

BAB VI

DESAIN DINDING GESER

Perhitungan dimensi dinding geser pada bangunan yang ditinjau terdiri dari dua yaitu dinding geser pada sisi kiri dan dinding geser pada sisi kanan yang mempunyai gaya-gaya dalam berbeda. Gaya-gaya dalam yang diambil berdasarkan hasil analisis struktur memakai program SAP'90.

6.1 Desain Dinding Geser Kiri

Anggapan terbaik yang dapat dilakukan terhadap dinding geser untuk menghindari bahaya tekuk adalah memperlakukannya sebagai kolom. Batasan tebal dinding geser (b_w) dapat dihitung dengan persamaan (3.46), (3.47), dan (3.48).

$$b \geq b_w = b \geq 300 \text{ mm}$$

$$b \geq b_c = b \geq 310 \text{ mm}$$

$$b \geq \frac{h_n}{16} = b \geq \frac{4000}{16} = 250 \text{ mm}$$

b diambil 400 mm

Untuk menjamin bahwa dinding geser tetap berperilaku geser, perbandingan antara tinggi total bangunan dan lebar dinding geser dapat diambil 8 ($h_w / l_w = 8$). Dari Gambar 3.9.a, dengan anggapan perencanaan daktilitas penuh ($\mu_s = 4$) didapat rasio daktilitas (μ_o) = 11.

Gaya geser pada dinding geser sering kali mencapai keadaan kritis khususnya apabila hanya dipakai tulangan yang terdistribusi secara seragam, sehingga harus diketahui batasan tebal dinding geser kritis (b_c) dengan memakai persamaan (3.49).

$$b_c = 0,017 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_u} = 0,017 \cdot l_w \cdot \sqrt{11} = 0,057 l_w$$

sehingga,

$$b_c / l_w = 0,057$$

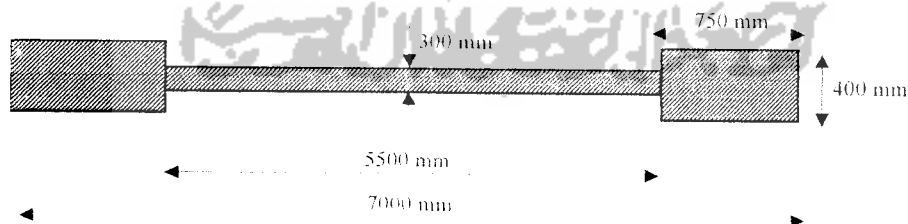
Dari Gambar 3.9b untuk nilai $b_c / l_w = 0,057$ dengan perencanaan daktilitas penuh ($\mu_\Delta = 4$), maka didapat nilai $h_w / l_w = 7,5$, sehingga lebar dinding geser (l_w) $= 48 / 7,5 = 6,4$ m diambil $l_w = 7000$ mm dan $b_c = 0,057 \cdot 7000 = 399$ mm.

$$b_l \geq \frac{b_c \cdot l_w}{10 \cdot b} = b_l \geq \frac{399 \cdot 7000}{10 \cdot 400} = 698,625 \text{ mm}$$

$$b_l \geq \frac{b_c^2}{b} = b_l \geq \frac{399^2}{400} = 398 \text{ mm}$$

$$b_l \geq \frac{h_l}{16} = b_l \geq \frac{4000}{16} = 250 \text{ mm}$$

b_l diambil 750 mm



Gambar 6.1 Dimensi dinding geser kiri

Titik berat dinding geser $= l_w / 2 = 7000 / 2 = 3500$ mm

Dari hasil analisis struktur program SAP'90 diperoleh $P_u = 1254200$ kg = 12542 kN dan $M_u = 891930$ kg-m = 8919,3 kNm

$$Pn = \frac{Pu}{\phi} = \frac{12542}{0,8} = 15677,5 \text{ kN}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{8919,3}{0,8} = 11149,125 \text{ kNm}$$

6.1.1 Penulangan Lentur

Tulangan lentur berfungsi menahan tegangan tarik yang terjadi akibat momen lentur. Tulangan lentur terdapat pada bagian kolom dinding geser.

a. Daerah II (pada badan dinding geser)

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$\rho_{\min} = 0,7/fy = 0,7/400 = 0,0018$$

diambil yang terbesar, $\rho_{\min} = 0,0025$

$$As = 0,0025 \cdot 300 \cdot 5500 = 4125 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan maksimum

$$D_{\max} < \frac{b_w}{10} < \frac{300}{10} = 30 \text{ mm}$$

dicoba tulangan D_{12} (dipakai 2 lapis tulangan)

