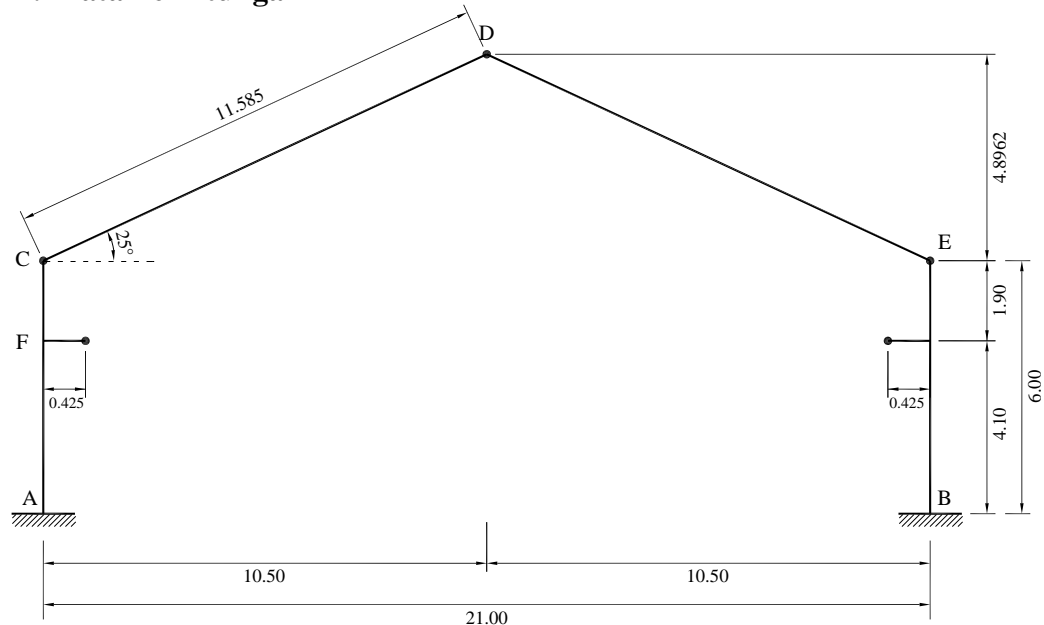


## PERHITUNGAN KONSTRUKSI BAJA II (GABLE)

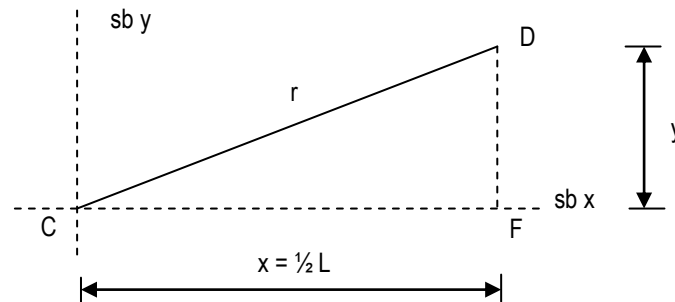
### A. Data Perhitungan



#### Ketentuan - Ketentuan :

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Type Konstruksi              | : Portal Gable                                  |
| 2. Bahan Penutup Atap           | : Seng Gelombang                                |
| 3. Jarak Antar Portal           | : 6 meter                                       |
| 4. Bentang kuda – kuda (L)      | : 21 meter                                      |
| 5. Jarak Gording                | : 1.93 meter                                    |
| 6. Tinggi Kolom (H)             | : 6 meter                                       |
| 7. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) | : $25^0$  |
| 8. Beban Angin                  | : $30 \text{ kg/m}^2$                           |
| 9. Bebab Berguna (P)            | : 100 kg  |
| 10. Alat sambung                | : Baut dan Las                                  |
| 11. Baja Profil                 | : ST – 37                                       |
| 12. Modulus elastisitas baja    | : $2.10^5 \text{ Mpa} = 2.10^6 \text{ kg/cm}^2$ |
| 13. Tegangan ijin baja          | : $1600 \text{ kg/cm}^2$                        |
| 14. Berat penutup atap          | : $10 \text{ kg/m}^2$                           |
| 15. Kapasitas Cranegirder       | : 5000 kg                                       |

