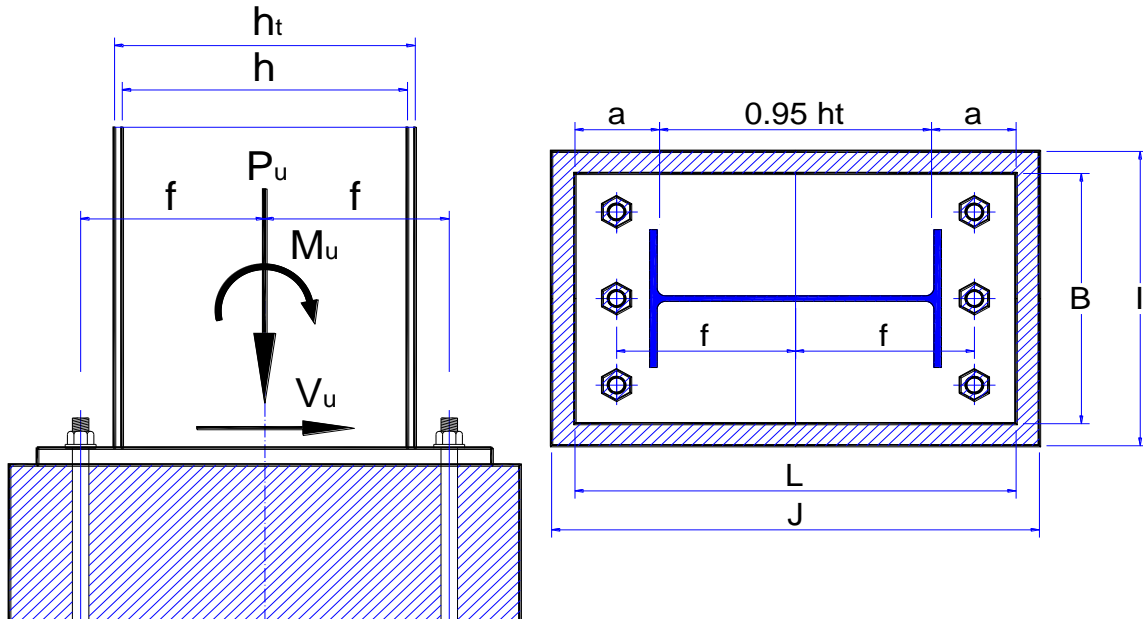


## PERHITUNGAN TUMPUAN (BEARING)

### BASE PLATE DAN ANGKUR

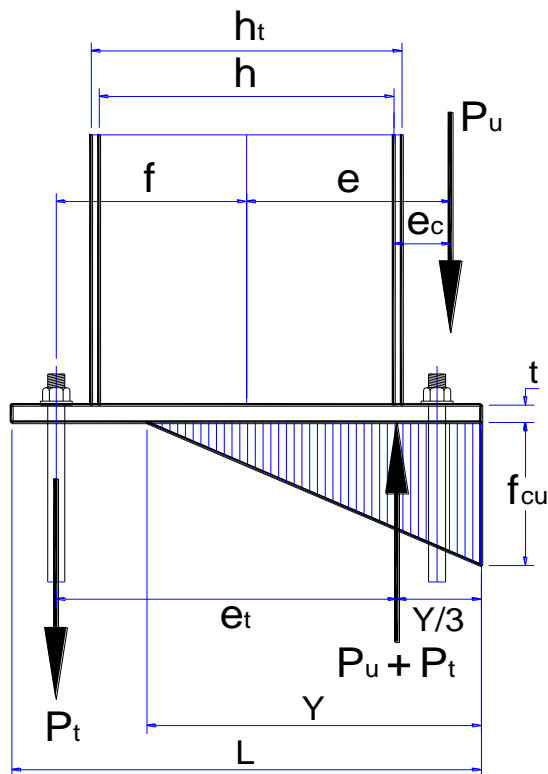


### 1. DATA TUMPUAN

BEBAN KOLOM	DATA BEBAN KOLOM		
Gaya aksial akibat beban terfaktor,	$P_u =$	206035	N
Momen akibat beban terfaktor,	$M_u =$	124511955	Nmm
Gaya geser akibat beban terfaktor,	$V_u =$	102256	N
PLAT TUMPUAN (BASE PLATE)	DATA PLAT TUMPUAN		
Tegangan leleh baja,	$f_y =$	240	MPa
Tegangan tarik putus plat,	$f_u^p =$	370	MPa
Lebar plat tumpuan,	$B =$	330	mm
Panjang plat tumpuan,	$L =$	540	mm
Tebal plat tumpuan,	$t =$	20	mm
KOLOM PEDESTRAL	DATA KOLOM BETON		
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	20	MPa
Lebar penampang kolom,	$l =$	400	mm
Panjang penampang kolom,	$J =$	600	mm

