3.6.4 Perhitungan Sambungan Balok dan Kolom

A. Sambungan pada balok anak melintang ke balok anak memanjang

Diketahui:

Balok anak memanjang menggunakan profil WF 200.150.6.9, BJ 37

Balok anak melintang menggunakan profil WF 200.150.6.9, BJ 37

h = d = 194 mm

b = 150 mm

tw = 6 mm

tf = 9 mm

r_o = 13 mm

As = 3901 mm^2

Ix = 2690 cm^4; Iy = 507 cm^4

Mutu baja BJ 37

fy = 240 MPa

fu = 370 MPa

Didapat reaksi perletakan pada balok anak melintang:

VA akibat beban mati = 9,850 kN

VA akibat beban hidup = 2,400 kN

Misal gunakan baut Ø6 dengan mutu BJ 37

- Beban terfaktor

$$Ru = 1,2.(9,850) + 1,6.(2,400)$$
$$= 15,660 \text{ kN}$$

- Tahanan tumpu pada bagian web dari balok

$$\phi Rn = 0,75.2,4.fu^p.d_b.t_p$$
$$= 0,75x2,4x370x6x6$$
$$= 23,976 \text{ kN}$$

- Tahanan geser baut dengan dua bidang geser

$\phi Rn = 0,75.0,5.fu^b.m.A_b$

$= 0,75x0,5x370x2x\left(\frac{1}{4}.\pi.6^2\right)$

$= 7,846$ kN

Ambil nilai terkecil antara tahanan tumpu dan tahanan geser, yaitu 7,846 kN.

- Jumlah baut

$$n = \frac{15,660}{7,846} = 1,995 \approx 2 \text{ buah baut}$$

- Jarak antar baut dan tebal profil penyambung

Direncanakan:

Tebal Plat, $t \geq (h+b)/90 \rightarrow$ SNI 03-1729-2002 hal 131

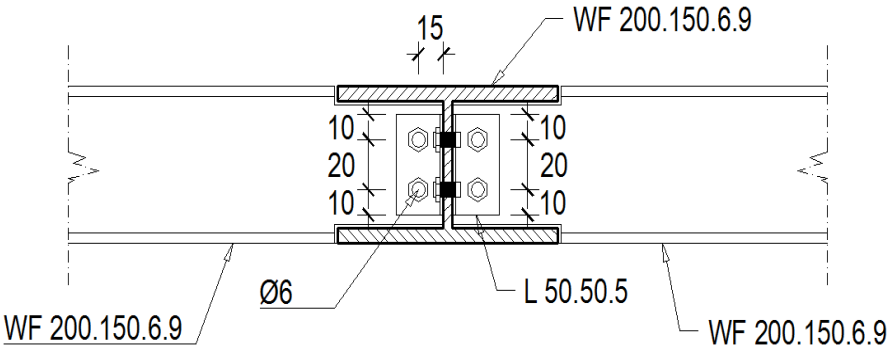
$t \geq (194+150)/90 = 3,82$ mm

$t = 4$ mm

Jadi, gunakan profil siku L30.30.4 sebagai penyambung.

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 1500$ mm	$S_1 > 1,5d_b = 9$ mm
$S_1 < 4.tp + 100$ mm $= 116$ mm	$S > 3d_b = 18$ mm
$S < 200$	

Diambil $S_1 = 10$ mm; $S = 20$ mm



Gambar 3.119 Sambungan Balok Anak Melintang

- Periksa geser blok

$A_{gv} = 30.(4) = 120 \text{ mm}^2$

$A_{nv} = (30 - 1,5.(6 + 2)).4 = 72 \text{ mm}^2$

$A_{gt} = 15.(4) = 60 \text{ mm}^2$

$A_{nt} = (15 - 0,5.(6 + 2).4 = 44 \text{ mm}^2$

$fu.A_{nt} = 370.(44) = 16280 \text{ N}$

$0,6.fu.A_{nv} = 0,6.370.(72) = 15986 \text{ N}$

$fu.A_{nt} < 0,6.fu.A_{nv} \rightarrow$ Geser fraktur - tarik leleh

$\phi Tn = \phi.(0,6.fu.A_{nv} + fy.A_{gt})$

$= 0,75.(15986 + 240.60)$

$= 22789,5 \text{ N}$

$= 22,789 \text{ kN} > Ru = 15,660 \text{ kN}$ (OKE)

B. Sambungan pada balok anak memanjang ke balok induk

Diketahui:

Balok induk menggunakan profil WF 500.200.9.14

Balok anak memanjang menggunakan profil WF 200.150.6.9, BJ 37

h = d = 194 mm

b = 150 mm

tw = 6 mm

tf = 9 mm

r_o = 13 mm

As = 3901 mm^2

Ix = 2690 cm^4; Iy = 507 cm^4

Mutu baja BJ 37

fy = 240 MPa

fu = 370 MPa

Didapat reaksi perletakan pada balok anak memanjang:

VA akibat beban mati = 31,800 kN

VA akibat beban hidup = 14,940 kN

Misal gunakan baut Ø12 dengan mutu BJ 37

- Beban terfaktor

$Ru = 1,2.(31,800) + 1,6.(14,940)$

= 62,064 kN

- Tahanan tumpu pada bagian web dari balok

$\phi Rn = 0,75.2,4.fu^p.d_b.t_p$

$= 0,75x2,4x370x12x6$

= 47,952 kN

- Tahanan geser baut dengan dua bidang geser

$\phi Rn = 0,75.0,5.fu^b.m.A_b$

$= 0,75x0,5x370x2x\left(\frac{1}{4}.\pi.12^2\right)$

= 31,384 kN

Ambil nilai terkecil antara tahanan tumpu dan tahanan geser, yaitu 31,385 kN.

- Jumlah baut

$n = \frac{62,064}{31,384} = 1,977 \approx 3$ buah baut

- Jarak antar baut dan tebal profil penyambung

Direncanakan:

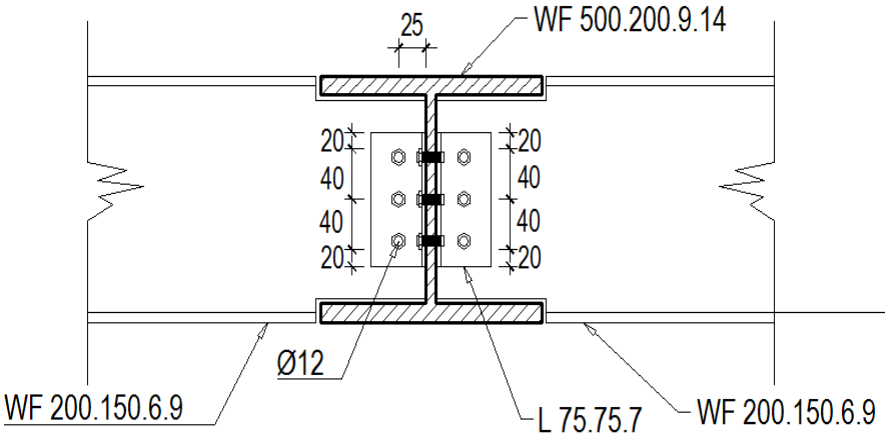
Tebal Plat, $t \geq (h+b)/90 \rightarrow$ SNI 03-1729-2002 hal 131

$t \geq (194+150)/90 = 3,82$ mm

t = 5 mm

Jadi, gunakan profil siku L 50.50.5 sebagai penyambung.

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 150$ mm	$S_1 > 1{,}5d_b = 18$ mm
$S_1 < 4.tp + 100$ mm $= 120$ mm	$S > 3d_b = 36$ mm
$S < 200$	
Diambil $S_1 = 20$ mm; $S = 40$ mm	



Gambar 3.120 Sambungan Balok Anak Memanjang

- Periksa geser blok

$A_{gv} = 100.(5) = 500$ mm^2

$A_{nv} = (100 - 1{,}5.(12 + 2)).5 = 325$ mm^2

$A_{gt} = 25.(5) = 125$ mm^2

$A_{nt} = (25 - 0{,}5.(12 + 2).5 = 90$ mm^2

$fu.A_{nt} = 370.(90) = 35890$ N

$0{,}6.fu.A_{nv} = 0{,}6.370.(325) = 72150$ N

$fu.A_{nt} < 0{,}6.fu.A_{nv} \rightarrow$ Geser fraktur - tarik leleh

$$\phi Tn = \phi.(0{,}6.fu.A_{nv} + fy.A_{gt})$$
$$= 0{,}75.(72150 + 240.90)$$
$$= 70312{,}5 \text{ N}$$
$$= 70{,}312 \text{ kN} > Ru = 62{,}064 \text{ kN (OKE)}$$

C. Sambungan pada balok induk melintang lantai 4 ke kolom

Diketahui:

Kolom menggunakan profil WF 300.300.10.15

Balok induk menggunakan profil WF 500.200.9.14

h = d = 496 mm

b = 199 mm

tw = 9 mm

tf = 14 mm

r_o = 20 mm

As = 101,3 cm^2

Ix = 41900 cm^4

Iy = 1840 cm^4

Mutu baja, BJ 37

fy = 240 MPa

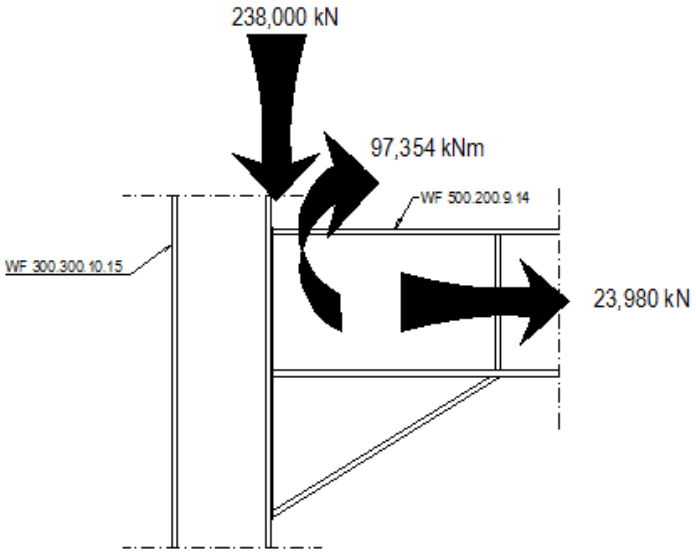
fu = 370 MPa

Misal gunakan 8 buah baut Ø20 dan tebal las 3 mm dengan mutu BJ 37

Nu = 23,980 kN

Vu = 238,000 kN

Mu = 97,354 kNm



Gambar 3.121 Gaya Dalam pada Sambungan Balok Melintang ke Kolom

- Jarak antar baut dan tebal profil penyambung

Direncanakan:

Tebal Plat, $t \geq (h+b)/90 \rightarrow$ SNI 03-1729-2002 hal 131

$t \geq (496+199)/90 = 7,72$ mm

$t = 8$ mm

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 150$ mm	$S_1 > 1,5d_b = 30$ mm
$S_1 < 4.tp + 100$ mm $= 132$ mm	$S > 3d_b = 60$ mm
$S < 200$	