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{2.113}{0,0025 \cdot 300} = 301,33 \text{ mm}$$

dipakai jarak antar tulangan = 300 mm

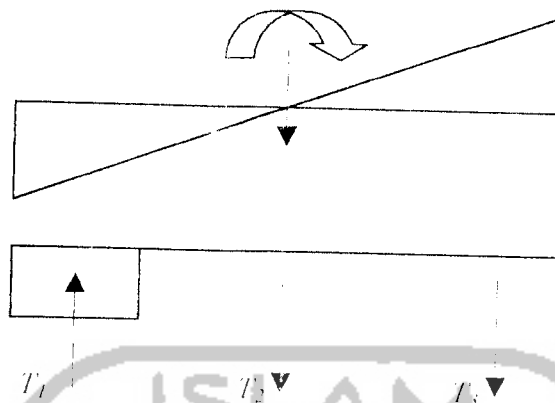
$$n = \frac{5500}{300} = 18,33$$

dipakai tulangan 20- D_{12}

$$As_{\text{aktual}} = 2 \cdot 20 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 12^2 = 4523,89 \text{ mm}^2 > 4125 \text{ mm}^2$$

Dengan menganggap tulangannya telah leleh maka besarnya gaya aksial yang bekerja, $T_2 = As_{\text{aktual}} \cdot fy = 4523,89 \cdot 400 = 1809557,368 \text{ N} = 1809,557 \text{ kN}$

b. Daerah I (daerah ujung)



1. Diameter tulangan maksimum

$$D_{max} < b_f/10 < 750/10 = 75 \text{ mm}$$

$$A_{v1 \min} = 0,001 \times b_w \times l_w = 0,001 \times 300 \times 7000 = 2100 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{v \max} &= 0,06 \times \text{luas daerah ujung} \\ &= 0,06 \times 750 \times 400 = 18000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Statis momen terhadap T_1

$$15677,5(3,5-0,35) + 1809,556(3,5-0,35) + T_3(7-0,75) - 11149,125 = 0$$

$$T_3 = 6533,48 \text{ kN}$$

$$A_{S_3} = T_3/f_y = 6533,48 \cdot 10^3 / 400 = 16333,7 \text{ mm}^2$$

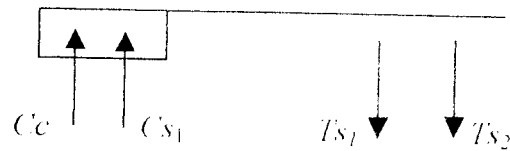
Dipakai diameter 29 mm < 75 mm

$$26.660 = 17160 \text{ mm}^2 > A_{S_3} = 16333,7 \text{ mm}^2$$

jarak antara tulangan 108 mm

6.1.2 Kapasitas Lentur Dinding Geser

a. Desak daerah I



Dengan cara coba-coba garis netral dinding geser dari tulangan yang terpasang dapat ditentukan, sehingga gaya desak dikurangi gaya tarik akan kira-kira sama dengan P_n . Kemudian momen yang didapat berdasarkan tulangan tumpang dapat ditentukan.

Dicoba $c = 0,3 \cdot 7000 = 2100$ mm

Dengan menganggap seluruh tulangan D_{12} leleh, maka tulangan D_{12} memberikan

sumbangan gaya sebesar $\frac{2 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 12^2 \cdot 400}{300} = 301,593$ N/mm

Desak : $C_c = 0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 2100 \cdot 400 = 18207$ kN

$C_{s1} = 26 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 29^2 \cdot 400 = 6869,40$ kN

$C_{total} = 25076,4$ kN

Tarik : $T_{s1} = 26 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 29^2 \cdot 400 = 6869,40$ kN

$T_{s2} = (7000 - 700 - 2100) \cdot 301,593 = 1266,69$ kN

$T_{total} = 8136,09$ kN

$C - T = 25076,4 - 8136,09 = 16940,31$ kN $> P_n = 15677,5$ kN

$\sum Mn = 18207 \cdot (3,5 - 0,75 \cdot 0,85 \cdot 2,1) = 39349,878$ kNm $> Mn = 11149,125$ kNm

b. Desak Daerah III

Karena bentuk dinding geser dan tulangan yang digunakan pada dinding geser simetris, maka perhitungan untuk desak pada daerah III sama dengan desak daerah I.