DIMENSI KOLOM BAJA	DATA KOLOM BAJA	
Profil baja :	WF 400.200.8.13	
Tinggi total,	$h_t =$	400 mm
Lebar sayap,	$b_f =$	200 mm
Tebal badan,	$t_w =$	8 mm
Tebal sayap,	$t_f =$	13 mm
ANGKUR BAUT	DATA ANKUR BAUT	
Jenis angkur baut,	Tipe :	A-325
Tegangan tarik putus angkur baut,	$f_u^b =$	825 MPa
Tegangan leleh angkur baut,	$f_y =$	400 MPa
Diameter angkur baut,	$d =$	19 mm
Jumlah angkur baut pada sisi tarik,	$n_t =$	3 bh
Jumlah angkur baut pada sisi tekan,	$n_c =$	3 bh
Jarak baut terhadap pusat penampang kolom,	$f =$	220 mm
Panjang angkur baut yang tertanam di beton,	$L_a =$	500 mm

## 2. EKSENTRISITAS BEBAN



Eksentrisitas beban,

$$e = M_u / P_u = \boxed{604.32} \text{ mm}$$

$$L / 6 = \boxed{90.00} \text{ mm}$$

$e > L / 6$  (OK)

$$h = h_t - t_f = \boxed{387} \text{ mm}$$

$$e_t = f + h / 2 = \boxed{414} \text{ mm}$$

$$e_c = f - h / 2 = \boxed{26.5} \text{ mm}$$

Jumlah angkur baut total,

$$n = n_t + n_c = \boxed{6} \text{ bh}$$

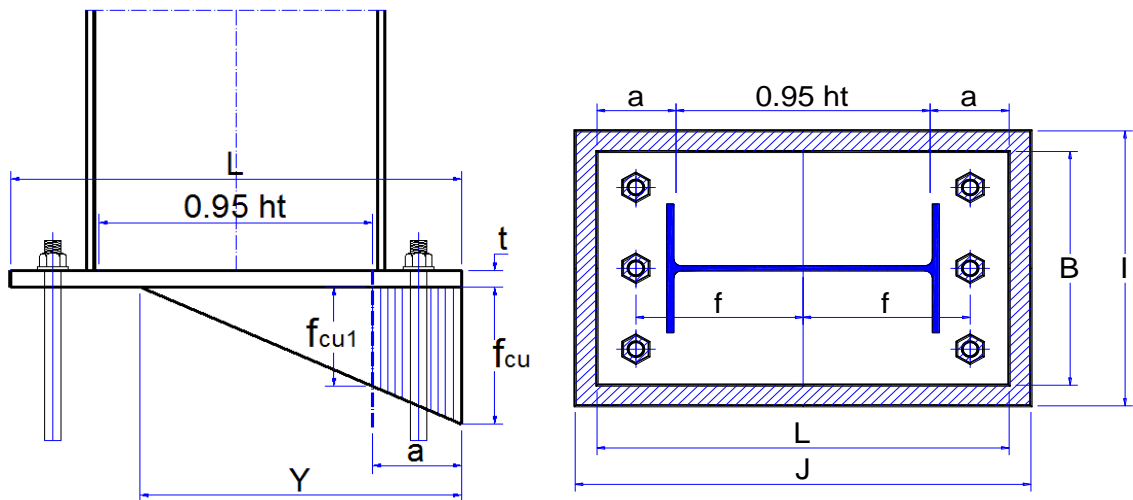
### 3. TAHANAN TUMPU BETON

Gaya tarik pada angkur baut,	$P_t = P_u * e_c / e_t =$	13204	N
Gaya tekan total pada plat tumpuan,	$P_{uc} = P_u + P_t =$	219239	N
Panjang bidang tegangan tekan beton,	$Y = 3 * (L - h) / 2 =$	229.50	mm
Luas plat tumpuan baja,	$A_1 = B * L =$	178200	mm <sup>2</sup>
Luas penampang kolom pedestral,	$A_2 = I * J =$	240000	mm <sup>2</sup>
Tegangan tumpu nominal,	$f_{cn} = 0.85 * f'_c * \sqrt{A_2 / A_1} =$	19.729	MPa
	$f_{cn} = 1.70 * f'_c =$	34.000	MPa
Tegangan tumpu nominal beton yg digunakan,	$f_{cn} =$	19.729	MPa
Faktor reduksi kekuatan tekan beton,	$\phi =$	0.65	
Tegangan tumpu beton yg diijinkan,	$\phi * f_{cn} =$	12.824	MPa
Tegangan tumpu maksimum yang terjadi pada beton,	$f_{cu} = 2 * P_{uc} / (Y * B) =$	5.790	MPa

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_{cu} \leq \phi * f_{cn}$$

5.790 < 12.824 → AMAN (OK)