Diambil $S_1 = 150$ mm; $S = 196$ mm

a. Sambungan Las

Tebal las $(tw) = 3$ mm

$Lw_1 = (95x3) + (199 \text{ x } 2) = 683$ mm

$Lw_2 = 468x4 = 1872$ mm

$Lw = Lw_1 + Lw_2$

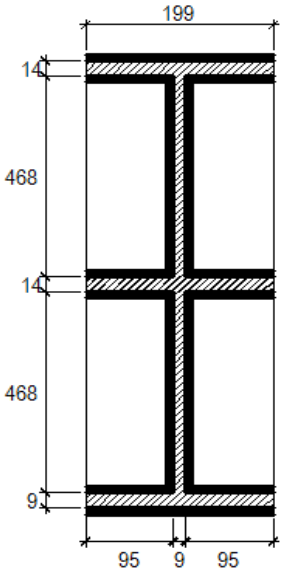
$= 683 + 1872$

$= 2555$ mm

Mutu las

fy = 240 MPa

fu = 370 MPa



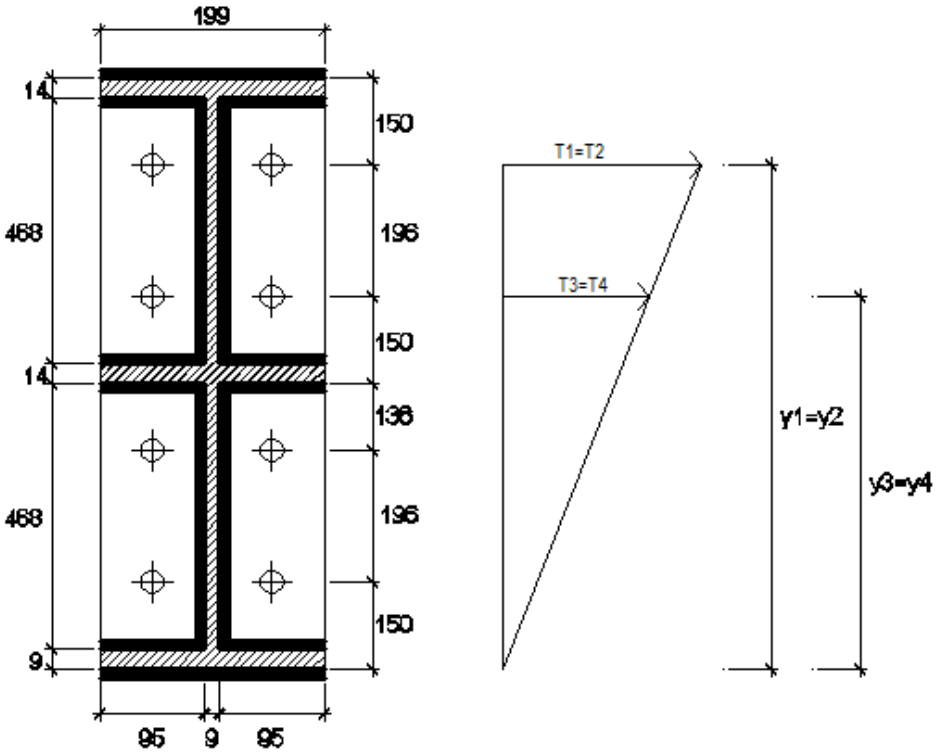
Gambar 3.122 Penampang Sambungan Las pada Balok Induk Melintang

$$Tn_1 = \phi.(0,6.fu.0,707.tw.Lw_1)$$
$$= 0,75.(0,6.370.0,707.3.683)$$
$$= 241199,06 \text{ N}$$
$$Tn_2 = \phi.(0,6.fu.0,707.tw.Lw_2)$$
$$= 0,75.(0,6.370.0,707.3.1872)$$
$$= 661090,25 \text{ N}$$
$$Tn = Tn_1 + Tn_2$$
$$= 241199,06 + 661090,25$$
$$= 902289,31 \text{ N}$$
$$= 902,289 \text{ kN} > Vu \ (238,000 \text{ kN})$$

$$M_R = \phi.Mn$$
$$Mn_{las} = Zx_{las}.fy_{las}$$
$$Zx_{las} = 2.(199.3.490,5) + 4.(95.3.476,5) + 4.(95.3.8,5)$$
$$+4.(468.3.241) = 2492013 \text{ mm}^3$$
$$Mn_{las} = 2492013x240$$
$$= 598083120 \text{ Nmm}$$
$$= 598,083 \text{ kNm}$$
$$\phi Mn_{las} = 0,9x598,083$$
$$= 538,275 \text{ kNm} > Mu \ (97,354 \text{ kNm})$$

b. Sambungan Baut

$$Nu = 23,980 \ kN$$
$$Vu = 238,000 \ kN$$
$$Mu = 97,354 \ kNm$$
$$fu^b = 370 \text{ MPa}$$



Gambar 3.123 Sambungan Baut pada Balok Induk Melintang

- Kuat geser baut

$$Rnv = 0,5.fu.A_b$$

$$= 0,5.370.(\frac{1}{4}.\pi.20^2)$$

$$= 58119,46 \text{ N}$$

$$= 58,119 \text{ kN}$$

- Kuat tarik baut

$$Rnt = 0,75.fu.A_b$$

$$= 0,75.370.(\frac{1}{4}.\pi.20^2)$$

$$= 87179,19 \text{ N}$$

$$= 87,179 \text{ kN}$$

- Gaya lintang dipikul bersama oleh baut

$$Ruv = \frac{Vu}{n}$$
$$= \frac{238,00}{8}$$
$$= 29,75 \text{ kN}$$

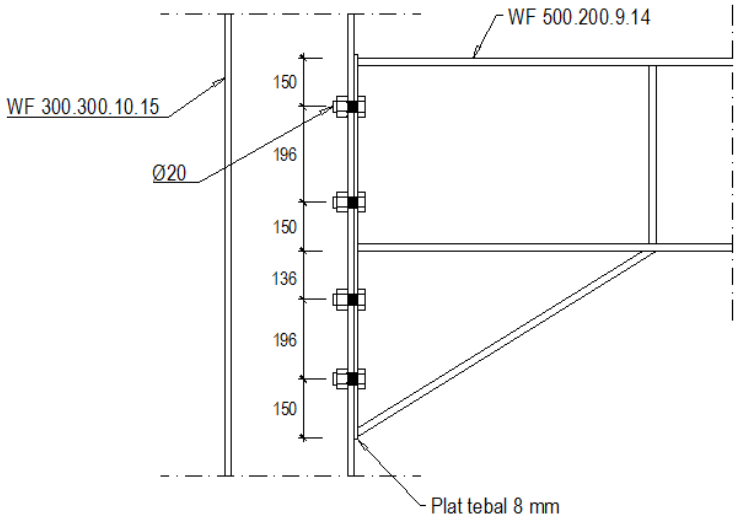
- Gaya normal dipikul bersama oleh baut

$$Rut = \frac{Nu}{n}$$
$$= \frac{23,980}{8}$$
$$= 2,997 \text{ kN}$$

- Gaya tarik akibat momen

$$Ti = \frac{M.y1}{\Sigma.yi^2}$$
$$y1 = y2 = (196x2) + (150 \text{ x } 2) + 136 = 828 \text{ mm}$$
$$y3 = y4 = (196x1) + (150 \text{ x } 2) + 136 = 632 \text{ mm}$$
$$\Sigma y^2 = 2.(828^2 + 632^2) = 2170016 \text{ mm}^2$$
$$Rut = \frac{97,354x828x10^{-3}}{2170016x10^{-6}} = 37,147 \text{ kN}$$
$$Rut = 37,147 + 2,997 = 40,144 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 + \left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 \leq 1$$
$$\left(\frac{29,75}{0,75.58,119}\right)^2 + \left(\frac{40,144}{0,75.87,179}\right)^2 \leq 1$$
$$0,84 < 1 \text{ (OKE)}$$



Gambar 3.124 Sambungan pada Balok Induk Melintang ke Kolom

D. Sambungan pada balok induk memanjang lantai 4 ke kolom

Diketahui:

Kolom menggunakan profil WF 300.300.10.15

Balok induk menggunakan profil WF 500.200.9.14

h = d = 496 mm

b = 199 mm

tw = 9 mm

tf = 14 mm

r_o = 20 mm

As = 101,3 cm^2

Ix = 41900 cm^4

Iy = 1840 cm^4

Mutu baja, BJ 37

fy = 240 MPa

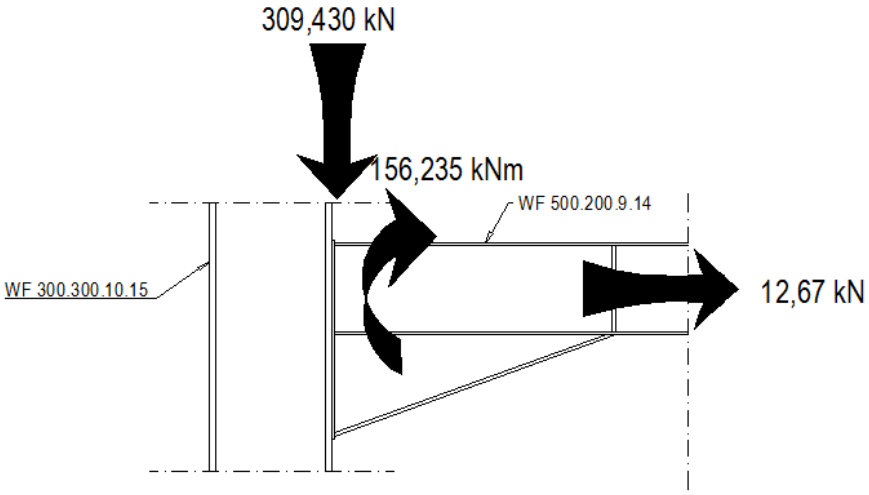
fu = 370 MPa

Misal gunakan 12 buah baut Ø20 dan tebal las 3 mm dengan mutu BJ 37

Nu = 12,67 kN

Vu = 309,43 kN

Mu = 156,235 kNm



Gambar 3.125 Gaya dalam pada Sambungan Balok Induk Memanjang ke Kolom

- Jarak antar baut dan tebal profil penyambung

Direncanakan:

Tebal Plat, $t \geq (h+b)/90 \rightarrow$ SNI 03-1729-2002 hal 131

$t \geq (496+199)/90 = 7,72$ mm

$t = 8$ mm

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 150$ mm	$S_1 > 1,5d_b = 30$ mm
$S_1 < 4.tp + 100$ mm $= 132$ mm	$S > 3d_b = 60$ mm
$S < 200$	