6.1.3 Perencanaan Geser

Perencanaan geser pada struktur terlentur didasarkan pada anggapan beton menahan sebagian gaya geser sedangkan di atas kemampuan beton ditahan oleh baja tulangan geser. Untuk menjamin agar dinding geser memiliki kuat geser yang cukup sepanjang tinggi dinding, maka bidang geser perlu akibat gempa sepanjang tinggi dinding geser harus dimodifikasi, sehingga berjalan linier dari $V_{u,d maks}$ pada dasar sampai $0,5 V_{u,d maks}$ pada puncak dinding geser.

$$V_u = V_{wall} = \omega_v \cdot \phi_v \cdot V_i$$

$$\omega_v = 1,3 + \frac{12}{30} = 1,7$$

$$V_u = V_{wall} = 1,7 \cdot 1,4 \cdot 815,36 = 1940,559 \text{ kN}$$

$$V_i = \frac{V_{wall}}{b_w \cdot d} = \frac{1940,559}{300 \cdot 0,85 \cdot 7000} = 1,16 \text{ MPa}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$V_{i maks} = \left(\frac{0,22 \cdot 1,4}{4} + 0,03 \right) \cdot 35 = 3,745 \text{ MPa} < 0,16 \cdot f_c' = 5,6 \text{ MPa}$$

Kontribusi beton didalam dinding geser sebesar :

$$V_c = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{P_n}{A_g}} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{15677,5 \cdot 10^3}{225 \cdot 10^4}} = 1,5838 \text{ MPa}$$

Digunakan sengkang $2D_{12}$, $A_v = 226,19 \text{ mm}^2$

$$V_s = v_i - v_c = 3,745 - 1,5838 = 2,16 \text{ MPa}$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{v_s \cdot b_w}{f_y}$$

$$s = \frac{Av \cdot f_y}{v_s \cdot b_w} = \frac{226,19 \cdot 400}{2,16 \cdot 300} = 139,623 \text{ mm}^2$$

dipakai $D_{12} - 130$ untuk tulangan geser horisontal.

Kontrol efek tekuk pada tulangan daerah II :

$$\rho_e = \frac{\sum Ab}{b \cdot s_v} < \frac{2}{f_y}$$

$$= \frac{2.113,09}{300 \cdot 300} = 0,0025 < \frac{2}{f_y} = 0,0667$$

sehingga tulangan pada daerah II tidak perlu dikekang

Pengekangan tulangan daerah I dan III

Jarak sengkang tertutup

$$Sh \leq 6 \cdot db = 6 \cdot 29 = 174 \text{ mm}$$

$$Sh \leq 0,5 b_f = 0,5 \cdot 750 = 375 \text{ mm}$$

$$Sh \leq 150 \text{ mm}$$

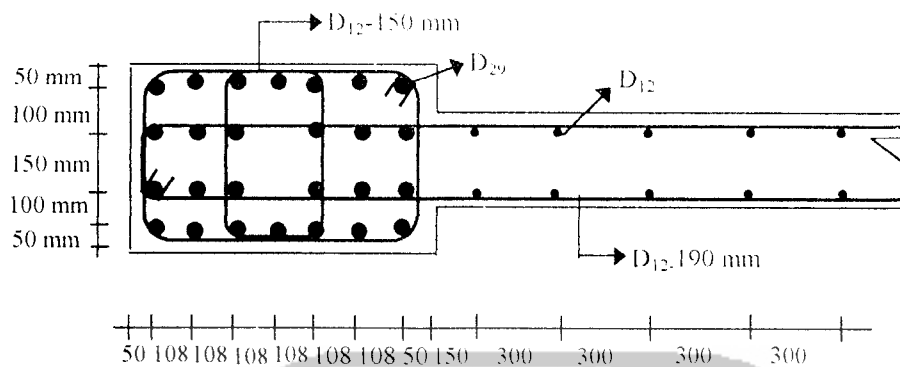
Dipakai sengkang tertutup $D_{12} - 150 \text{ mm}$

$$s_v = \frac{750 - 2 \cdot 50 - 7 \cdot 29 - 2 \cdot 12}{2} = 423 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

$$\rho_e = \frac{\sum Ab}{b \cdot s_v} < \frac{2}{f_y}$$

$$= \frac{2.661}{400 \cdot 423} = 0,0078 < \frac{2}{f_y} = 0,0667$$

sehingga tulangan pada daerah I dan III tidak perlu dikekang, tetapi untuk keamanan sebaiknya dikekang dengan sengkang tertutup.