## 4. KONTROL DIMENSI PLAT TUMPUAN

Lebar minimum plat tumpuan yang diperlukan,

$$B_{p \min} = P_{uc} / (0.5 * \phi * f_{cn} * Y) = 149 \text{ mm}$$

Lebar plat yang digunakan,

$$B = 330 \text{ mm}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$B_{p \min} \leq B$$

$$149 < 330 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

Panjang bagian plat tumpuan jepit bebas,

$$a = (L - 0.95 * h_t) / 2 = 80 \text{ mm}$$

$$f_{cu1} = (1 - a / Y) * f_{cu} = 3.771 \text{ MPa}$$

Modulus penampang plastis plat,

$$Z = 1/4 * B * t^2 = 33000 \text{ mm}^3$$

Momen yang terjadi pada plat akibat beban terfaktor,

$$M_{up} = 1/2 * B * f_{cu1} * a^2 + 1/3 * B * (f_{cu} - f_{cu1}) * a^2 = 5403462 \text{ Nmm}$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi_b = 0.90$$

Tahanan momen nominal plat,

$$M_n = f_y * Z = 7920000 \text{ Nmm}$$

Tahanan momen plat,

$$\phi_b * M_n = 7128000 \text{ Nmm}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$M_{up} \leq \phi_b * M_n$$

$$5403462 < 7128000 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 5. GAYA TARIK PADA ANGKUR BAUT

Gaya tarik pada angkur baut,

$$T_{u1} = P_t / n_t = 4401 \text{ N}$$

Tegangan tarik putus angkur baut,

$$f_u^b = 825 \text{ MPa}$$

Luas penampang angkur baut,

$$A_b = \pi / 4 * d^2 = 284 \text{ mm}^2$$

Faktor reduksi kekuatan tarik,

$$\phi_t = 0.90$$

Tahanan tarik nominal angkur baut,

$$T_n = 0.75 * A_b * f_u^b = 175433 \text{ N}$$

Tahanan tarik angkur baut,

$$\phi_t * T_n = 157890 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$T_{u1} \leq \phi_t * T_n$$

$$4401 < 157890 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 6. GAYA GESER PADA ANGKUR BAUT

Gaya geser pada angkur baut,	$V_{u1} = V_u / n =$	17043	N
Tegangan tarik putus baut,	$f_u^b =$	825	MPa
Jumlah penampang geser,	$m =$	1	
Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,	$r_1 =$	0.4	
Luas penampang baut,	$A_b = \pi / 4 * d^2 =$	284	mm <sup>2</sup>
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi_f =$	0.75	
Tahanan geser nominal,	$V_n = r_1 * m * A_b * f_u^b =$	93564	N
Tahanan geser angkur baut,	$\phi_f * V_n =$	70173	N
Syarat yang harus dipenuhi :			

$$V_{u1} \leq \phi_f * V_n$$

17043 < 70173 → AMAN (OK)

## 7. GAYA TUMPU PADA ANGKUR BAUT

Gaya tumpu pada angkur baut,	$R_{u1} = V_{u1} =$	17043	N
Diameter baut,	$d =$	19	mm
Tebal plat tumpu,	$t =$	20	mm
Tegangan tarik putus plat,	$f_u^p =$	370	MPa
Tahanan tumpu nominal,	$R_n = 2.4 * d * t * f_u^p =$	337440	N
Tahanan tumpu,	$\phi_f * R_n =$	253080	N
Syarat yang harus dipenuhi :			

$$R_{u1} \leq \phi_f * R_n$$

17043 < 253080 → AMAN (OK)

## 8. KOMBINASI GESER DAN TARIK

Konstanta tegangan untuk baut mutu tinggi,	$f_1 =$	807	MPa
	$f_2 =$	621	MPa
Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,	$r_2 =$	1.9	
Tegangan geser akibat beban terfaktor,	$f_{uv} = V_u / (n * A_b) =$	60.11	MPa
Kuat geser angkur baut,	$\phi_f * r_1 * m * f_u^b =$	247.50	MPa

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_{uv} = V_u / (n * A_b) \leq \phi_f * r_1 * m * f_u^b$$

	$60.11$	$<$	$247.50$	$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>
--	---------	-----	----------	---------------	------------------

Gaya tarik akibat beban terfaktor,

$$T_{u1} = 4401 \text{ N}$$

Tahanan tarik angkur baut,

$$\phi_f * T_n = \phi_f * f_1 * A_b = 171606 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$T_{u1} \leq \phi_f * f_1 * A_b$$

	$4401$	$<$	$171606$	$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>
--	--------	-----	----------	---------------	------------------

Kuat tarik angkur baut,

$$f_t = 0.75 * f_u^b = 618.75 \text{ MPa}$$

Batas tegangan kombinasi,

$$f_1 - r_2 * f_{uv} = 692.79 \text{ MPa}$$

$$f_2 = 621.00 \text{ MPa}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_t \leq f_1 - r_2 * f_{uv}$$

	$618.75$	$<$	$692.79$	$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>
--	----------	-----	----------	---------------	------------------

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_t \leq f_2$$

	$618.75$	$<$	$621.00$	$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>
--	----------	-----	----------	---------------	------------------