## B. Perhitungan Gording



### 1. Menghitung Panjang Balok

Diketahui (L) = 21 m

➤ Jarak C - D

$$\begin{aligned}\cos 25^{\circ} &= x / r \\ r &= 10.5 / \cos 25^{\circ} = 11.585 \text{ m}\end{aligned}$$

➤ Jarak D - F

$$\begin{aligned}\tan 25^{\circ} &= y / x \\ y &= \tan 25^{\circ} \cdot 10.5 = 4.8962 \text{ m}\end{aligned}$$

➤ Jarak gording yang direncanakan = 2 m

➤ Banyaknya gording yang dibutuhkan

$$11.858/2 + 1 = 6.79 \approx 7 \text{ buah}$$

➤ Jarak gording yang sebenarnya

$$11.585/6 = 1.93 \text{ m}$$

### 2. Perhitungan Dimensi Gording

Untuk dimensi gording dicoba dengan menggunakan profil baja Light Lip Channel  $C_{150 \cdot 65 \cdot 20 \cdot 2,3}$  dengan data-data sebagai berikut :

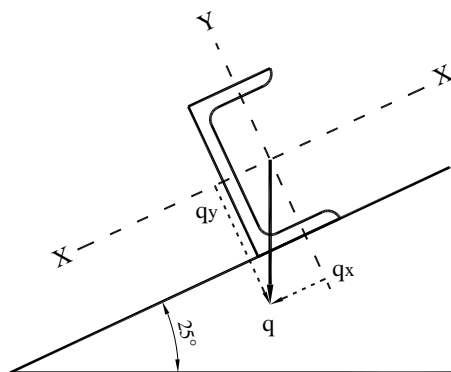
- A = 7.012 $\text{Cm}^2$	- q = 5.5 kg/m
- $I_x = 248 \text{Cm}^4$	- $W_x = 33 \text{Cm}^3$
- $I_y = 41.1 \text{Cm}^4$	- $W_y = 9.37 \text{Cm}^3$

➤ **Pembebanan pada gording :**

**a. Beban mati / Dead Load**

- Berat gording = 5.5 kg/m
  - Berat penutup atap (1,93 m x 10 kg/m<sup>2</sup>) = 19.3 kg/m
- $$\Sigma q = \overline{24.8 \text{ kg/m}}$$

Gording ditempatkan tegak lurus bidang penutup atap dan beban mati  $P_x$  bekerja vertical,  $P$  diuraikan pada sumbu X dan sumbu Y, sehingga diperoleh:

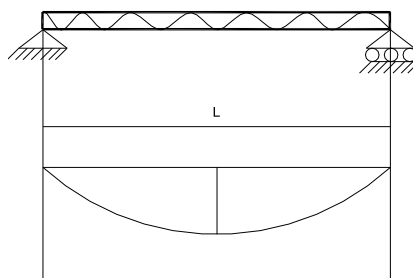


Gambar gaya kerja pada gording

$$q_x = q \cdot \sin \alpha = 24.8 \cdot \sin 25^\circ = 10.48 \text{ kg/m}$$

$$q_y = q \cdot \cos \alpha = 24.8 \cdot \cos 25^\circ = 22.48 \text{ kg/m}$$

Gording diletakkan di atas beberapa tumpuan (kuda-kuda), sehingga merupakan balok menerus di atas beberapa tumpuan dengan reduksi momen lentur maksimum adalah 80 %.