Diambil $S_1 = 85$ mm; $S = 130$ mm

c. Sambungan Las

Tebal las $(tw) = 3$ mm

$Lw_1 = (95x3) + (199 \text{ x } 2) = 683$ mm

$Lw_2 = 468x4 = 1872$ mm

$Lw = Lw_1 + Lw_2$

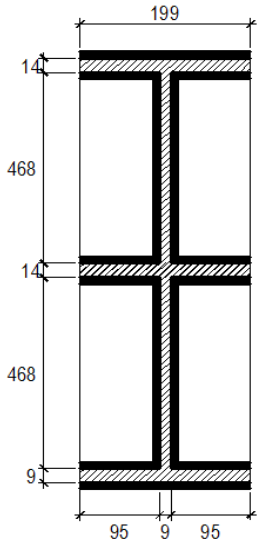
$= 683 + 1872$

$= 2555$ mm

Mutu las

fy = 240 MPa

fu = 370 MPa



Gambar 3.126 Penampang Sambungan Las pada Balok Induk Memanjang

$$Tn_1 = \phi.(0,6.fu.0,707.tw.Lw_1)$$
$$= 0,75.(0,6.370.0,707.3.683)$$
$$= 241199,06 \text{ N}$$
$$Tn_2 = \phi.(0,6.fu.0,707.tw.Lw_2)$$
$$= 0,75.(0,6.370.0,707.3.1872)$$
$$= 661090,25 \text{ N}$$
$$Tn = Tn_1 + Tn_2$$
$$= 241199,06 + 661090,25$$
$$= 902289,31 \text{ N}$$
$$= 902,289 \text{ kN} > Vu \ (309,43 \text{ kN})$$

$$M_R = \phi.Mn$$
$$Mn_{las} = Zx_{las}.fy_{las}$$
$$Zx_{las} = 2.(199.3.490,5) + 4.(95.3.476,5) + 4.(95.3.8,5)$$
$$+4.(468.3.241) = 2492013 \text{ mm}^3$$
$$Mn_{las} = 2492013x240$$
$$= 598083120 \text{ Nmm}$$
$$= 598,083 \text{ kNm}$$
$$\phi Mn_{las} = 0,9x598,083$$
$$= 538,275 \text{ kNm} > Mu \ (156,235 \text{ kNm})$$

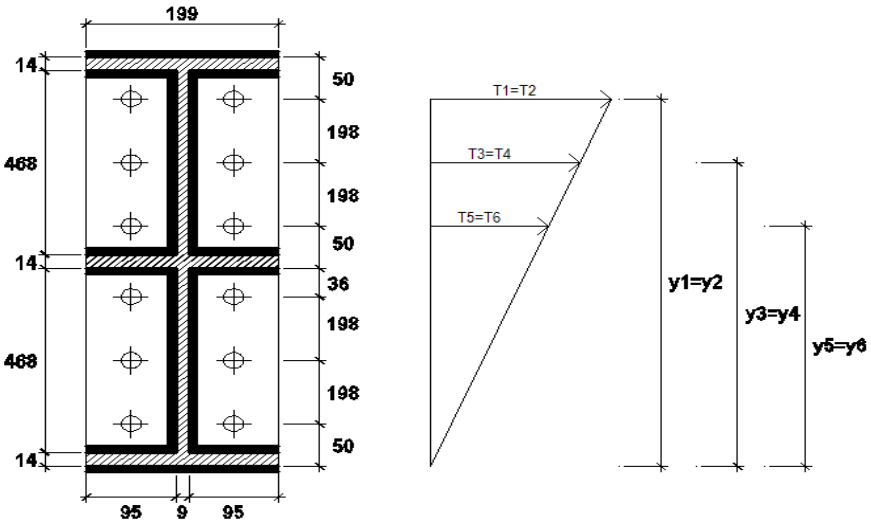
d. Sambungan Baut

$Nu = 12{,}67\ kN$

$Vu = 309{,}43\ kN$

$Mu = 156{,}235\ kNm$

$fu^b = 370$ MPa



Gambar 3.127 Sambungan Baut pada Balok Induk Memanjang

- Kuat geser baut

$$Rnv = 0,5.fu.A_b$$
$$= 0,5.370.(\frac{1}{4}.\pi.20^2)$$
$$= 58119,464\ \text{N}$$
$$= 58,119\ \text{kN}$$

- Kuat tarik baut

$$Rnt = 0,75.fu.A_b$$
$$= 0,75.370.(\frac{1}{4}.\pi.20^2)$$
$$= 87179,196\ \text{N}$$
$$= 87,179\ \text{kN}$$

- Gaya lintang dipikul bersama oleh baut

$$Ruv = \frac{Vu}{n}$$
$$= \frac{309,43}{12}$$
$$= 25,786 \text{ kN}$$

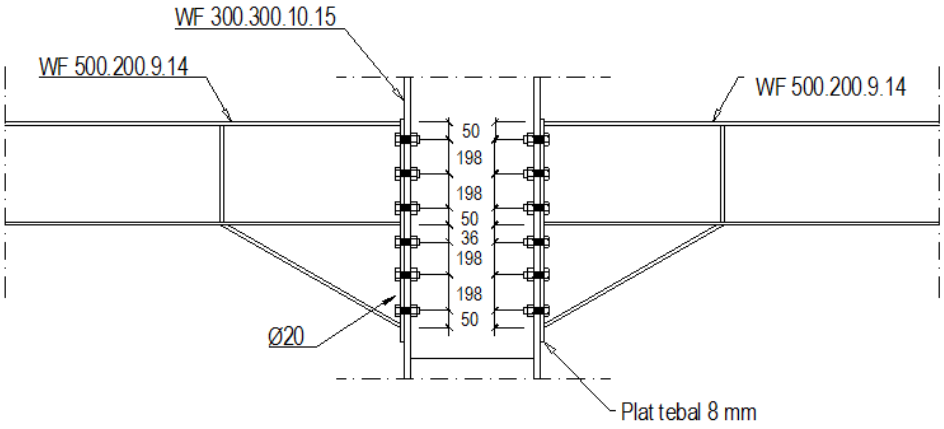
- Gaya normal dipikul bersama oleh baut

$$Rut = \frac{Nu}{n}$$
$$= \frac{12,67}{12}$$
$$= 1,056 \text{ kN}$$

- Gaya tarik akibat momen

$$Ti = \frac{M.y1}{\Sigma.yi^2}$$
$$y1 = y2 = (198x4) + (50 \text{ x } 2) + 36 = 928 \text{ mm}$$
$$y3 = y4 = (196x3) + (150 \text{ x } 2) + 136 = 730 \text{ mm}$$
$$y5 = y6 = (196x2) + (150 \text{ x } 2) + 136 = 532 \text{ mm}$$
$$\Sigma y^2 = 2.(928^2 + 730^2 + 532^2) = 3354216 \text{ mm}^2$$
$$Rut = \frac{156,235x928x10^{-3}}{3354216x10^{-6}} = 43,225 \text{ kN}$$
$$Rut = 43,225 + 1,056 = 44,281 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{Ruv}{\phi Rnv}\right)^2 + \left(\frac{Rut}{\phi Rnt}\right)^2 \leq 1$$
$$\left(\frac{25,786}{0,75.58,119}\right)^2 + \left(\frac{44,281}{0,75.87,179}\right)^2 \leq 1$$
$$0,81 < 1 \text{ (OKE)}$$



Gambar 3.128 Sambungan pada Balok Induk Memanjang ke Kolom

3.6.5 Perhitungan Sambungan pada Kolom

A. Sambungan memanjang kolom

Diketahui:

Menggunakan profil WF 300.300.10.15

H = 300 mm

B = 300 mm

W = 94,0 kg/m

tw = 10 mm

tf = 15 mm

Ro = 18 mm

Ag = 119,8 cm^2

Ix = 20,400 cm^4

Iy = 6,750 cm^4

rx = 13,1 cm

ry = 7,51 cm

fy = 400 Mpa

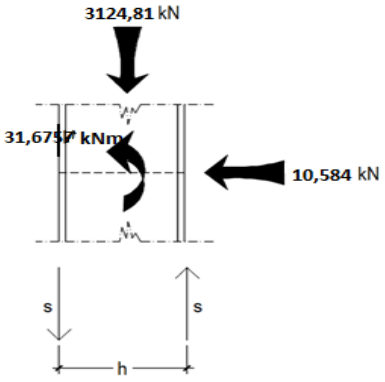
Nu = 3124,81 kN

Vu = 10,584 kN

Mu = 31,6757 kNm

Menggunakan baut Ø16, mutu baut dan plat penyambung adalah BJ 37

<u>Sambungan plat sayap</u>



Gambar 3.129 Gaya Dalam pada Sambungan Kolom

M = h.s

s $= \frac{31{,}6757\ x\ 10^6}{300}$

s = 105585,6667 N

- Kuat geser baut

$\phi Rn = \phi.0,5.fu^b.m.Ab$

$= 0,75x0,5x370x1x\left(\frac{1}{4}.\pi.16^2\right)$

= 27897,343 N

- Kuat tumpu baut

$\phi Rn = \phi.2,0.db.fu^p.tp$

$= 0,75x2x16x370xtp$

$= 8880.tp$

- Jumlah baut

$= \frac{s}{\emptyset Rn} = \frac{105585,6667}{27897,343} = 3,78 \approx 4\ baut$

- Tebal plat penyambung

  $s \le \phi Rn$

  $20285 \le 8880.tp$

  $\frac{20285}{8880} \le tp \le tf$

  $2,28 \le tp \le 21$

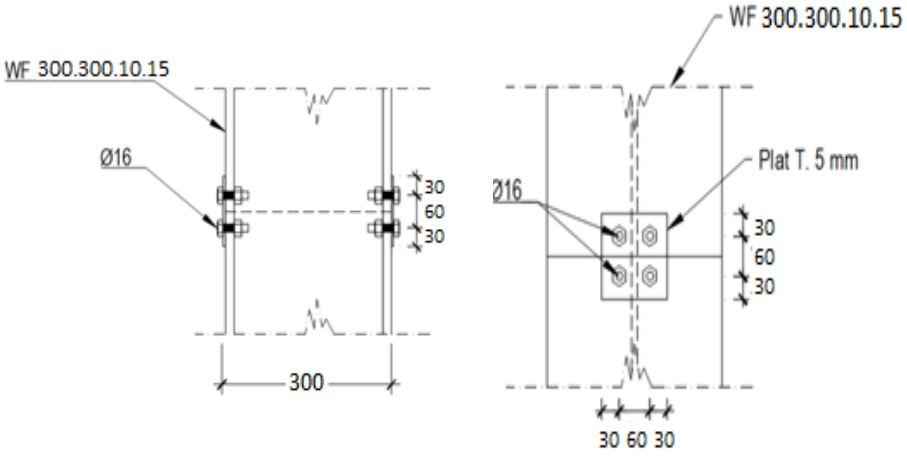
  Jadi, tp = 5 mm

- Jarak baut dan panjang plat penyambung :

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 150$ mm	$S_1 > 1{,}5d_b = 24$ mm
$S_1 < 4.tp + 100$ mm = 120 mm	$S > 3d_b = 48$ mm
$S < 200$	

  Diambil S_1 = 30 mm ; S = 60 mm

  Panjang plat penyambung = (30 x 4) + 60 = 180 mm



Gambar 3.130 Sambungan Plat Sayap pada Kolom

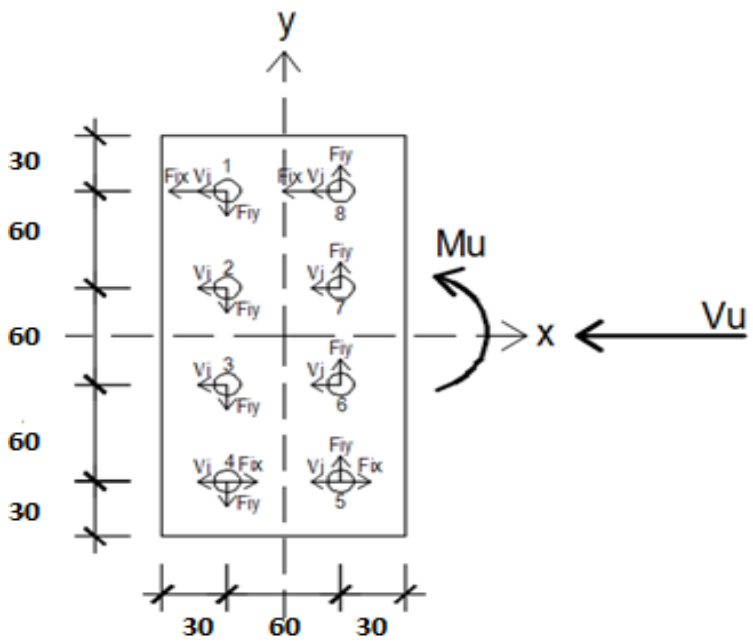
<u>Sambungan plat badan</u>

Coba menggunakan 8 buah baut.