## 9. KONTROL PANJANG ANGKUR BAUT

Panjang angkur tanam yang digunakan,

$$L_a = 500 \text{ mm}$$

Kuat tekan beton,

$$f_c' = 20$$

Tegangan leleh baja,

$$f_y = 400$$

Diameter angkur baut,

$$d = 19$$

Panjang angkur tanam minimum yang diperlukan,

$$L_{min} = f_y / (4 * \sqrt{f_c'}) * d = 425 \text{ mm}$$

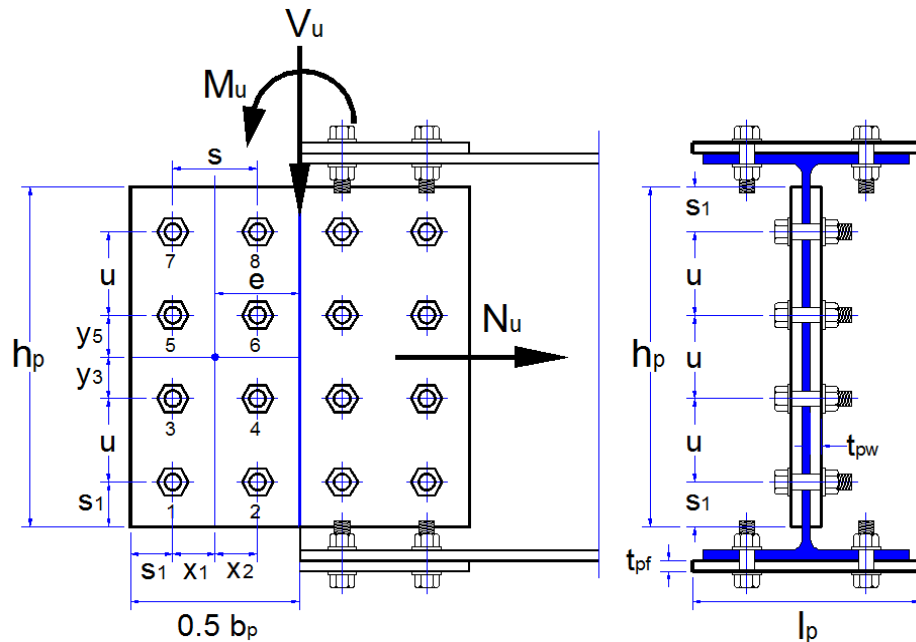
Syarat yang harus dipenuhi :

$$L_{min} \leq L_a$$

	$425$	$<$	$500$	$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>
--	-------	-----	-------	---------------	------------------

# PERHITUNGAN SAMBUNGAN AKSIAL LENTUR DAN GESER

[C]2011 : M. Noer Ilham



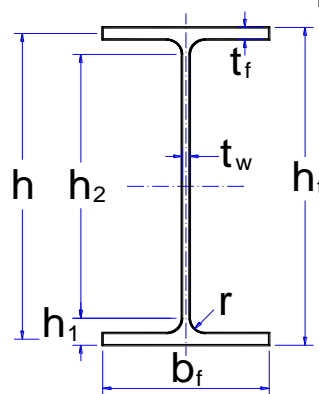
## 1. DATA SAMBUNGAN

DATA KOORDINAT BAUT

No	$X_i$ (mm)	$Y_i$ (mm)
1	-50	-90
2	50	-90
3	-50	-30
4	50	-30
5	-50	30
6	50	30
7	-50	90
8	50	90

Profil baja :

**WF 400.200.8.13**



$h_t =$	400	mm
$b_f =$	200	mm
$t_w =$	8	mm
$t_f =$	13	mm
$r =$	16	mm
$A =$	8410	mm <sup>2</sup>
$I_x =$	237000000	mm <sup>4</sup>
$I_y =$	17400000	mm <sup>4</sup>
$r_x =$	168	mm
$r_y =$	45.4	mm
$S_x =$	1190000	mm <sup>3</sup>
$S_y =$	174000	mm <sup>3</sup>

BEBAN PADA SAMBUNGAN	BEBAN SAMBUNGAN		
Momen akibat beban terfaktor,	$M_u =$	76500000	Nmm
Gaya geser akibat beban terfaktor,	$V_u =$	82000	N
Gaya aksial akibat beban terfaktor,	$N_u =$	39000	N
Eksentrisitas sambungan,	$e =$	110	mm
PLAT SAMBUNG	DATA PLAT SAMBUNG		
Tegangan leleh baja,	$f_y =$	240	MPa
Tegangan tarik putus plat,	$f_u^p =$	370	MPa
Lebar plat sambung pada badan,	$h_p =$	330	mm
Tebal plat sambung pada badan,	$t_{pw} =$	8	mm
Lebar plat sambung pada sayap,	$l_p =$	220	mm
Tebal plat sambung pada sayap,	$t_{pf} =$	10	mm
Faktor reduksi kekuatan tarik atau lentur plat,	$\phi =$	0.9	
BAUT	DATA BAUT		
Jenis sambungan baut,	Tipe baut :	A-325	
Tegangan tarik putus baut,	$f_u^b =$	825	MPa
Diameter baut,	$d =$	16	mm
Jumlah baut pada penampang kritis badan,	$n =$	4	bh
Jumlah baut pada badan,	$n_w =$	8	bh
Jumlah baut pada penampang kritis sayap,	$n' =$	2	bh
Faktor reduksi kekuatan geser baut,	$\phi_f =$	0.75	