Gambar 6.2 Penempatan tulangan *boundary elements* dan tulangan lentur

6.2 Desain Dinding Geser Kanan

Perencanaan dinding geser kanan secara umum sama dengan perencanaan dinding geser kiri. Tinggi dinding geser kanan kurang dari dinding geser kiri, sehingga akan menghasilkan gaya dalam dan dimensi yang berbeda. Batasan tebal dinding geser (b_w) dapat dihitung dengan persamaan (3.46), (3.47), dan (3.48).

$$b \geq b_w = b \geq 300 \text{ mm}$$

$$b \geq b_c = b \geq 310 \text{ mm}$$

$$b \geq \frac{h_l}{16} = b \geq \frac{4000}{16} = 250 \text{ mm}$$

b diambil 350 mm

Untuk batasan tebal dinding geser kritis (b_c) yang nilainya dihitung dengan persamaan (3.49).

$$b_c = 0,017 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_o} = 0,017 \cdot l_w \cdot \sqrt{11} = 0,057 l_w$$

sehingga,

$$b_c / l_w = 0,057$$

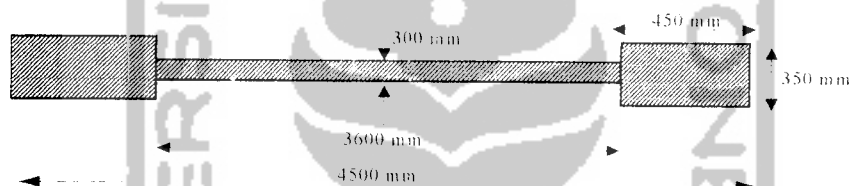
Dari gambar 3.9b untuk nilai $b_c/l_w = 0,057$ dengan perencanaan daktilitas penuh ($\mu_A = 4$), maka didapat nilai $h_w/l_w = 7,5$, sehingga lebar dinding geser (l_w) $= 32/7,5 = 4,277$ m diambil $l_w = 4500$ mm dan $b_c = 0,057 \cdot 4500 = 256,5$ mm.

$$b_l \geq \frac{b_c \cdot l_w}{10 \cdot b} = b_l \geq \frac{256,5 \cdot 4500}{10 \cdot 350} = 329,786 \text{ mm}$$

$$b_l \geq \frac{b_c^2}{b} = b_l \geq \frac{256,5^2}{350} = 187,978 \text{ mm}$$

$$b_l \geq \frac{h_l}{16} \quad b_l \geq \frac{4000}{16} = 250 \text{ mm}$$

b_l diambil 450 mm



Gambar 6.3 Dimensi dinding geser kanan

Titik berat dinding geser $= l_w/2 = 5000/2 = 2500$ mm

Dari hasil analisis struktur dengan bantuan SAP'90 didapat $P_u = 721026,938$

kg = 7210,26 kN dan $M_u = 416040,216$ kgm = 4160,40 kNm

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{7210,26}{0,8} = 9012,836 \text{ kN}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4160,40}{0,8} = 5200,5 \text{ kNm}$$

6.2.1 Penulangan Lentur

a. Daerah II (pada badan dinding geser)

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$\rho_{\min} = 0,7/f_y = 0,7/400 = 0,0018$$

diambil yang terbesar, $\rho_{\min} = 0,0025$

$$A_s = 0,0025 \cdot 300 \cdot 3600 = 2700 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan maksimum

$$D_{\max} < \frac{b_w}{10} < \frac{300}{10} = 30 \text{ mm}$$

dicoba tulangan D_{12} (dipakai 2 lapis tulangan)

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{2.113}{0,0025 \cdot 300} = 301,33 \text{ mm}$$

dipakai jarak antar tulangan = 300 mm

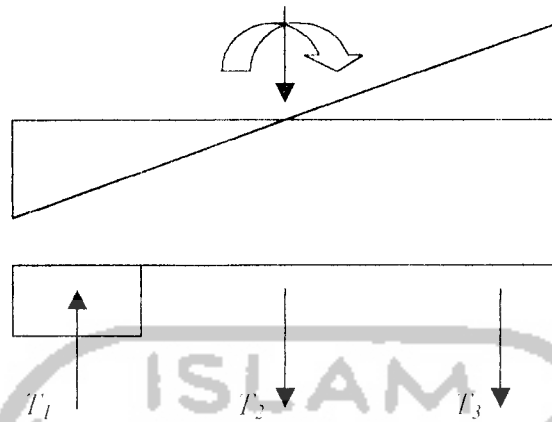
$$n = \frac{3600}{300} = 12$$

dipakai tulangan 12- D_{12}

$$A_{s \text{ aktual}} = 2 \cdot 12 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 12^2 = 2714,336 \text{ mm}^2 > 2700 \text{ mm}^2$$