- Beban yang harus dipikul baut akibat gaya geser

  $Vi = \frac{Vu}{n} = \frac{260,257}{8} = 32,532$ kN

  $Vi = \frac{Vu}{n} = \frac{10,584}{8} = 1,323\ kN$



Gambar 3.131 Beban yang Bekerja pada Baut

Tabel 3.10 Nilai gaya pada baut

Baut	xi (mm)	yi (mm)	Fix (N)	Fiy (N)	Ri (N)
1	-30	90	-21997,014	65991,041	69560,246
2	-30	30	-21997,014	21997,014	31107,540
3	-30	-30	-21997,014	-21997,014	21995,68
4	-30	-90	-65991,042	-21997,014	62221,911
5	30	-90	-65991,041	21997,014	69559,410
6	30	-30	21997,014	-21997,014	241,2588
7	30	30	21997,014	21997,014	31107,540
8	30	90	21997,014	65991,041	69561,083

$\sum xi^2 = 4.\ (\ -30^2\ ) + 4.\ (\ 30\ )^2\ = 7200\ mm^2$

$\sum yi^2 = 2.\ (\ 90\ )^2 + 2.\ (\ 30\ )^2 + 2.\ (\ -30\ )^2 + 2.\ (\ -90\ )^2\ = 36000\ mm^2$

$\sum ri^2\ = \sum xi^2 + \sum yi^2$

$= 7200 + 36000 = 43200\ mm^2$

$$\text{Fix} = \frac{M.yi}{\sum ri^2} = \frac{31{,}6757.\ 10^6.\ yi}{43200}$$

$$\text{Fiy} = \frac{M.xi}{\sum ri^2} = \frac{31{,}6757.10^6.\ xi}{43200}$$

$$\text{Ri} = \sqrt{(Vi + Fix)^2 + Fiy^2}$$

Nilai Ru yang menentukan adalah pada baut 1, 5 dan 8 dengan memikul beban sebesar 69561,083 N = 69,567 kN.

- Kuat geser baut

$$\phi Rn = \phi.0,5.fu^b.m.Ab$$
$$= 0,75x0,5x370x2x\left(\frac{1}{4}.\pi.16^2\right)$$
$$= 55794,686\ \text{N} > Ru = 47268,678\ \text{N (OKE)}$$

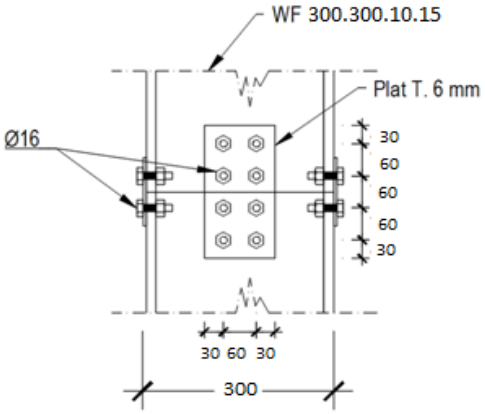
- Kuat tumpu baut

$$\phi Rn = \phi.2,0.db.fu^p.tp$$
$$= 0,75x2x16x370xtp$$
$$= 8880.tp$$

- Tebal plat penyambung

$$Ru \le \phi Rn$$
$$47268,678 \le 8880.tp$$
$$\frac{47268,678}{8880} \le tp \le \frac{tw}{2}$$
$$5,3 \le tp \le 6,5$$

Jadi, tp = 6 mm



Gambar 3.132 Sambungan Plat Badan pada Kolom

B. Sambungan Sepatu Kolom

Diketahui:

Menggunakan profil WF 300.300.10.15

d = 300 mm

b = 300 mm

tw = 10 mm

tf = 15 mm

r_o = 18 mm

Ag = 119,8 cm^2

Ix = 20.400 cm^4

Iy = 6,750 cm^4

Ix = 13,1 cm

iy = 7,51 cm

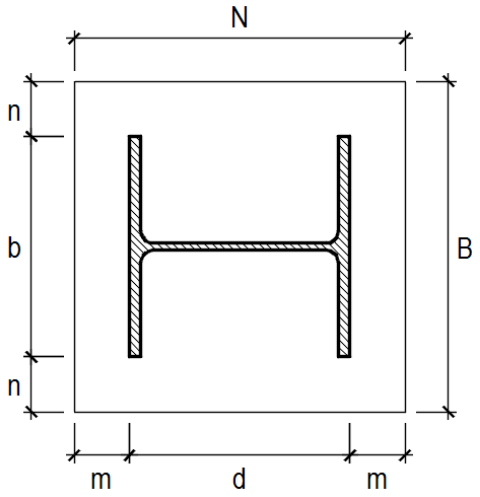
fy = 400 Mpa

Nu = 3124,81 kN

Vu = 10,584 kN

Mu = 31,6757 kNm

Coba menggunakan 6 baut Ø30 mm dengan mutu baut dan plat penyambung adalah BJ 37.



Gambar 3.133 Detail Sambungan Sepatu Kolom

- Tebal plat dasar kolom

m = $\frac{(N-0{,}95.d)}{2}$

= $\frac{(500-0{,}95.\ 300)}{2}$

= 107,5 mm

n = $\frac{B-0{,}8.\ bf}{2}$

= $\frac{500-0{,}8.\ 300}{2}$

= 130 mm

Nilai diambil yang terbesar dari m dan n untuk menentukan tebal plat.

t = $\sqrt{\frac{2.Pu.n^2}{B.N.(0{,}9).fy}} = \sqrt{\frac{2\ x\ 3124{,}81.10^3\ x\ 90^2}{500\ x\ 500\ (0{,}9)\ x\ 240}} = 30{,}617\ mm\ \approx 30\ mm$

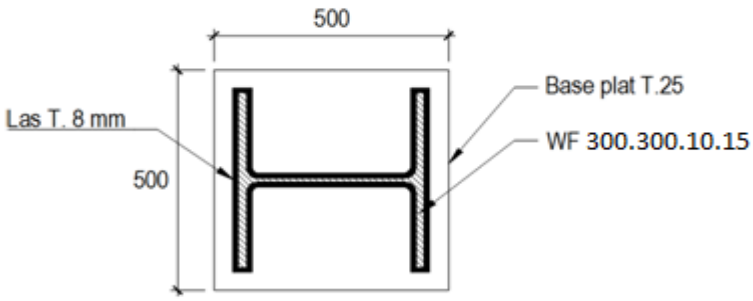
- Periksa ukuran luas permukaan kolom terhadap f'c beton :

$$\left(\frac{Pu}{Ag}\right) + \left(\frac{Mu}{w}\right) \leq \emptyset.f'c\ ; w = \frac{1}{6}.B.N^2$$

$$\left(\frac{3124{,}81.10^3}{119800}\right) + \left(\frac{31{,}6757.10^6}{\frac{1}{6}.500.500^2}\right) \leq 0{,}85\ x\ 30$$

27,60 < 25,5

e. Sambungan Las



Gambar 3.134 Penampang Sambungan Las Sepatu Kolom

L_{w1} = (300 x 2) + (500 x 4) = 2600 mm

L_{w2} = 46,2 x 2 = 92,4 mm

L_w total = L_{w1} + L_{w2}

= 2600 + 92,4

= 2692,4 mm

Mutu las

fy = 240 MPa

fu = 370 MPa

$Tn_1 = \emptyset . (0{,}6 . fu . 0{,}707 . tw . Lw_1)$

= 0,75 (0,6 x 370 x 0,707 x 8 x 2600)

= 2448482,4 N

$Tn_2 = \emptyset$ ($0{,}6 . fu . 0{,}707 . tw . Lw_2$)

= 0,75 (0,6. 370. 0,707. 8 x 92,4)

=87015,2976 N

$Tn = Tn_1 + Tn_2$

= 2448482,4 + 87015,2976

= 2535497,698 N

= 2535,497 kN > Vu (10, 584 kN)

$M_R = \emptyset . Mn$

$Mn_{Las} = Zx_{Las} . Fy_{Las}$

Zx = 2 (300 x 8 x 195) + 4 (143,5 x 8 x 125) + 4 (135 x 8 x 67,5)

= 1801600

Mn_{Las} = 1801600 x 240

= 432384000 Nmm

= 432,384 kNm

Ø Mn_{Las} = 0,9 x 432,384

= 389,1456 > Mu (31,6757 kNm)

f. Sambungan Baut

Vu = 10,584 kN

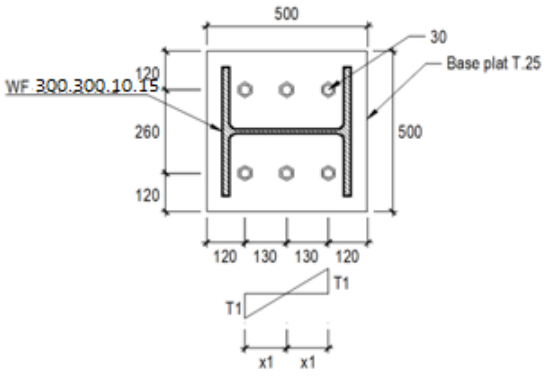
Mu = 31,6757 kNm

fu^b = 370 Mpa

Dicoba dengan menggunakan 6 buah baut Ø30 mm. Baut ini menahan momen dan gaya geser secara bersamaan.