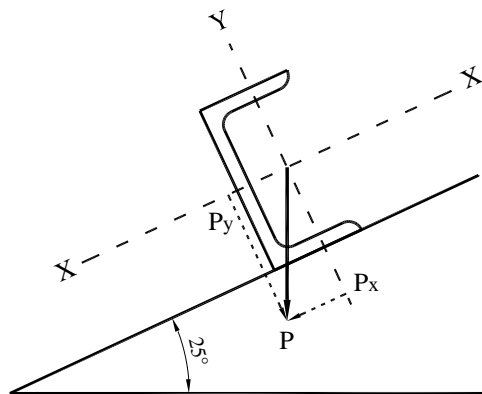
Gambar gaya kerja pada beban hidup atau beban berguna

Momen maksimum akibat beban mati :

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 1/8 \cdot q_x \cdot (l)^2 \cdot 80\% \\ &= 1/8 \cdot 10.48 \cdot (6)^2 \cdot 0,8 \\ &= 37.73 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y1} &= 1/8 \cdot q_y \cdot (l)^2 \cdot 80\% \\ &= 1/8 \cdot 22.48 \cdot (6)^2 \cdot 0,8 \\ &= 80.93 \text{ kgm} \end{aligned}$$

**b. Beban hidup / Live Load**



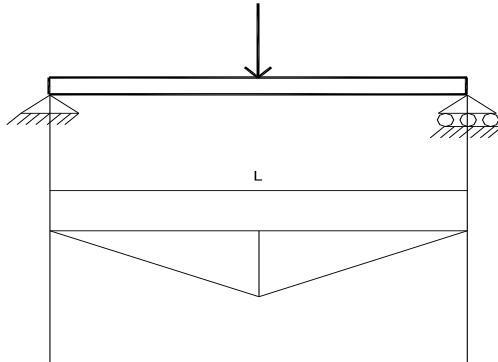
Gambar gaya kerja pada beban hidup atau beban berguna

Beban berguna atau beban hidup adalah beban terpusat yang bekerja di tengah-tengah bentang gording, beban ini diperhitungkan kalau ada orang yang bekerja di atas gording. Besarnya beban hidup diambil dari PPURG 1987,  $P = 100 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} P_x &= P \cdot \sin \alpha \\ &= 100 \cdot \sin 25^\circ = 42,26 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_y &= P \cdot \cos \alpha \\ &= 100 \cdot \cos 25^\circ = 90,63 \text{ kg} \end{aligned}$$

Momen yang timbul akibat beban terpusat dianggap Continuous Beam.



Gambar momen akibat beban berguna

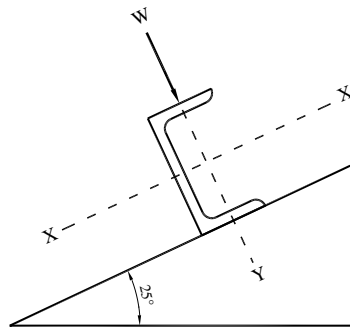
Momen maksimum akibat beban hidup

$$\begin{aligned} M_x 2 &= \left(\frac{1}{4} \cdot P_x \cdot l\right) \cdot 80 \% \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot 42,26 \cdot 6\right) \cdot 0,8 \\ &= 50,7 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y 2 &= \left(\frac{1}{4} \cdot P_y \cdot l\right) \cdot 80 \% \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot 90,63 \cdot 6\right) \cdot 0,8 \\ &= 108,7 \text{ kgm} \end{aligned}$$

**c. Beban Angin :**

Beban angin diperhitungkan dengan menganggap adanya tekanan positif (tiup) dan tekanan negatif (hisap), yang bekerja tegak lurus pada bidang atap. Menurut PPPURG 1987, tekanan tiup harus diambil minimal  $25 \text{ kg/m}^2$ . Dalam perencanaan ini, besarnya tekanan angin ( $w$ ) diambil sebesar  $30 \text{ kg/m}^2$ .