Dengan menganggap tulangannya telah leleh maka besarnya gaya aksial yang bekerja, $T_2 = A_{s \text{ aktual}} \cdot f_y = 2714,336 \cdot 400 = 1085734,421 \text{ N} = 1085,734 \text{ kN}$

b. Daerah I (daerah ujung)



1. Diameter tulangan maksimum

$$D_{max} < b_f/10 < 450/10 = 45 \text{ mm}$$

$$A_{v_{l \min}} = 0,001 \times b_w \times l_w = 0,001 \times 300 \times 4500 = 1350 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{v_{max}} &= 0,06 \times \text{luas daerah ujung} \\ &= 0,06 \times 450 \times 350 = 9450 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Statis momen terhadap T_1

$$9012,836(2,25-0,225) + 1085,734(2,25-0,225) + T_3(4,5-0,45) - 5200,5 = 0$$

$$T_3 = 3223,47 \text{ kN}$$

$$A_{S_3} = T_3/f_y = 3223,47 \cdot 10^3 / 400 = 8058,67 \text{ mm}^2$$

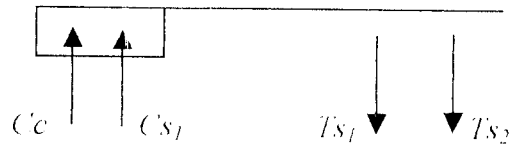
Dipakai diameter 25 mm < 45 mm

$$18.6490 = 8835,73 \text{ mm}^2 > A_{S_3} = 8058,67 \text{ mm}^2$$

dipakai jarak antar tulangan = 87 mm

6.2.2 Kapasitas Lentur Dinding Geser

a. Desak daerah I



Dengan cara coba-coba garis netral dinding geser dari tulangan yang terpasang dapat ditentukan, sehingga gaya desak dikurangi gaya tarik akan kira-kira sama dengan P_n . Kemudian momen yang diperoleh berdasarkan tulangan tumpang dapat ditentukan.

Dicoba $c = 0,3.4500 = 1350$ mm

Dengan menganggap seluruh tulangan D_{12} leleh, maka tulangan D_{12} memberikan

sumbangan gaya sebesar $\frac{2.0.25.\pi.12^2.400}{300} = 301,593$ N/mm

Desak : $C_c = 0,85.30.0,85.1350.350 = 11704,5$ kN

$C_{s1} = 18.0,25.\pi.25^2.400 = 3534,29$ kN

$C_{total} = 15238,79$ kN

Tarik : $T_{s1} = 18.0,25.\pi.25^2.400 = 3534,29$ kN

$T_{s2} = (4500-450-1350).301,593 = 814,301$ kN

$T_{total} = 4348,59$ kN

$C-T = 15238,79 - 4348,59 = 10890,198$ kN $> P_n = 9012,836$ kN

$\Delta = \frac{(10890,2 - 9012,83)}{0,85.35.300} = 0,21$ mm

Daerah desak harus dikurangi sebesar 0,21 mm

$$c = 1350 - \frac{0,21}{0,85} = 1349,753 \text{ mm}$$

$$\text{Desak : } C_c = 0,85 \cdot 35 \cdot 0,85 \cdot 1349,753 \cdot 400 = 13642,75 \text{ kN}$$

$$C_{s1} = 18 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 400 = 3534,2917 \text{ kN}$$

$$C_{\text{total}} = 17187,04 \text{ kN}$$

$$\text{Tarik : } T_{s1} = 18 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 400 = 3534,2917 \text{ kN}$$

$$T_{s2} = (4500 - 450 - 1349,75) \cdot 301,593 = 814,376 \text{ kN}$$

$$T_{\text{total}} = 4348,672 \text{ kN}$$

$$C - T = 17187,04 - 4348,672 = 12838,36 \text{ kN} > P_n = 9012,836 \text{ kN}$$

$$\sum M_n = 13642,75 (2,25 - 0,45 \cdot 0,85 \cdot 1,3497) = 23670,5 \text{ kNm}$$

$$3534,2917 (2,25 - 0,45 \cdot 0,5) = 7156,94 \text{ kNm}$$

$$3534,2917 (4,5 - 2,25 - 0,45 \cdot 0,5) = 7156,94 \text{ kNm}$$

$$37983,94 \text{ kNm} > M_n = 5200,5 \text{ kNm}$$

b. Desak Daerah III

Karena bentuk dinding geser dan tulangan yang digunakan pada dinding geser simetris, maka perhitungan untuk desak pada daerah III sama dengan desak daerah I.