Jarak maksimum	Jarak minimum
$S_1 < 150$ mm	$S_1 > 1{,}5d_b = 45$ mm
$S_1 < 4.tf + 100$ mm $= 134$ mm	$S > 3d_b = 90$ mm
$S < 200$	

Diambil $S_1 = 120$ mm; $S = 130$ mm



Gambr 3.135 Sambungan Baut pada Sepatu Kolom

- Kuat geser baut

$$Rnv = 0,5.fu.A_b$$

$$= 0,5.370.(\frac{1}{4}.\pi.30^2)$$

$$= 130768,794 \text{ N}$$

$$= 130,769 \text{ kN}$$

- Kuat tarik baut

Ru = 0,75. Fu. Ab

= 0,75 x 370 x ($\frac{1}{4}$ x π x 30 ²)

= 196153,1913 N

= 196,153 kN

- Gaya Lintang dipikul bersama oleh baut :

Ruv = $\frac{Vu}{n}$

= $\frac{10,584}{6}$

= 1,764 kN

- Gaya tarik akibat momen :

Rut = $\frac{M.\ x}{2 \sum x^2}$

= $\frac{31,6757\ x\ 10^6 x\ 130}{2\ (\ 130+130\ )^2}$

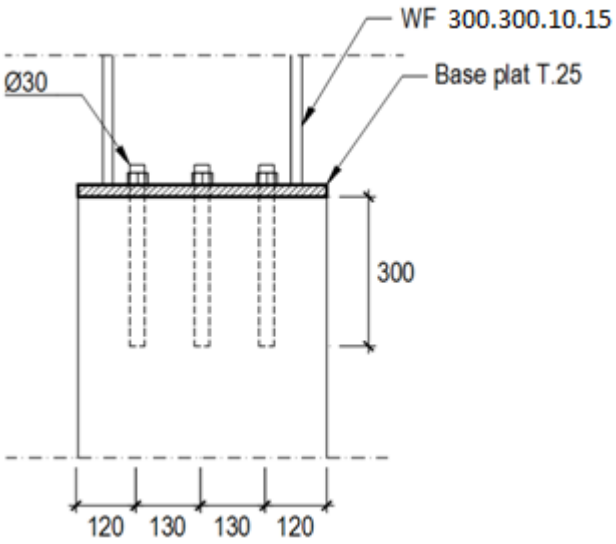
= 30,457 kN

- Panjang penjangkaran

L = $\sqrt{\frac{A.plat}{\pi}}$

= $\sqrt{\frac{500\ x\ 500}{3,14}}$

= 282,16 mm ≈ 300 mm



Gambar 3.136 Sambungan Plat Dasar Kolom

3.7 Perencanaan Sloof

3.7.1 Perencanaan Sloof Memanjang

Data Perencanaan

Dimensi Sloof = 30 x 60 cm

Mutu Beton (f'c) = 25 MPa

Mutu Baja (fy) = 240 MPa

Tulangan Utama = D16

Tulangan geser (sengkang) = Ø10

Tebal selimut beton (p) = 40 mm

Pembebanan sloof

Beban Mati

a. Berat sendiri sloof = 0,3m x 0,6m x 24KN/m^3 = 4,32 kN/m

b. Berat dinding ½ bata = 4m x 1,2KN/m^3 = 4,8 kN/m

c. Plesteran (4cm) = 0,21KN/m^2 x 4 x 4m = 3,36 kN/m

W_D = 12,48 kN/m

Beban Hidup W_L = 0 KN/m

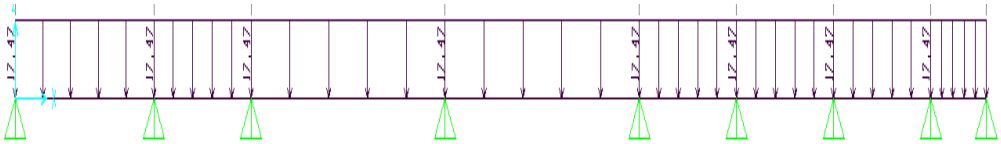
Beban Terfaktor (W_u)

W_u = 1,4 W_D

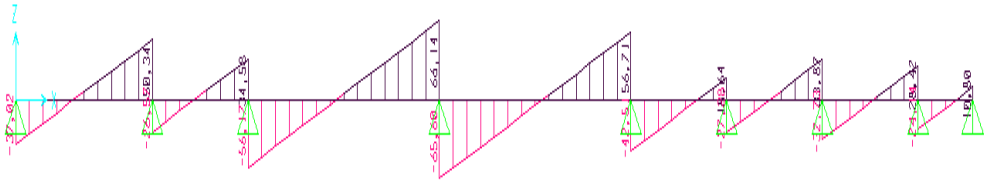
= 1,4 x 12,48 KN/m

= 17,472 KN/m

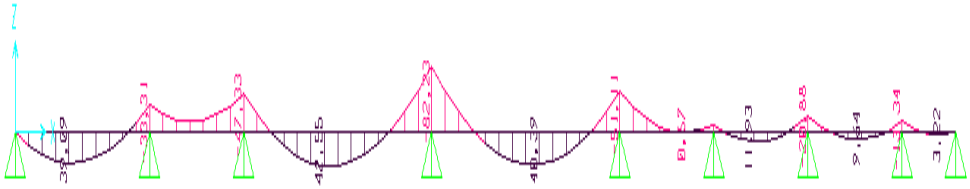
Data-data perencanaan dan pembebanan akan dimasukkan kedalam program SAP2000 versi 10 untuk selanjutnya di analisa dan hasil analisa akan ditampilkan berupa diagram.



Gambar 3.137 Pembebanan Sloof Memanjang



Gambar 3.138 Diagram Gaya Lintang Sloof Memanjang



Gambar 3.139 Diagram Gaya Momen Sloof Memanjang

Penulangan Sloof Memanjang

1. Tulangan Tumpuan

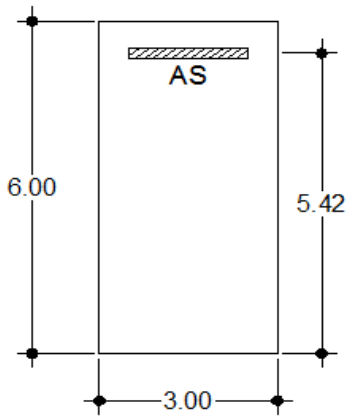
   Dimensi Balok = 30 x60 cm

   Mu = 82,23 KNm

   Tinggi Efektif (d) = h – p – Øsengkang - ½ Ø tulangan utama

   = 600 – 40 – 10 – ½ 16

   = 542 mm



Gambar 3.140 Detail Garis As Tulangan Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{\emptyset b d^2} = \frac{82{,}23\ x\ 10^6}{0{,}8.300.(542)^2} = 1{,}166$$

Dari tabel ρ dengan melihat nilai k yaitu 1,166 didapat nilai ρ = 0,0058

Maka

As $= \rho$. b. d

$= 0{,}0058 . 300 . 542$

$= 943{,}08\ mm^2$

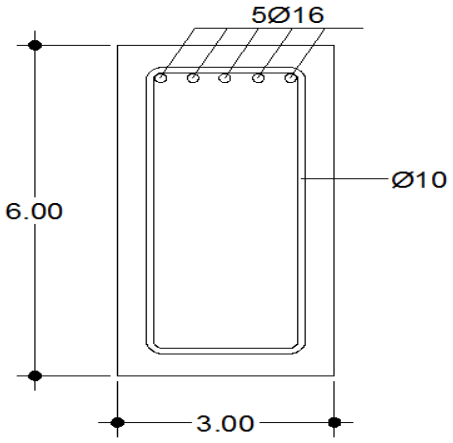
Jumlah tulangan

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.d^2} = \frac{943{,}08}{\frac{1}{4}.\pi.16^2} = 4{,}69 \sim 5 \text{ buah}$$

sehingga tulangan yang dipakai adalah 5 Ø 16

Kontrol Lebar Balok

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ø sengkang	= 2 x 10 mm	= 20 mm
5 x Ø tulangan pokok	= 5 x 16 mm	= 80 mm
Jarak antar tulangan	= 4 x 25 mm	= 100 mm
	Jumlah	= 280 mm < 300 mm (OK)



Gambar 3.141 Detail Tulangan Tumpuan Sloof Memanjang

2. Tulangan Lapangan

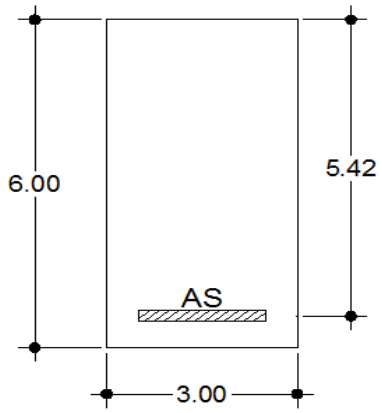
Dimensi Balok = 30 x60 cm

Mu = 42,55 KNm

Tinggi Efektif (d) = h – p – Øsengkang - ½ Ø tulangan utama

= 600 – 40 – 10 – ½ 16

= 542 mm



Gambar 3.142 Detail Garis As Tulangan Lapangan

$k = \frac{Mu}{\emptyset bd^2} = \frac{42{,}55\ x\ 10^6}{0{,}8.300.(542)^2} = 0{,}604$

Dari tabel ρ dengan melihat nilai k yaitu 0,604 didapat nilai ρ = 0,0058

Maka

As = ρ. b. d

= 0,0058 . 300 . 542

= 943,08 mm^2

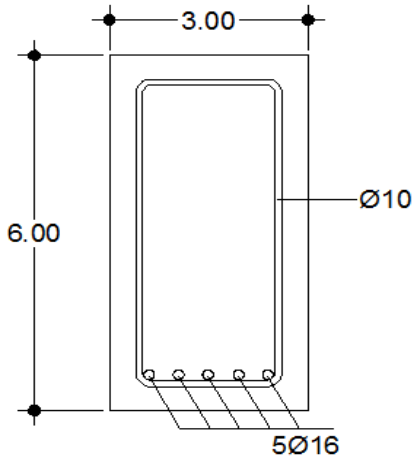
Jumlah tulangan

$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.d^2} = \frac{943{,}08}{\frac{1}{4}.\pi.16^2} = 4{,}69 \sim 5$ buah

sehingga tulangan yang dipakai adalah 5 Ø 16

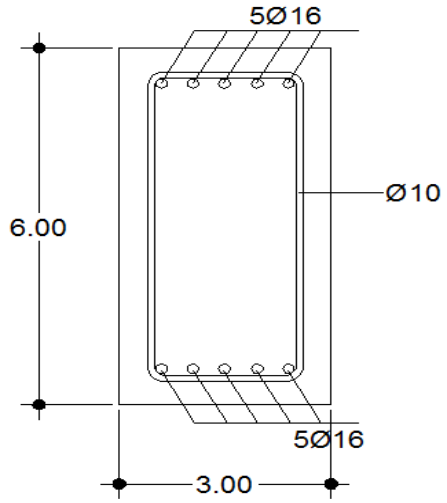
Kontrol Lebar Balok

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ø sengkang	= 2 x 10mm	= 20 mm
5 x Ø tulangan pokok	= 5 x 16mm	= 80 mm
Jarak antar tulangan	= 4 x 25 mm	= 100 mm
	Jumlah = 280 mm < 300 mm (OK)	



Gambar 3.143 Detail Tulangan Lapangan Sloof Memanjang

Dari perhitungan penulangan sloof memanjang diatas maka didapatkan bahwa untuk daerah tumpuan dipakai tulangan 5Ø16 dan daerah lapangan dipakai tulangan 5Ø16.