## 2. TAHANAN MOMEN DAN GESER

Modulus penampang plastis profil baja,

$$Z_x = t_w * h_t^2 / 4 + (b_f - t_w) * (h_t - t_f) * t_f = 1285952 \text{ mm}^3$$

Luas penampang badan,

$$A_w = h_t * t_w = 3200 \text{ mm}^2$$

Tahanan momen penampang,

$$\phi * M_n = \phi * f_y * Z_x = 277765632 \text{ Nmm}$$

Tahanan geser penampang,

$$\phi_f * V_n = \phi_f * 0.60 * f_y * A_w = 345600 \text{ N}$$



### 3. KONTROL JUMLAH BAUT PADA BADAN

Gaya geser akibat beban terfaktor,	$V_u =$	82000	N
Tegangan tarik putus baut,	$f_u^b =$	825	MPa
Tegangan tarik putus plat,	$f_u^p =$	370	MPa
Jumlah bidang geser (untuk kondisi samb. ganda),	$m =$	2	
Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,	$r_1 =$	0.4	
Tebal plat badan,	$t_w =$	8	mm
Diameter baut,	$d =$	16	mm
Luas penampang baut,	$A_b = \pi / 4 * d^2 =$	201	mm <sup>2</sup>
Tahanan geser nominal baut,	$V_n = r_1 * m * A_b * f_u^b =$	132701	N
Tahanan geser baut,	$\phi_f * V_n =$	99526	N
Tahanan tumpu nominal plat,	$R_n = 2.4 * d * t_w * f_u^p =$	113664	N
Tahanan tumpu plat,	$\phi_f * R_n =$	85248	N
Jumlah baut minimum yg diperlukan pada penampang kritis badan, Terhadap geser,	$n_{min} = V_u / (\phi_f * V_n) =$	0.82	bh

Syarat yang harus dipenuhi :

$$n_{min} \leq n$$

$$0.82 < 4 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

Terhadap tumpu,

$$n_{min} = V_u / (\phi_f * R_n) = 0.96 \text{ bh}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$n_{min} \leq n$$

$$0.96 < 4 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

### 4. KONTROL TEBAL PLAT SAMBUNG PADA BADAN

Luas bidang geser,	$A_{nv} = V_u / (\phi_f * 0.60 * f_u^p) =$	492.49	mm <sup>2</sup>
Diameter baut,	$d =$	16	mm
Diameter lubang baut,	$d_1 = d + 2 =$	18	mm
Tebal plat sambung minimum pada badan,	$t_{pw \text{ min}} = A_{nv} / [2 * (h_p - n * d_1)] =$	0.95	mm

Syarat yang harus dipenuhi :

$$t_{pw \text{ min}} \leq t_{pw}$$

$$0.95 < 8 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 5. KONTROL JUMLAH BAUT PADA SAYAP

Gaya tarik akibat momen,	$T_u = M_u / (h_t + t_{pf}) =$	186585	N
Kondisi sambungan baut geser tunggal,	$m =$	1	
Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,	$r_1 =$	0.4	
Tahanan geser 1 baut,	$\phi_f * V_n = \phi_f * r_1 * m * A_b * f_u^b =$	49763	N
Tahanan tumpu 1 baut,	$\phi_f * R_n = 2.4 * \phi_f * d * t_{pf} * f_u^p =$	106560	N
Kekuatan 1 baut,	$\phi_f * T_n =$	49763	N
Jumlah baut minimum yang diperlukan pada penampang kritis sayap,	$n'_{min} = T_u / (2 * \phi_f * T_n) =$	1.87	bh

Syarat yang harus dipenuhi :

$$n'_{min} \leq n' \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

1.87 < 2

## 6. KONTROL TEBAL PLAT SAMBUNG PADA SAYAP

Luas penampang tarik plat,	$A_{nf} = T_u / (\phi * f_u^p) =$	560.32	mm <sup>2</sup>
Tebal minimum plat sambung pada sayap,	$t_{pf min} = A_{nf} / (l_p - n' * d_1) =$	3.05	mm

Syarat yang harus dipenuhi :

$$t_{pf min} \leq t_{pf} \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

3.05 < 10

## 7. GAYA PADA BAUT BADAN

Kapasitas momen pada badan,	$M_{uw} = 1/6 * \phi * t_{pw} * h_p^2 * f_y * h_p / (h_t + t_{pf}) =$	25243551	Nmm
Momen tambahan akibat eksentrisitas,	$\Delta M_u = V_u * e =$	9020000	Nmm
Momen total pada badan,	$\Sigma M_u = M_{uw} + \Delta M_u =$	34263551	Nmm

