yang dipilih, kelangsingan diperhitungkan dengan momen yang diperbesar pada ujung kolom. Bila besar momen sangat kecil ataupun nol maka akibat faktor pembesar yang diperhitungkan hampir/tidak mempengaruhi.

Akibatnya desain kolom harus berdasar persyaratan eksentrisitas minimum $(15 + 0,03h)$ mm, agar eksentrisitas tak terduga dapat diperhitungkan. Bila momen kolom bagian atas dan bawah harus nol, maka agar dapat menentukan

$$C_m = 0,6 + 0,4 \left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4 \right) \text{ harus memperhitungkan suatu nilai } \left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \right) = 1.$$

Untuk menentukan panjang tekuk kolom dengan pengaku, dapat menggunakan nilai

k	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Skema						

Perencanaan Portal Tanpa Pengaku

Kolom struktur portal tanpa pengaku harus direncanakan terhadap beban aksial ρ_u dan momen M_u , dengan pengaruh-pengaruh faktor pembesar kolom dengan pengaku maupun pengaruh faktor pembesar portal tanpa pengaku, harus diperhitungkan.

Pasal 3.3.11.5 mencantumkan

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{\left(1 - \frac{\rho_u}{\phi \rho_c}\right)} \geq 1,0$$

$$\delta_s = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Sigma \rho_u}{\phi \Sigma \rho_c}\right)} \geq 1,0, \quad \rho_c = \frac{\pi^2 E I_k}{(k L_u)^2}$$

$E I_k$ boleh ditetapkan dengan rumus ...

$E_s = 2.102 \text{ mpa}$, $I I_c =$ inersia tulangan terhadap sumbu pusat penampang

$M_{2b} =$ momen terbesar salah satu ujung kolom akibat pembebanan yang tidak menimbulkan goyangan horizontal

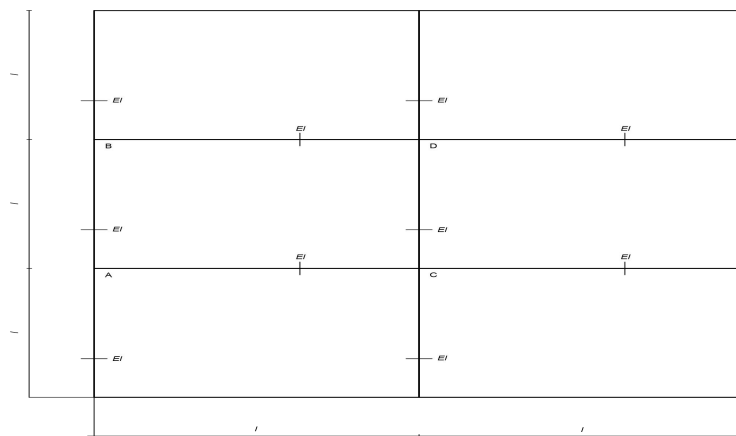
$M_{2s} =$ momen terbesar salah satu ujung kolom akibat pembebanan yang menimbulkan goyangan horizontal

Untuk struktur rangka tanpa pengaku ditetapkan $C_m = 1$

Nilai $k L_u$ dapat diturunkan melalui diagram *alignment*

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E I_k}{L_k} \right)}{\sum \left(\frac{E I_b}{L_b} \right)}$$

Makna dari ψ ditunjukkan lebih lanjut pada Gambar ...



Pada kolom tepi antara A dan B berlaku sebagai berikut :

Kolom bagian atas (titik B)

$$\text{Kekakuan relatif } \psi_B = \frac{\sum \left(\frac{EI_k}{l_k} \right)}{\sum \left(\frac{EI_b}{l_b} \right)} = \frac{\left(\frac{EI_{k3}}{l_{k3}} \right) + \left(\frac{EI_{k2}}{l_{k2}} \right)}{\left(\frac{EI_{b3}}{l_{b1}} \right)}$$

Kolom bagian bawah (titik A)

$$\text{Kekakuan relatif } \psi_A = \frac{\sum \left(\frac{EI_k}{l_k} \right)}{\sum \left(\frac{EI_b}{l_b} \right)} = \frac{\left(\frac{EI_{k2}}{l_{k2}} \right) + \left(\frac{EI_{k1}}{l_{k1}} \right)}{\left(\frac{EI_{b1}}{l_{b1}} \right)}$$

Untuk kolom tengah antara C dan D berlaku sebagai

Kolom bagian atas (titik D)

$$\text{Kekakuan relatif } \psi_D = \frac{\sum \left(\frac{EI_k}{l_k} \right)}{\sum \left(\frac{EI_b}{l_b} \right)} = \frac{\left(\frac{EI_{k6}}{l_{k6}} \right) + \left(\frac{EI_{k5}}{l_{k5}} \right)}{\left(\frac{EI_{b3}}{l_{b1}} \right) \left(\frac{EI_{b4}}{l_{b2}} \right)}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{EI_k}{l_k} \right)}{\sum \left(\frac{EI_b}{l_b} \right)}$$

Cara untuk menentukan ψ akan kita jumpai pada contoh perhitungan.

Bila EI dan l_c diketahui, maka beban tekuk ρ_c dapat ditetapkan.