Gambar 3.144 Detail Tulangan Sloof Memanjang

Cek Daktilitas

AS tumpuan = AS lapangan = 1005,3 mm^2

$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$

$\rho_{aktual} = \frac{AS}{bd} = \frac{1005,3}{300 .542} = 0,0062$

$\rho_{maks} = 0,0403$

Maka $\rho_{min} < \rho_{aktual} < \rho_{maks}$ (oke)

Cek momen nominal

$a = \frac{AS .fy}{0,85 .fc'.b} = \frac{1005,3 .240}{0,85 .25 .300} = 37,847$

$Mn = \varphi . AS . fy . (d - \frac{a}{2})$

$= 0,8 . 1005,3 . 240 (542 - \frac{37,847}{2})$

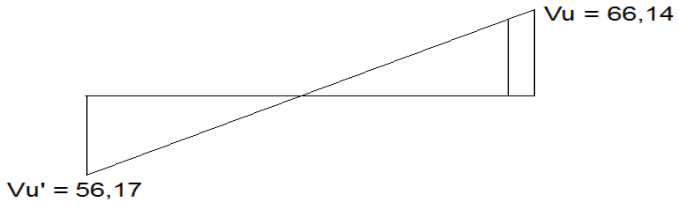
$= 100,963$ kNm

Momen dilapangan

100,963 KNm > 82,23 kNm (Aman)

100,963 KNm > 42,55 kNm (Aman)

Penulangan tulangan geser



Gambar 3.145 Diagram Tulangan Geser

Deff = 542

Vu = 66,14 KN

P = deff + $\frac{1}{2}$ kolom

= 542 + $\frac{1}{2}$ 500

= 792 mm

= 0,7920 m

X = $\frac{Vu}{Vu+Vu'}$ $L = \frac{66,14}{66,14 + 56,17} .7 = 3,785\ m$

Vu kritis = $\frac{Vu\ .(X-P)}{X} = \frac{66,14\ .\ (3,785-0,7920)}{3,785} = 52,30\ KN$

φVc = φ. $\frac{1}{6}$ $\sqrt{fc'}$. b.d = 0,75 . $\frac{1}{6}$. $\sqrt{25}$. 300 . 542 = 101,62 KN

ΦVc >Vu kritis, tidak memerlukan tulangan geser

Digunakan tulangan praktis

AV = 2 . $\frac{1}{4}$. π . d^2 = 2 . $\frac{1}{4}$. π . 10^2= 157,08

AV = $\frac{1}{3} + \frac{b\ .\ S}{fy}$

S = $\frac{3\ .\ AV\ .\ fy}{b} = \frac{3\ .\ 157,08\ .\ 240}{300} = 376,99$ mm

Smaks = $\frac{deff}{2} = \frac{542}{2} = 271$

Jadi, dipasang tulangan praktis Ø10-260

3.7.2 Perencanaan Sloof Melintang

Data Perencanaan

Dimensi Sloof	= 30 x 60 cm
Mutu Beton (f'c)	= 25 MPa
Mutu Baja (fy)	= 240 MPa
Tulangan Utama	= Ø19
Tulangan geser (sengkang)	= Ø10

Tebal selimut beton (p) = 40 mm

Pembebanan sloof

Beban Mati

a. Berat sendiri sloof = 0,3m x 0,6m x 24KN/m^3 = 4,32 KN/m

b. Berat dinding ½ bata = 4m x 1,2KN/m^3 = 4,8 KN/m

c. Plesteran (4cm) = 0,21KN/m^2 x 4 x 4m = 3,36 KN/m

WD = 12,48 KN/m

Beban Hidup WL = 0 KN/m

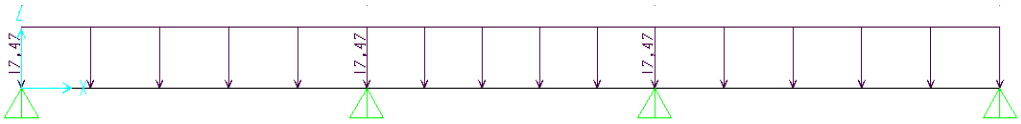
Beban Terfaktor (WU)

WU = 1,4 WD

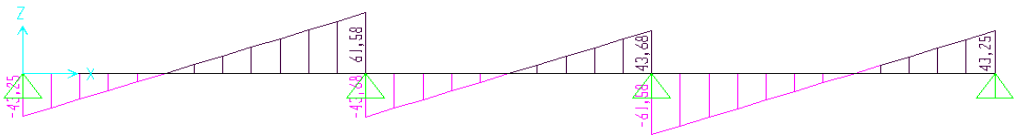
= 1,4 x 12,48 KN/m

= 17,472 KN/m

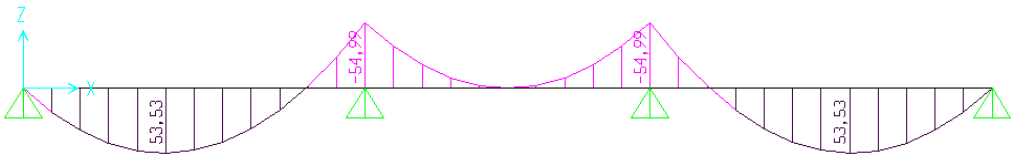
Data-data perencanaan dan pembebanan akan dimasukkan kedalam program SAP2000 versi 10 untuk selanjutnya di analisa dan hasil analisa akan ditampilkan berupa diagram.



Gambar 3.146 Pembebanan Sloof Melitang



Gambar 3.147 Diagram Gaya Lintang Sloof Melintang



Gambar 3.148 Diagram Gaya Momen Sloof Melintang

Penulangan Sloof Melintang

3. Tulangan Tumpuan

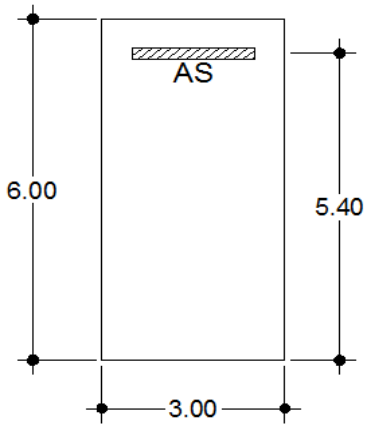
Dimensi Balok = 30 x60 cm

Mu = 54,99 KNm

Tinggi Efektif (d) = h – p – Øsengkang - ½ Ø tulangan utama

= 600 – 40 – 10 – ½ 19

= 540,5 mm



Gambar 3. 149 Detail Garis As Tulangan Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{\emptyset bd^2} = \frac{54{,}99\ x\ 10^6}{0{,}8.300.(540{,}5)^2} = 0{,}784$$

Dari tabel ρ dengan melihat nilai k yaitu 0,784 didapat nilai ρ = 0,0058

Maka

As = ρ. b. d

= 0,0058 . 300 . 540,5

= 940,47mm^2

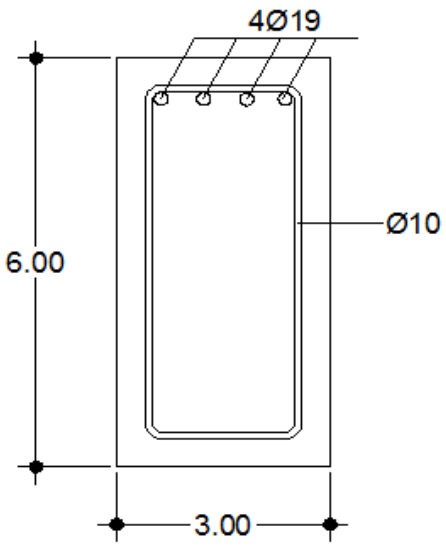
Jumlah tulangan

n = $\frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.d^2} = \frac{940,47}{\frac{1}{4}.\pi.19^2}$ = 3,32 ~ 4 buah

sehingga tulangan yang dipakai adalah 4 Ø 19

Kontrol Lebar Balok

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ø sengkang	= 2 x 10 mm	= 20 mm
5 x Ø tulangan pokok	= 4 x 19 mm	= 76 mm
Jarak antar tulangan	= 3 x 25 mm	= 75 mm
	Jumlah	= 251 mm < 300 mm (OK)

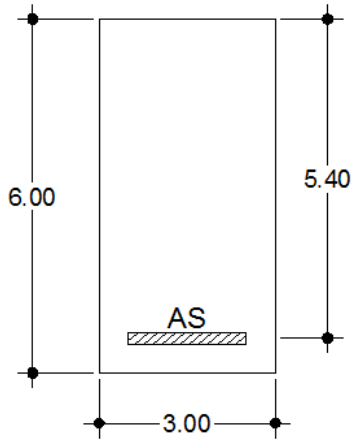


Gambar 3.150 Detail Tulangan Tumpuan Sloof Melintang

4. Tulangan Lapangan

Dimensi Balok	= 30 x60 cm
Mu	= 53,53 KNm
Tinggi Efektif (d)	= h – p – Øsengkang - ½ Ø tulangan utama
	= 600 – 40 – 10 – ½ 19
	= 540,5 mm

k = $\frac{Mu}{\emptyset bd^2} = \frac{53,53\ x\ 10^6}{0,8.300.(540,5)^2}$ = 0,763



Gambar 3.151 Detail Garis As Tulangan Lapangan

Dari tabel ρ dengan melihat nilai k yaitu 0,763 didapat nilai ρ = 0,0058

Maka

As = ρ. b. d

= 0,0058 . 300 . 540,5

= 940,47 mm^2

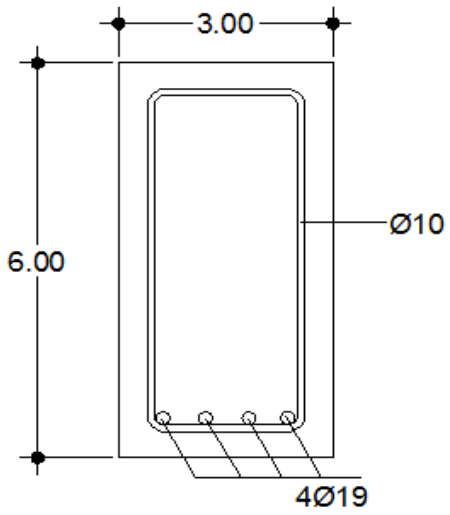
Jumlah tulangan

n = $\frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.d^2} = \frac{940,47}{\frac{1}{4}.\pi.19^2}$ = 3,32 ~ 4 buah

sehingga tulangan yang dipakai adalah 4 Ø 19

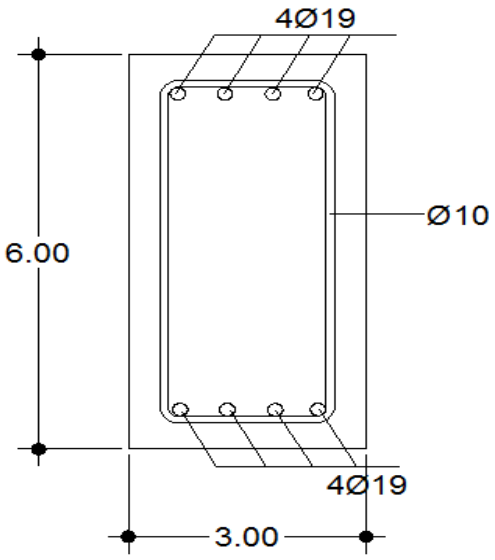
Kontrol Lebar Balok

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ø sengkang	= 2 x 10 mm	= 20 mm
5 x Ø tulangan pokok	= 4 x 19 mm	= 76 mm
Jarak antar tulangan	= 3 x 25 mm	= 75 mm
	Jumlah	= 251 mm < 300 mm (OK)



Gambar 3.152 Detail Tulangan Lapangan Sloof Melintang

Dari perhitungan penulangan sloof memanjang diatas maka didapatkan bahwa untuk daerah tumpuan dipakai tulangan 5Ø16 dan daerah lapangan dipakai tulangan 5Ø16.