Gaya pada masing-masing baut badan akibat momen dihitung sebagai berikut :

$$R_{uxi} = (\Sigma M_u) * y_i / (\Sigma x^2 + \Sigma y^2)$$

$$R_{uyi} = (\Sigma M_u) * x_i / (\Sigma x^2 + \Sigma y^2)$$

GAYA-GAYA PADA MASING-MASING BAUT

No	$x_i$ (mm)	$y_i$ (mm)	$x_i^2$ (mm <sup>2</sup> )	$y_i^2$ (mm <sup>2</sup> )	$R_{uyi}$ (N)	$R_{uxi}$ (N)
1	-50	-90	2500	8100	-30592	-55066
2	50	-90	2500	8100	30592	-55066
3	-50	-30	2500	900	-30592	-18355
4	50	-30	2500	900	30592	-18355
5	-50	30	2500	900	-30592	18355
6	50	30	2500	900	30592	18355
7	-50	90	2500	8100	-30592	55066
8	50	90	2500	8100	30592	55066

$$\Sigma = \begin{matrix} 20000 \\ 36000 \end{matrix}$$

Jumlah baut pada badan,

$$n_w = \boxed{8}$$

Gaya tambahan pada baut badan akibat gaya geser dan gaya aksial,

Gaya tambahan akibat gaya geser arah vertikal (arah y),

$$\Delta P_{uvi} = P_{uv} / n_w = \boxed{10250} \text{ N}$$

Gaya tambahan akibat gaya aksial arah horisontal (arah x),

$$\Delta P_{uhi} = P_{uh} / n_w = \boxed{4875} \text{ N}$$

Resultan gaya pada baut badan,

$$R_{ui} = \sqrt{[(R_{uxi} + \Delta P_{uhi})^2 + (R_{uyi} + \Delta P_{uvi})^2]}$$

No	$R_{uyi} + \Delta P_{uvi}$ (N)	$R_{uxi} + \Delta P_{uhi}$ (N)	$R_{ui}$ (N)
1	-20342	-50191	54157
2	40842	-50191	64709
3	-20342	-13480	24404
4	40842	-13480	43010
5	-20342	23230	30878
6	40842	23230	46987
7	-20342	59941	63299
8	40842	59941	72533

$$R_{u \max} = \boxed{72533} \text{ N}$$

## 8. KONTROL KEKUATAN BAUT PADA BADAN

### 8.1. TERHADAP GESER

Gaya geser akibat beban terfaktor,	$V_u = R_{u \max} =$	72533	N
Kondisi sambungan baut geser ganda, maka nilai	$m =$	2	
Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,	$r_1 =$	0.4	
Luas penampang baut,	$A_b = \pi / 4 * d^2 =$	201	mm <sup>2</sup>
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi_f =$	0.75	
Tahanan geser nominal 1 baut,	$V_n = r_1 * m * A_b * f_u^b =$	132701	N
Tahanan geser 1 baut,	$\phi_f * V_n =$	99526	N

Syarat yang harus dipenuhi :

$$V_u \leq \phi_f * V_n$$

72533 < 99526 → AMAN (OK)

### 8.2. TERHADAP TUMPU

Gaya tumpu akibat beban terfaktor,	$R_d = R_{u \max} =$	72533	N
Diameter baut,	$d =$	16	mm
Tebal plat badan,	$t_w =$	8	mm
Tegangan tarik putus plat,	$f_u^p =$	370	MPa
Tahanan tumpu nominal plat,	$R_n = 2.4 * d * t_w * f_u^p =$	113664	N
Tahanan tumpu plat,	$\phi_f * R_n =$	85248	N

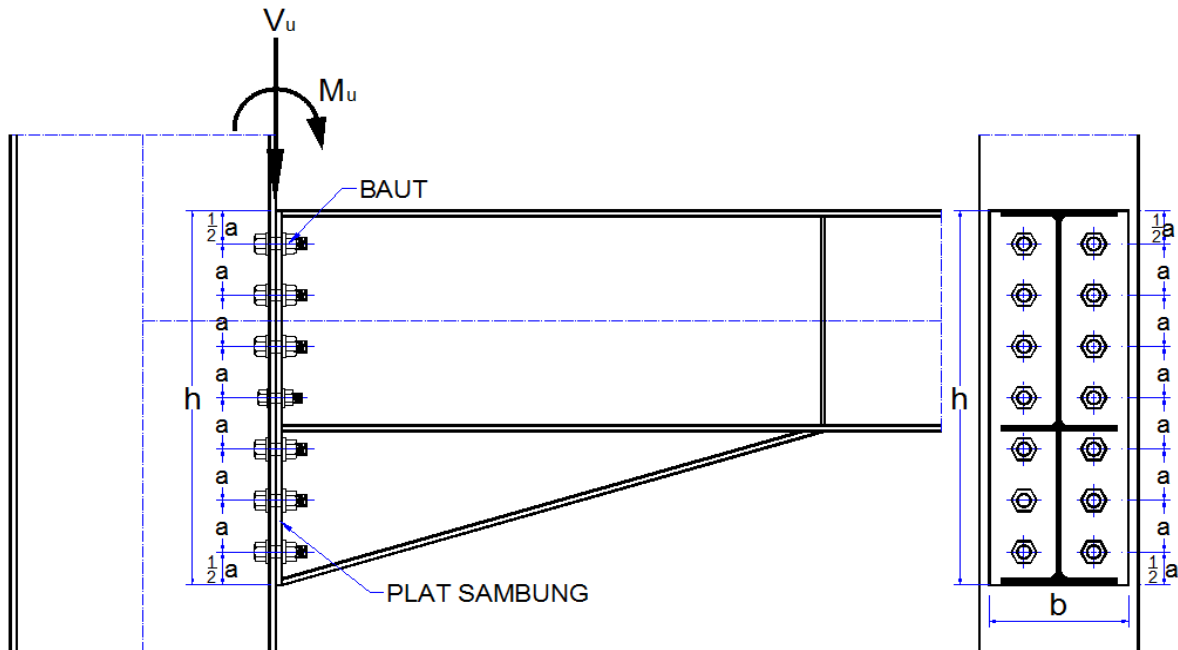
Syarat yang harus dipenuhi :