Gambar gaya kerja pada beban angin

Ketentuan :

- ✓ Koefisien angin tekan ( c ) =  $(0,02 \times \alpha - 0,4)$
- ✓ Koefisien angin hisap ( c' ) = - 0,4
- ✓ Beban angin kiri ( $W_1$ ) =  $30 \text{ kg/m}^2$
- ✓ Beban angin kanan ( $W_2$ ) =  $30 \text{ kg/m}^2$
- ✓ Kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $25^0$
- ✓ Jarak Gording = 1,93 m

Koefisien Angin

- ✓ Angin tekan ( c ) =  $(0,02 \cdot \alpha - 0,4)$   
=  $(0,02 \cdot 25^0 - 0,4)$   
= 0,1
- ✓ Angin hisap ( c<sup>1</sup>) = -0,4
  
- ✓ Angin Tekan (wt) =  $c \times W_1 \cdot (\text{jarak gording})$   
=  $0,1 \cdot 30 \cdot (1,93)$   
= 5.79 kg/m
- ✓ Angin Hisap (wh) =  $c^1 \cdot W_1 \cdot (\text{jarak gording})$   
=  $-0,4 \cdot 30 \cdot (1,93)$   
= -23.16 kg/m

Momen maksimum akibat beban angin

Dalam perhitungan diambil harga w (tekan terbesar)

$$W \text{ max} = 5.79 \text{ Kg/m}$$

$W_x = 0$ , karena arah beban angin tegak lurus sumbu batang balok.

Jadi momen akibat beban angin adalah :

$$\text{Akibat } W_x = 0$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 1/8 \cdot W_x \cdot (l)^2 \cdot 80 \% \\ &= 1/8 \cdot 0 \cdot 6 \cdot 0,8 \\ &= 0 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akibat } W_y &= 5,52 \\
 My_3 &= [1/8 \cdot W \cdot (l)^2] \cdot 80\% \\
 &= [1/8 \cdot 5.79 \cdot (6)^2] \cdot 0,8\% \\
 &= 20.8 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan momen

<b>P dan M</b>	<b>Atap + Gording (Beban Mati)</b>	<b>Beban Orang (Beban Hidup)</b>	<b>Angin</b>
P	24.8	100	5.79
Px	10.48	42.26	0
Py	22.48	90.6	5.79
Mx	37.73	50.7	0
My	80.93	108.7	20.8

#### **d. Kombinasi pembebanan**

✓ Akibat Beban Tetap

$$M = M \text{ Beban Mati} + M \text{ Beban Hidup}$$

$$\begin{aligned}
 M_x &= M_{x1} + M_{x2} \\
 &= 37.73 + 50.7 \\
 &= 88.5 \text{ kgm} = 8850 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= M_{y1} + M_{y2} \\
 &= 80.93 + 108.7 \\
 &= 189.6 \text{ kgm} = 18960 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

✓ Akibat Beban Sementara

$$M = M \text{ Beban Mati} + M \text{ Beban Hidup} + M \text{ Beban Angin}$$

$$\begin{aligned}
 M_x &= M_{x1} + M_{x2} + M_{x3} \\
 &= 37.73 + 50.7 + 0 \\
 &= 88.5 \text{ kgm} = 8850 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= M_{y1} + M_{y2} + M_{y3} \\
 &= 80.93 + 108.7 + 20.8 \\
 &= 210.43 \text{ kgm} = 21043 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

e. Kontrol tegangan

✓ Akibat Beban Mati + Beban Hidup

$$\sigma = \frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{8850}{9.37} + \frac{18960}{33} = 1519 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 1519 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ ..... OK}$$

✓ Akibat Beban Mati + Beban Hidup + Beban Angin

$$\sigma = \frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{8850}{9.37} + \frac{21043}{33} = 1582 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 1582 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ ..... OK}$$

f. Kontrol Lentutan :

Lentutan yang diijinkan untuk gording ( pada arah x terdiri 2 wilayah yang ditahan oleh trakstang).