Gambar 3.153 Detail Tulangan Sloof Melintang

Cek Daktilitas

AS tumpuan = AS lapangan = 1134,1mm^2

$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$

$\rho_{aktual} = \frac{AS}{bd} = \frac{1134,1}{300 .540,5} = 0,0070$

$\rho_{maks} = 0,0403$

Maka $\rho_{min} < \rho_{aktual} < \rho_{maks}$ (oke)

Cek momen nominal

$a = \frac{AS \,.fy}{0{,}85 \,.fc'.b} = \frac{1134{,}1 \,.240}{0{,}85 \,.25 \,.300} = 42{,}695$

Mn = φ . AS . fy . $(d - \frac{a}{2})$

= 0,8 . 1134,1 . 240 $(540{,}5 - \frac{42{,}695}{2})$

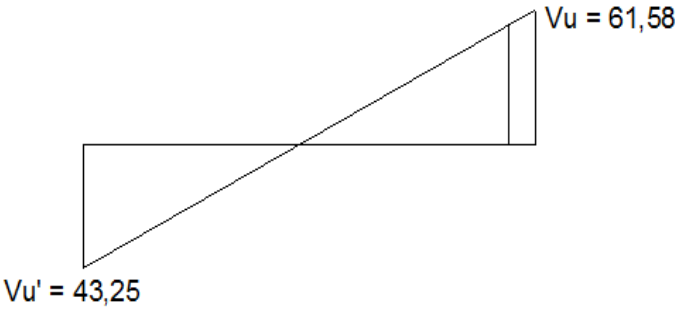
= 113,044 KNm

Momen dilapangan

113,044 KNm > 54,99 KNm (Aman)

113,044 KNm > 53,53 KNm (Aman)

Penulangan tulangan geser



Gambar 3.154 Detail Tulangan Geser

Deff = 540,5

Vu = 61,58 KN

P = deff + $\frac{1}{2}$ kolom

= 540,5 + $\frac{1}{2}$ 500

= 790,5 mm

= 0,7905 m

X = $\frac{Vu}{Vu+Vu'}\ L = \frac{61{,}58}{61{,}58 + 43{,}25}\ .6 = 3{,}525\ m$

Vu kritis = $\frac{Vu\ .(X-P)}{X} = \frac{61{,}58\ .\ (3{,}525-0{,}7905)}{3{,}525} = 47{,}77\ KN$

φVc = φ. $\frac{1}{6}\ \sqrt{fc'}$. b.d = 0,75 . $\frac{1}{6}$. $\sqrt{25}$. 300 . 540,5 = 101,34 KN

ΦVc >Vu kritis, tidak memerlukan tulangan geser

Digunakan tulangan praktis

AV = 2 . $\frac{1}{4}$. π . d^2 = 2 . $\frac{1}{4}$. π . 10^2= 157,08

AV = $\frac{1}{3} + \frac{b\ .\ S}{fy}$

S = $\frac{3\ .\ AV\ .\ fy}{b} = \frac{3\ .\ 157{,}08\ .\ 240}{300} = 376{,}99$ mm

Smaks = $\frac{deff}{2} = \frac{540{,}5}{2} = 270{,}25$

Jadi, dipasang tulangan praktis Ø10-260

3.8 Perencanaan Pondasi

Dari data sondir dapat diketahui bahwa nilai konus (NK) dan jumlah hambatan pelekat (JHP).

Data-data perencanaan :

Proyek Pembangunan : Gedung Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya

Diameter Pile : 30 x 30 cm

Luas Ab : $= \frac{1}{4} . \pi . D^2$

$= \frac{1}{4} . \pi . 60^2$

$= 2827{,}433$ cm² = 282743,3 mm²

Kedalaman pondasi : 12 m

Ukuran kolom : (50 x 50) cm

Keliling Penampang(O) : = π . D = π .60 = 188,495 cm

Nilai konus (NK) : 139,1 Kg/cm^2

Jmlh Hambatan Pelekat : 4909,575 Kg/cm

Beban yang bekerja

Portal C – C (Melintang)	=	2301,31 KN/m
Portal 2-2 (Memanjang)	=	4675,28 KN/m
Sloof Melintang	=	61,58 KN/m
Sloof Memanjang	=	66,14 KN/m
Pu	=	7104,31 KN/m

Momen Portal Melintang C-C (Mx) = 41,43 KNm

Momen Portal Memanjang 2-2 (My) = 47,92 KNm

3.8.1 Perhitungan Pondasi

1. Daya Dukung Ijin Tiang

- Terhadap Kekuatan Bahan Tiang

Q_{tiang} = σ x Atiang

= 0,3 . fc' . Atiang

= 0,3 x 25 x 282743,3

= 2120574,75 N

= 2120,574 KN → diambil yang terkecil

- Terhadap Kekuatan Tanah

$$Q_{ijin} = \frac{NK.Ab}{Fb} + \frac{JHP.O}{Fs}$$

$$= \frac{139,1\ .\ 2827,433}{3} + \frac{4909,575\ .\ 188,495}{5}$$

= 316184,71 kg = 3161,84 KN

- Menentukan Jumlah Pondasi

Berat pondasi tiang pancang ditaksir 10% dari berat total

Q = (P x 10%) + P + Berat poer

= (7104,31 x 10%) + 7104,31 + (2,5m x 2,5m x 0,80m x 24KN/cm³)

= 7934,741KN

$n = \frac{Q}{Qijin} = \frac{7934,741}{2120,574} = 3,74 \sim 4$ tiang

Jarak antar tiang (s)

Smin = 0,6 m dan Smaks = 2,0 m

Direncanakan S = 2,5 . D = 2,5 x 60 = 150 cm = 1,5 m

Efisiensi kelompok tiang, Eg :

$\text{Arc tan} = \frac{D}{s} = \frac{60}{150} = 21,801$

m =2 , n = 2

$Eg = 1 - \frac{\theta}{90^\circ}\left\{\frac{(m-1)n+(n-1)m}{m.n}\right\}$

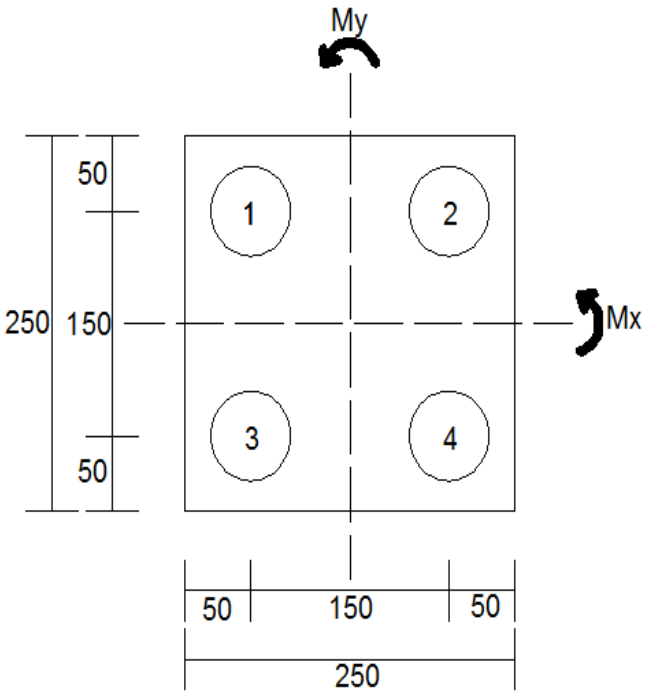
$= 1 - \frac{21,801^\circ}{90^\circ}\left\{\frac{(2-1).2+(2-1).2}{2.2}\right\}$

= 0,7577

$Q_{ijin\ group} = Q_{ijin}\ .\ n\ .\ Eg$

=3161,84 KN . 4 . 0,7577

= 9582,904 KN



Gambar 3.155 Jumlah Pondasi Tiang

- Beban yang bekerja pada masing – masing tiang

  P = 7934,741 KN

  Mx = 41,43 KNm

  My = 47,92 KNm

  Diametr 30

  $\Sigma y^2 = y_1^2+y_2^2+y_3^2+y_4^2$

  $= (0,75)^2+(0,75)^2+(0,75)^2+(0,75)^2$

  $= 2,25\ m^2$

  $\Sigma x^2 = X_1^2+X_2^2+X_3^2+X_4^2$

  $= (0,75)^2+(0,75)^2+(0,75)^2+(0,75)^2$

  $= 2,25\ m^2$

- Tiang no. 1

  $X_1 = 0,75$ m

  $Y_1 = 0,75$ m

$$Qn = \frac{Q}{n} \pm \frac{Mx.y1}{\Sigma y^2} \pm \frac{My.x1}{\Sigma x^2}$$

$$Q_1 = \frac{7934,741}{4} + \frac{41,43\ .\ 0,75}{2,25} + \frac{47,92\ .\ 0,75}{2,25}$$

$$= 2013,468 \text{ KN}$$

- Tiang no. 2

$X_2 = 0,75$ m

$Y_2 = 0,75$ m

$$Qn = \frac{Q}{n} \pm \frac{Mx.y2}{\Sigma y^2} \pm \frac{My.x2}{\Sigma x^2}$$

$$Q_2 = \frac{7934,741}{4} + \frac{41,43\ .\ 0,75}{2,25} - \frac{47,92\ .\ 075}{2,25}$$

$$= 1981,522 \text{ KN}$$

- Tiang no. 3

$X_3 = 0,75$ m

$Y_3 = 0,75$ m

$$Qn = \frac{Q}{n} \pm \frac{Mx.y3}{\Sigma y^2} \pm \frac{My.x3}{\Sigma x^2}$$

$$Q_3 = \frac{7934,741}{4} - \frac{41,43\ .\ 0,75}{2,25} + \frac{47,92\ .\ 0,75}{2,25}$$

$$= 1985,849 \text{ KN}$$

- Tiang no. 4

$X_4 = 0,75$ m

$Y_4 = 0,75$ m

$$Qn = \frac{Q}{n} \pm \frac{Mx.y4}{\Sigma y^2} \pm \frac{My.x4}{\Sigma x^2}$$

$$Q_4 = \frac{7934,741}{4} - \frac{41,43\ .\ 0,75}{2,25} - \frac{47,92\ .\ 0,75}{2,25}$$

$$= 1953,902 \text{ KN}$$

Cek jumlah total Q setiap tiang terhadap Q_{total}

$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

7934,741KN = 2013,468 + 1981,522 + 1985,849 + 1953,902

7934,741KN = 7934,741 KN

Karena Q ijin grup = 9582,904 KN> Qtotal yang bekerja =7934,741 KN, maka pondasi ini aman.