$$R_d \leq \phi_f * R_n$$

72533 < 85248 → AMAN (OK)

# PERHITUNGAN SAMBUNGAN LENTUR DAN GESER

[C]2011 : M. Noer Ilham



## 1. DATA SAMBUNGAN

Gaya geser akibat beban terfaktor,

Momen akibat beban terfaktor,

$V_u =$	354000	N
$M_u =$	58300000	Nmm

### 1.1. BAUT

Jenis baut yang digunakan,

Tegangan tarik putus baut,

Diameter baut

Jarak antara baut,

Jumlah baut dalam satu baris,

Jumlah baris baut,

Faktor reduksi kekuatan tarik baut,

Faktor reduksi kekuatan geser baut,

Tipe baut :	A-325	
$f_u^b =$	825	MPa
$d =$	19	mm
$a =$	60	mm
$n_x =$	2	bh
$n_y =$	7	baris
$\phi_t =$	0.75	
$\phi_f =$	0.75	

## 1.2. PLAT SAMBUNG

Tegangan leleh plat,

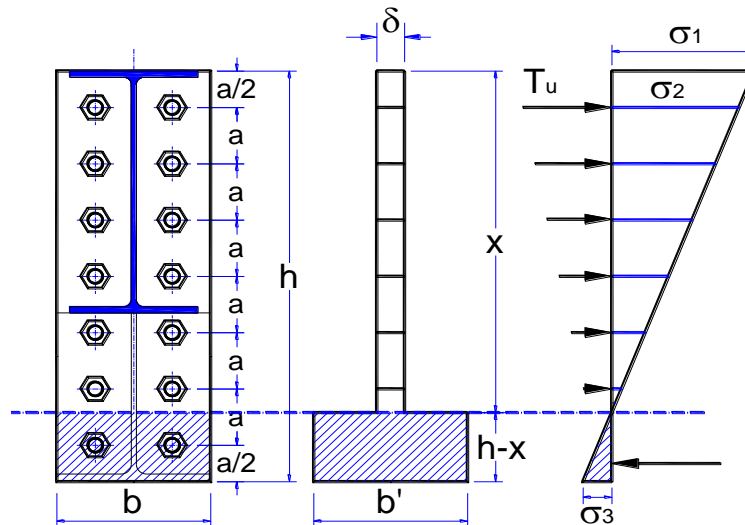
Tegangan tarik putus plat,

Lebar plat sambung,

Tebal plat sambung,

$f_y =$	240	MPa
$f_u^p =$	370	MPa
$b =$	175	mm
$t =$	10	mm

## 2. LETAK GARIS NETRAL



Jumlah baut total,

$$n = n_x * n_y = 14 \text{ bh}$$

Tinggi plat sambung,

$$h = n_y * a = 420 \text{ mm}$$

Lebar plat sambung ekuivalen sebagai pengganti baut tarik,

$$\delta = n_x * (\pi / 4 * D^2) / a = 9.4510 \text{ mm}$$

Lebar efektif plat sambung bagian tekan,

$$b' = 0.75 * b = 131.25 \text{ mm}$$

Misal garis netral terletak pada jarak x dari sisi atas plat sambung.

Momen statis luasan terhadap garis netral,

$$1/2 * b' * (h - x)^2 = 1/2 * \delta * x^2$$

$$(b' - \delta) / 2 * x^2 - b' * h * x + 1/2 * b' * h^2 = 0$$

$$(b' - \delta) / 2 * x^2 - b' * h * x + 1/2 * b' * h^2 = 0 \quad (\text{persamaan kuadrat dalam } x)$$

$A_x = (b' - \delta)/2$	=	61
$B_x = -b' * h$	=	-55125
$C_x = 1/2 * b' * h^2$	=	11576250
$D_x = B_x^2 - 4 * A_x * C_x$	=	218813303
$x = [-B_x - \sqrt{D_x}] / (2 * A_x)$	=	331.14 mm

### 3. TEGANGAN YANG TERJADI PADA BAUT

Persamaan hubungan tegangan,

$$\sigma_3 = (h - x) / x * \sigma_1 \quad \leftarrow \quad \text{pers. (1)}$$

$$\sigma_2 = (x - a / 2) / x * \sigma_1 \quad \leftarrow \quad \text{pers. (2)}$$