$$f_{x \text{ ijin}} = \frac{1}{360} \cdot \frac{l}{2} = \frac{1}{360} \cdot \frac{600}{2} = 0.833 \text{ cm}$$

$$f_{y \text{ ijin}} = \frac{1}{360} \cdot l = \frac{1}{360} \cdot 600 = 1.667 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_x &= \frac{5}{384} \frac{q_x \cdot (l/2)^4}{E \cdot I_y} + \frac{1}{48} \frac{P_x \cdot (l/2)^3}{E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \cdot (0.1048) \cdot (600/2)^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 41.1} + \frac{1 \cdot (0.4226) \cdot (600/2)^3}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 41.1} \end{aligned}$$

$$f_x = 0.13 \text{ cm} < f_x \text{ ijin} = 0.833 \text{ cm} \text{ ..... OK!}$$

$$\begin{aligned} f_y &= \frac{5}{384} \frac{q_y \cdot (l/2)^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \frac{P_y \cdot (l/2)^3}{E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \cdot (0.2248) \cdot (600/2)^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 248} + \frac{1 \cdot (0.906) \cdot (600/2)^3}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 248} \end{aligned}$$



$$f_y = 0.74 \text{ cm} < f_y \text{ izin} = 1.667 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

jadi, gording *Light Lip Channel C* 150 x 65 x 20 x 2,3 aman untuk digunakan.

### 3. Perhitungan Batang Tarik (Trackstang)

Batang tarik (Trackstang) berfungsi untuk mengurangi lendutan gording pada arah sumbu x (miring atap) sekaligus untuk mengurangi tegangan lendutan yang timbul pada arah x. Beban-beban yang dipikul oleh trackstang yaitu beban-beban yang sejajar bidang atap (sumbu x), maka gaya yang bekerja adalah gaya tarik  $G_x$  dan  $P_x$ .

$G_x$  = Berat sendiri gording + penutup atap sepanjang gording  
arah sumbu x

$P_x$  = Beban berguna arah sumbu x

$$P \text{ total} = G_x + P_x = (q_x \cdot L) + P_x$$

Karena batang tarik dipasang dua buah, jadi per batang tarik adalah :

$$\begin{aligned} P &= P \text{ tot} / 2 = (q_x \cdot L) + P_x / 2 \\ &= \{ (10,48 \cdot 6) + 42,26 \} / 2 \\ &= 105.26 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{P}{F_n} \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2, \text{ dimana diambil } \sigma = \bar{\sigma}$$

$$F_n = \frac{P}{\bar{\sigma}} = \frac{105.26}{1600} = 0,066 \text{ cm}^2$$

$$F_{br} = 125\% \cdot F_n = 1,25 \cdot 0,066 = 0,08 \text{ cm}^2$$

$$F_{br} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2, \text{ dimana :}$$

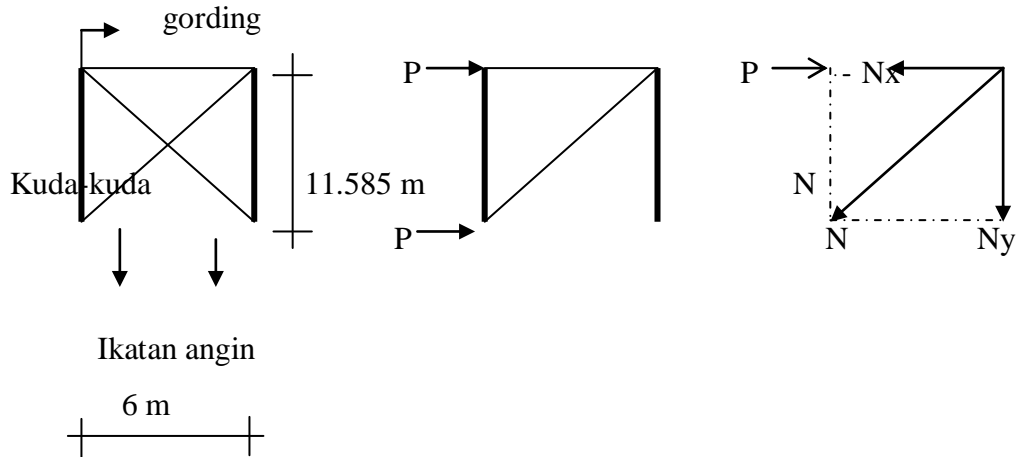
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{br}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,08}{3,14}} = 0.32 \text{ cm}$$