3.8.2 Perhitungan Bore Pile

Beban pada tiap-tiap Bore Pile, P = 7934,741 KN / 4 bh = 1983,685 KN

Mutu Baja (fy) : 400 Mpa

Mutu Beton (f'c) : 25 Mpa

Diameter Bore pile : 600 mm

Diameter Tul. Pokok : D36

Diameter Tul. Sengkang : D10

d' = 75 + 10 + ½ . 36 = 103 mm

d = 600 – 103 = 497 mm

ρ_g = 2 %

As = As' = 0,02 . 600 . 497 = 5964

(6D36, As = 6107,2 mm²)

Periksa Pu terhadap keadaan seimbang

Tebal Penampang segiempat ekivalen = 0,8 (600) = 480

Lebar Penampang segiempat ekivalen (b) = $\frac{\frac{\pi}{4}(600)^2}{480}$ = 589,1 mm

As = As' = ½ Ast = ½ . 6107,2 = 3053,6 mm

$C_b = \frac{600}{600+fy} . d = \frac{600}{600+400} . 497$ = 298,2 mm

a_b = 0,85 . C_b = 0,85 . 298,2 = 253,47 mm

$\varepsilon_s' = \frac{C_b - d'}{C_b} .0{,}003 = \frac{298{,}2 - 103}{298{,}2} . 0{,}003 = 0{,}0018$

$\varepsilon_y = \frac{fy}{Es} = \frac{400}{200000} = 0{,}0020$

$\varepsilon_s' < \varepsilon_y$

fs' = Es . ε_s' = 200000 . 0,0018 = 360 Mpa

ØPnb = Ø (0,85 fc' . ab . b + As' . fs' – As. fy)

Ø Pnb = 0,65 (0,85 . 25 . 253,47. 589,1 + 3053,6 . 360 – 3053,6 . 400)

Ø Pnb = 1957869,94 N = 1957,869 Kn < 1983,685 Kn

Ø Pnb < Pu maka akan mengalami hancur dengan diawali beton didaerah tekan.

Periksa terhadap kekuatan Penampang :

Ds = 600 – 2 (75) = 450 mm

e min = 15 + 0,03 . 600 = 33 mm

$\frac{3e}{Ds} = \frac{3.33}{450} = 0{,}22$

$\frac{9{,}6\ h\ .\ e}{(0{,}8h+0{,}67\ Ds)^2} = \frac{9{,}6\ .600\ .33}{(0{,}8\ .600+0{,}67.450)^2} = 0{,}311$

$$Pn = \frac{As\ .fy}{\left(\frac{3e}{Ds}\right)+ 0{,}5} + \frac{Ag\ .fc'}{\frac{9{,}6\ h.e}{(0{,}8h+0{,}67\ Ds)^2}+ 1{,}18}$$

$$= \frac{6107{,}2\ .400}{(0{,}22)+0{,}5} + \frac{282743{,}3\ .\ 25}{(0{,}311)+ 1{,}18}$$

Pn = 8133722,22 n = 8133,722Kn

ØPn = 0,65 . 8133,72 kn = 5286,918 kn

ØPn = 5286,918 > Pu $_{maks}$ = 1983,685 kn (oke)

Dengan demikian ukuran bor pile 60 cm dengan tulangan 6D36 dapat digunakan.

Merencanakan Penulangan spiral

$\rho_{s\ perlu} = 0{,}45\ .\ (\frac{Ag}{Ac} - 1)\ .\ \frac{fc'}{fy}$

Digunakan tulangan spiral D10 dengan f_{sy} = 400 Mpa, tebal bersih selimut beton d_c = 75 mm.

Dc = h – 2dc = 600 – 2.75 = 450 mm

Ac = $\frac{1}{4}\ \pi\ (450)^2$ = 159043,13 mm^2

Ag = 282743,3 mm^2

$\rho_s = 0{,}45\ .\ (\frac{282743{,}3}{159043{,}13} - 1)\ .\ \frac{25}{400} = 0{,}022$

Sedangkan spasi spiral adalah :

$S = \frac{4As(Dc-ds)}{Dc^2\ \rho_s} = \frac{4.78{,}5(450-10)}{450^2\ 0{,}022} = 31{,}01$ mm

Jarak spiral yang di izinkan SNI 03-2847-2002 minimal 25 mm dan maksimal 75 mm, jadi spiral batang D10 – 30 mm

Perhitungan Tulangan Pasak

Digunakan tulangan pasak dengan f_{sy} = 240 Mpa

Kuat tekan rencana kolom

Ø.Pn = Ø.0,85.Fc'.Ag

= 0,65.0,85.25.(500.500).10^{-3}

= 3453,125 kn

Jadi, ØPn = 3453,125 kn > P = 1983,685 kn

ØPn > P → Beban pada kolom dapat dipindahkan dengan dukungan saja. Tetapi disyaratkan untuk mengunakan tulangan pasak minimum.

As_{min} = 0,005 x Ag

= 0,005 x 500 x 500

= 1250 mm^2

Jumlah Tulangan yang dipakai = $\frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.d^2} = \frac{1250}{\frac{1}{4}.\pi.22^2}$ = 3,29 = 4 bh

Kontrol Panjang Penyaluran Tulangan Pasak :

Ldb = 0,25. fy. $\frac{db}{\sqrt{f'c}} \geq$ 0,04. Fy. db

= 0,25. 240. $\frac{22}{\sqrt{25}} \geq$ 0,04. 240. 22

= 264 mm ≥ 211,2 mm

L1 = h – p – 2 Øpondasi – db

= 800 – 75 – 2.22 – 10

= 371 mm > 264 mm (Oke)

Karena jumlah tulangan kolom lantai dasar adalah D22 maka jumlah tulangan pasak mengikuti jumlah tulangan kolom, maka dipakai tulangan pasak D22.

3.8.3 Perhitungan Pilecap

Data – data:

- Tebal pilecap : 800 mm = 0,80 m
- Panjang (L) : 250 cm
- Lebar (B) : 250 cm
- Dimensi (A) : 2,5 m x 2,5 m = 6,25 m^2
- P : 75 mm = 0,75 cm
- Diameter tulangan : 22 mm
- f'c : 25 Mpa
- fy : 240 Mpa

d_{eff} = h – p – ½ . Øtulangan – Øtulangan
= 800 mm – 75 mm – ½ . 22 mm – 22 mm
= 692 mm

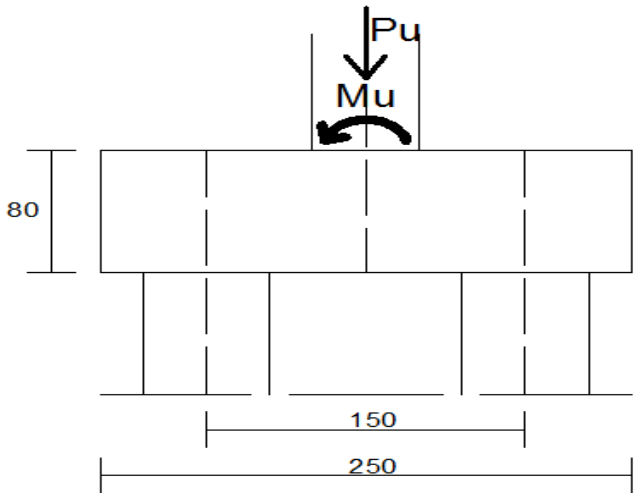
Beban Pu :

Pu kombinasi dari kolom	=	7624,75 KN
Sloof memanjang	=	66,14 KN
Sloof melintang	=	61,58 KN
Pu	=	7752,47 KN

Mu Melintang = 41,43 KNm

Mu Memanjang = 47,92 KNm

Diambil momen terbesar pada Mu portal melintang dan memanjang. Mu = 47,92 KNm (Arah memanjang).



Gambar 3.156 Sketsa Pembebanan Pilecap

$R_B = \frac{(7752{,}47\ \text{KN}\ \text{x}\ 1{,}25\ \text{m}) - 47{,}92\ \text{KNm}}{2{,}5\ m}$

$= 3857{,}067\ \text{KN}$

$R_A = 7752{,}47\ \text{KN} - 3857{,}067\ \text{KN}$

$= 3895{,}403\ \text{KN}$

Mu maks $= 3895{,}403\ \text{KN} \times 1{,}25\ \text{m}$

$= 4869{,}253\ \text{knm}$

$K = \frac{Mu}{ø \times b \times d^2} = \frac{4869{,}253\ x\ 10^6}{0{,}8\ x\ 2500\ x\ 692^2} = 5{,}1123 \rightarrow \rho = 0{,}0249$

$As = \rho \times b \times d$

$= 0{,}0249 \times 2500 \times 692$

$= 43077\ mm^2$

Jumlah Tulangan yang dipakai $= \frac{As}{\frac{1}{4}.\ \pi.\ d^2}$

$= \frac{43077}{\frac{1}{4}.\ \pi\ .\ 22^2}$

$= 113{,}32 \sim 114\ bh$

As 1 D 22 = 380,1 mm^2

Jarak tulangan

$=\frac{As\ Tulangan}{As\ Pakai}\ x\ Lebar\ poer$

$=\frac{380,1}{43077}\ x\ 2500$

=22,05 ~ 25 OK

Jadi dipakai tulangan D22−25.

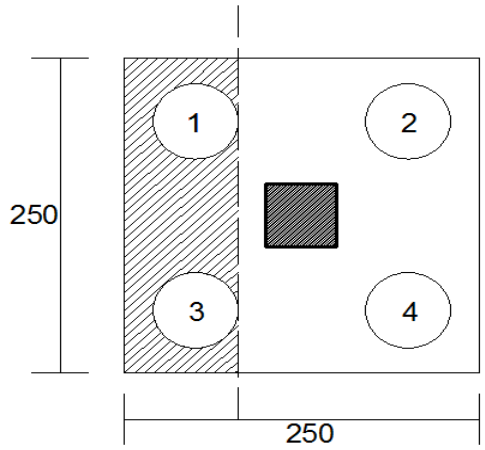
Pengecekan Tebal Pile Cap

Tebal pile cap dipakai = 0,8 m

Pu = 1983,685 KN untuk satu bore pile

<u>Untuk Aksi Satu Arah</u>

Tiang yang berada diluar daerah kritis adalah 2 buah, maka gaya geser pada penampang kritis adalah:



Gambar 3.157 Detail Gaya Geser Pilecap

Gaya geser terfaktor → Vu = 2 x Pu = 2 x 1983,685 KN = 3967,37 KN

Gaya geser normal → ØVc = Ø . $^1/_6$. bw . d .$\sqrt{fc'}$

= Ø . $^1/_6$. 2500 . 692 .$\sqrt{25}$

= 1081250 N = 1081,25 KN

Vu > ØVc → 3967,37 KN > 1081,25 KN

Jadi, tebal pelat tidak mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser.

Av = $\frac{\pi . d^2}{4} = \frac{\pi . 22^2}{4}$ = 380,132 mm^2

S = $\frac{\phi.Av.fy.d}{Vu - \phi Vc} = \frac{0,75\ x\ 380,132\ x\ 240\ x\ 692}{3967,37 - 1081,25}$ = 164,05 mm^2

Smaks = $\frac{d}{2} = \frac{692}{2}$ = 346 mm (diambil jarak 170 mm)