Persamaan momen :

$$1/2 * (h - x) * b' * \sigma_3 * 2/3 * (h - x) + 1/2 * x * \delta * \sigma_1 * 2/3 * x = M_u$$

$$1/2 * (h - x) * b' * (h - x) / x * \sigma_1 * 2/3 * (h - x) + 1/2 * x * \delta * \sigma_1 * 2/3 * x = M_u$$

maka diperoleh :  $\sigma_1 = 3 * M_u / [(h - x)^3 / x * b' + x^2 * \delta]$   $\leftarrow$  pers. (3)

Tegangan pada masing-masing baris baut dihitung sebagai berikut :

Tegangan tarik pada sisi atas plat sambung,

Dari pers. (3) :  $\sigma_1 = 3 * M_u / [(h - x)^3 / x * b' + x^2 * \delta] = 133.06$  MPa

Tegangan tekan pada sisi bawah plat sambung,

Dari pers. (1) :  $\sigma_3 = (h - x) / x * \sigma_1 = 35.71$  MPa

Tegangan tarik pada baut baris teratas,

Dari pers. (2) :  $\sigma_2 = (x - a / 2) / x * \sigma_1 = 121.01$  MPa

Tegangan tarik putus pada baut dan plat :

Tegangan tarik putus baut,  $f_u^b = 825$  MPa

Tegangan tarik putus plat,  $f_u^p = 370$  MPa

### 4. GAYA TARIK PADA BAUT

Gaya tarik yang terjadi pada baut baris teratas,

$$T_u = \sigma_2 * a * \delta = 68618 \text{ N}$$

Gaya tarik yang ditahan satu baut,

$$T_{u1} = T_u / n_x = 34309 \text{ N}$$

Luas penampang baut,

$$A_b = \pi / 4 * d^2 = 284 \text{ mm}^2$$

Tahanan tarik nominal satu baut,

$$T_n = 0.75 * A_b * f_u^b = 175433 \text{ N}$$

Tahanan tarik satu baut,

$$\phi_t * T_n = 131575 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$T_{u1} \leq \phi_t * T_n$$

34309 < 131575 → **AMAN (OK)**

## 5. GAYA GESER PADA BAUT

Gaya geser yang ditahan oleh satu baut,

$$V_{s1} = V_u / n = 25286 \text{ N}$$

Kondisi sambungan baut geser tunggal, maka nilai

$$m = 1$$

Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,

$$r_1 = 0.4$$

Luas penampang baut,

$$A_b = \pi / 4 * d^2 = 284 \text{ mm}^2$$

Tahanan geser nominal baut,

$$V_n = r_1 * m * A_b * f_u^b = 93564 \text{ N}$$

Tahanan geser baut,

$$\phi_f * V_n = 70173 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$V_{s1} \leq \phi_f * V_n$$

$$25286 < 70173 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 6. GAYA TUMPU PADA BAUT

Gaya tumpu yang ditahan satu baut,

$$R_{s1} = V_{s1} = 25286 \text{ N}$$

Diameter baut,

$$d = 19 \text{ mm}$$

Tebal plat sambung,

$$t = 10 \text{ mm}$$

Tegangan tarik putus plat,

$$f_u^p = 370 \text{ MPa}$$

Tahanan tumpu nominal,

$$R_n = 2.4 * d * t * f_u^p = 168720 \text{ N}$$

Tahanan tumpu,

$$\phi_f * R_n = 126540 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$R_{s1} \leq \phi_f * R_n$$

$$25286 < 126540 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 7. KOMBINASI GESER DAN TARIK

Konstanta tegangan ( $f_1$ ) untuk baut mutu tinggi,

$$f_1 = 807 \text{ MPa}$$

Konstanta tegangan ( $f_2$ ) untuk baut mutu tinggi,

$$f_2 = 621 \text{ MPa}$$

Faktor pengaruh ulir pada bidang geser,

$$r_2 = 1.9$$

Tegangan geser yang terjadi,

$$f_{uv} = V_u / (n * A_b) = 89.18 \text{ MPa}$$

Tahanan geser baut,

$$\phi_f * r_1 * m * f_u^b = 247.50 \text{ MPa}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_{uv} = V_u / (n * A_b) \leq \phi_f * r_1 * m * f_u^b$$

$$89.18 < 247.50 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$



Gaya tarik yang terjadi,

$$T_{u1} = 34309 \text{ N}$$

Tahanan tarik baut,

$$\phi_f * T_n = \phi_f * f_1 * A_b = 171606 \text{ N}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$T_{u1} \leq \phi_f * T_n$$

$$34309 < 171606 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

Tegangan tarik,

$$f_t = 0.75 * f_u^b = 618.75 \text{ MPa}$$

Nilai tegangan kombinasi,

$$f_1 - r_2 * f_{uv} = 637.55 \text{ MPa}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_t \leq f_1 - r_2 * f_{uv}$$

$$618.75 < 637.55 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

Syarat yang harus dipenuhi :

$$f_t \leq f_2$$

$$618.75 < 621.00 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$