**Maka batang tarik yang dipakai adalah  $\varnothing$  6 mm.**

### 4. Perhitungan Ikatan Angin

Ikatan angin hanya bekerja menahan gaya normal ( axial ) tarik saja. Adapun cara kerjanya adalah apabila salah satu ikatan angin bekerja sebagai batang tarik, maka yang lainnya tidak menahan gaya apa – apa.

Sebaliknya apabila arah angin berubah, maka secara bergantian batang tersebut bekerja sebagai batang tarik.



N dicari dengan syarat keseimbangan, sedangkan  $P =$  gaya / tekanan angin.

$$\text{Tg } \beta = \frac{11.585}{6} = 1.93 \Rightarrow \beta = \text{arc tg } 1.93 = 62.61^\circ$$

$$P = (30 \times 11.585) = 347.6 \text{ kg.}$$

$$\Sigma H = 0, \Rightarrow N_x = P$$

$$\Rightarrow N \cos \beta = P$$

$$N = \frac{P}{\cos \beta} = \frac{347.6}{\cos 62.61^\circ}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{N}{Fn} \Rightarrow Fn = \frac{N}{\bar{\sigma}} = \frac{755.6}{1600} = 0.47 \text{ cm}^2$$

$$Fbr = 125\% \cdot Fn = 1.25 \cdot 0.47 = 0.6 \text{ cm}^2.$$

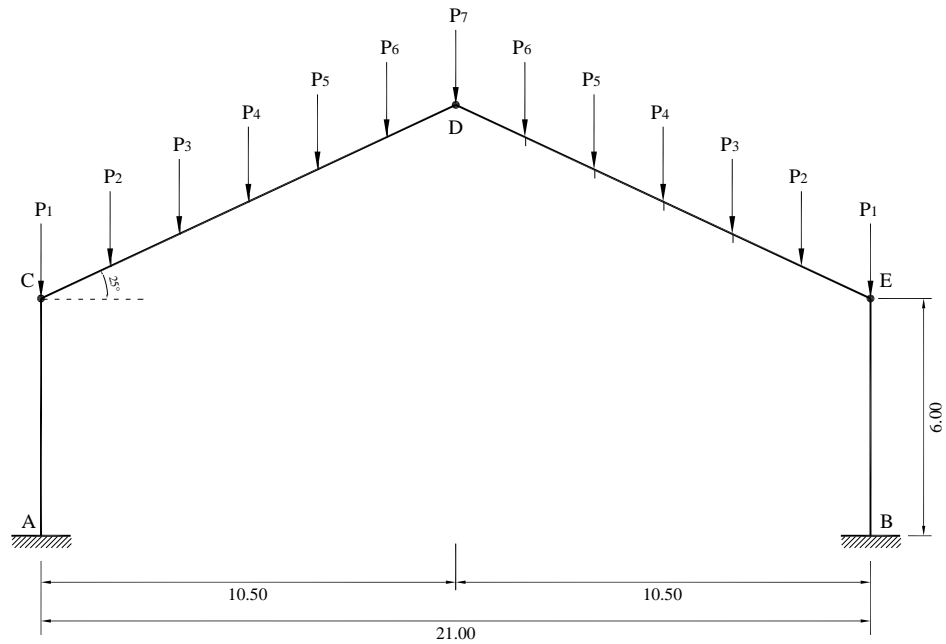
$$Fbr = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Fbr}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.6}{3.14}} = 0.87 \text{ cm.} \approx 1 \text{ cm} \approx 10 \text{ mm}$$