6.1.3 Perencanaan Geser

Perencanaan geser pada struktur terlentur didasarkan pada anggapan beton menahan sebagian gaya geser sedangkan diatas kemampuan beton ditahan oleh baja tulangan geser.

Untuk menjamin agar dinding geser memiliki kuat geser yang cukup sepanjang tinggi dinding, maka bidang geser perlu akibat gempa sepanjang tinggi

dinding geser harus dimodifikasi, sehingga berjalan linier dari $V_{u,d maks}$ pada dasar sampai $0,5 V_{u,d maks}$ pada puncak cinding geser.

$$V_u = V_{wall} = \omega v \cdot \phi_0 \cdot V_E$$

$$\omega v = 1,3 + \frac{8}{30} = 1,57$$

$$V_u = V_{wall} = 1,57 \cdot 1,4 \cdot 496,45 = 1091,20 \text{ kN}$$

$$V_i = \frac{V_{wall}}{b_w \cdot d} = \frac{1091,20}{300 \cdot 0,8 \cdot 4500} = 1,01 \text{ MPa}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$V_{i maks} = \left(\frac{0,22 \cdot 1,4}{4} + 0,03 \right) \cdot 35 = 3,745 \text{ MPa} < 0,16 \cdot f_c' = 5,6 \text{ MPa}$$

Kontribusi beton didalam dinding geser sebesar :

$$V_c = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{P_n}{A_g}} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{9012,336 \cdot 10^3}{135 \cdot 10^4}} = 1,550 \text{ MPa}$$

Digunakan sengkang $2D_{12}$, $A_v = 226,19 \text{ mm}^2$

$$V_s = v_i - v_c = 3,745 - 1,55 = 2,195 \text{ MPa}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{v_s \cdot b_w}{f_y}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y}{v_s \cdot b_w} = \frac{226,19 \cdot 400}{2,195 \cdot 300} = 137,397 \text{ mm}^2$$

dipakai $D_{12} - 130$ untuk tulangan geser horisontal. Untuk tulangan pada daerah II tidak perlu dikekang.

Pengekangan tulangan daerah I dan III

Jarak sengkang tertutup

$$Sh \leq 6.db = 6.25 = 150 \text{ mm}$$

$$Sh \leq 0,5 b_l = 0,5.450 = 225 \text{ mm}$$

$$Sh \leq 150 \text{ mm}$$

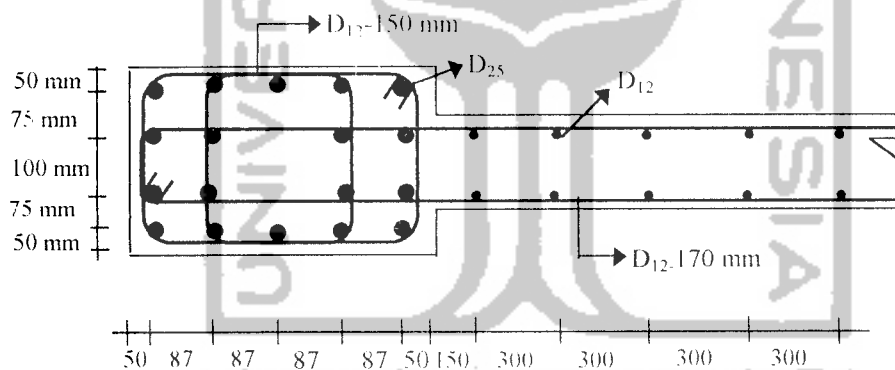
Dipakai sengkang tertutup D_{12} -150 mm

$$S_v = \frac{450 - 2.50 - 5.25 - 2.12}{2} = 201 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

$$\rho_e = \frac{\sum A_b}{b.s_v} < \frac{2}{f_y}$$

$$= \frac{2.491}{350.201} = 0,0139 < \frac{2}{f_y} = 0,0667$$

sehingga tulangan pada daerah I dan III tidak perlu dikekang, tetapi untuk keamanan sebaiknya dikekang dengan sengkang tertutup.



Gambar 6.4 Penempatan tulangan *boundary elements* dan tulangan lentur