**Maka ikatan angin yang dipakai adalah  $\varnothing 10 \text{ mm}$**

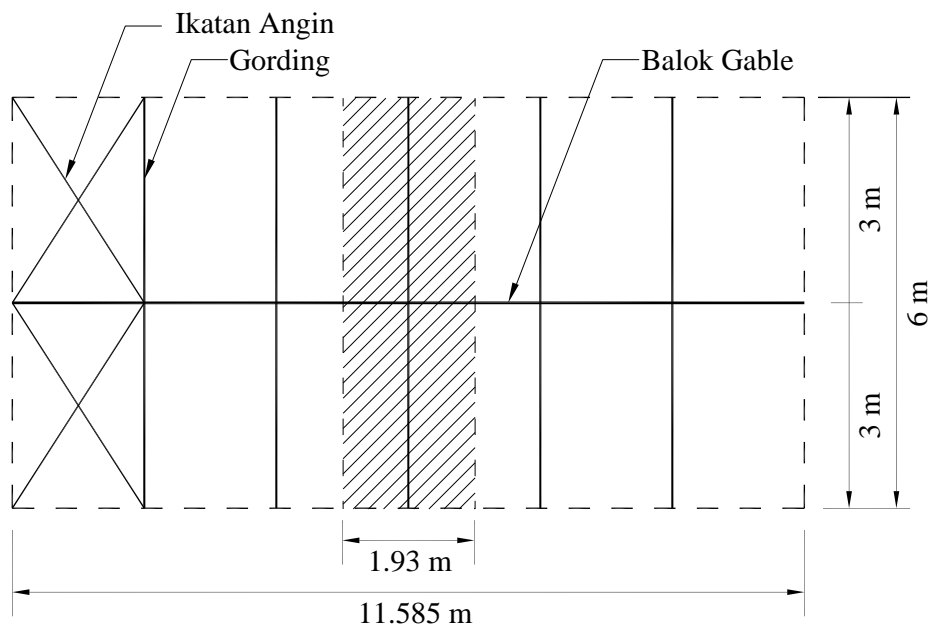
### C. Perhitungan Dimensi Balok Kuda-Kuda (*Gable*)

#### 1. Pembebanan Pada Balok Gable



Gambar distribusi pembebanan

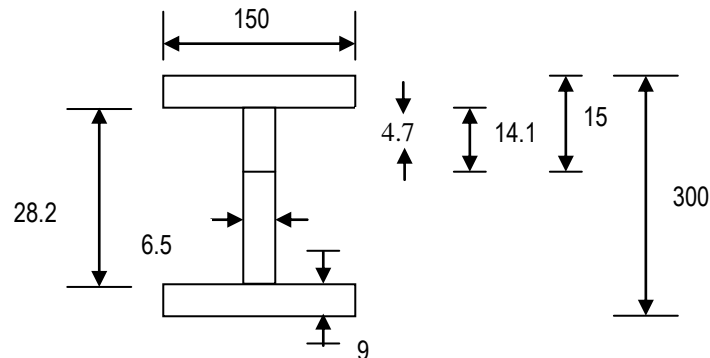
Pembebanan pada balok gable akibat beban-beban yang dipikul oleh gording terpanjang 6m



Gambar pembebanan yang dipikul gording

Balok yang direncanakan menggunakan IWF 300.150.6,5.9 dengan data sbb:

$H = 300 \text{ mm}$	$b = 150 \text{ mm}$	$q = 36.7 \text{ kg/m}$
$T_s = 9 \text{ mm}$	$t_b = 6.5 \text{ mm}$	$A = 46.8 \text{ cm}^2$
$W_x = 481 \text{ cm}^3$	$W_y = 67.7 \text{ cm}^3$	
$I_x = 7210 \text{ cm}^4$	$I_y = 508 \text{ cm}^4$	



Gambar penampang profil IWF 300.150.6,5.9

Pembebanan pada Balok Gable akibat beban-beban yang dipikul oleh 1 gording dengan bentang 6m :

**a. Beban Gording**

- Gording 1 (karena terletak di ujung balok maka menerima beban setengah jarak gording = 0.965 m)
  - Berat sendiri penutup atap :  $6 \text{ m} \times 10 \text{ kg/m}^2 \times 0.965 \text{ m} = 57.9 \text{ kg/m}$
  - Berat sendiri gording :  $(5,5 \times 6) = 33 \text{ kg/m}$
  - Berat sendiri Balok :  $0.965 \text{ m} \times 36.7 \text{ kg/m} = 35.42 \text{ kg/m}$
  - Berat alat penyambung :  $10\% \times \text{GBS} = 3.542 \text{ kgm}$
  - Berat hidup (P) =  $100 \text{ kg/m}$
  
- Gording 2 = G3 = G4 = G5 = G6 (menerima beban setengah 2 x setengah jarak gording = 1.93 m)
  - Berat sendiri penutup atap :  $6 \text{ m} \times 10 \text{ kg/m}^2 \times 1.93 \text{ m} = 115.8 \text{ kg/m}$
  - Berat sendiri gording :  $(5,5 \times 6) = 33 \text{ kg/m}$
  - Berat sendiri Balok :  $1.93 \text{ m} \times 36.7 \text{ kg/m} = 70.48 \text{ kg/m}$
  - Berat alat penyambung :  $10\% \times \text{GBS} = 7.048 \text{ kgm}$
  - Berat hidup (P) =  $100 \text{ kg/m}$

Dengan cara yang sama untuk mempermudah perhitungan beban-beban pada balok gable akibat masing-masing gording dilakukan secara tabelaris sbb:

Tabel pembebanan pada gording

No	Pembebanan	G <sub>1</sub> (Kg)	G <sub>2</sub> = G <sub>3</sub> = G <sub>4</sub> = G <sub>5</sub> = G <sub>6</sub> (Kg)
1	Berat Penutup Atap	57.9	115.8
2	Berat Gording	33	33
3	Beban Hidup	11	100
4	Berat Sendiri Balok	35.42	70.48
5	Berat Alat Penyambung	3.542	7.048
Σ	P	228.38	323.76

Beban Merata :

$$q = \frac{\Sigma P}{\frac{1}{2} L}$$

$$q = \frac{((2 \cdot 228.38) + (5 \cdot 323.76))}{\frac{1}{2} \cdot 221} = \frac{2075.56}{10.5} = 197.67 \text{ kg/m}$$

#### b. Tekanan angin pada bidang atap

Koefesien angin tekan C<sub>th</sub> = 0.1 ⇔ W<sub>t</sub> = 0.1.30.6 = 18 kg/m

Koefesien angin hisap C'<sub>hs</sub> = -0,4 ⇔ W<sub>h</sub> = -0,4.30.6 = -72 kg/m

#### c. Tekanan angin pada bidang dinding

Koefesien angin tekan C<sub>tk</sub> = 0,9, maka W<sub>t</sub> = 0,9.30.6 = 162 kg/m

Koefesien angin hisap C<sub>hs</sub> = -0,4, maka W<sub>h</sub> = -0,4.30.6 = -72 kg/m

Kombinasi Pembebanan Pada bidang atap :

- ✓ Pembebanan tetap = beban mati + beban hidup
- ✓ Pembebanan sementara = beban mati + beban hidup + beban angin

Untuk kombinasi pembebanan ini beban angin dirubah menjadi vertikal ;

$$q = W_t \cdot \cos 25^0 = 18 \cdot \cos 25^0 = 16.3 \text{ kg/m}^2$$

$$q' = W_h \cdot \cos 25^0 = -72 \cdot \cos 25^0 = -65,25 \text{ kg/m}^2$$

➤ **Kombinasi pembebanan sementara :**

$q =$  beban mati + beban hidup + beban angin

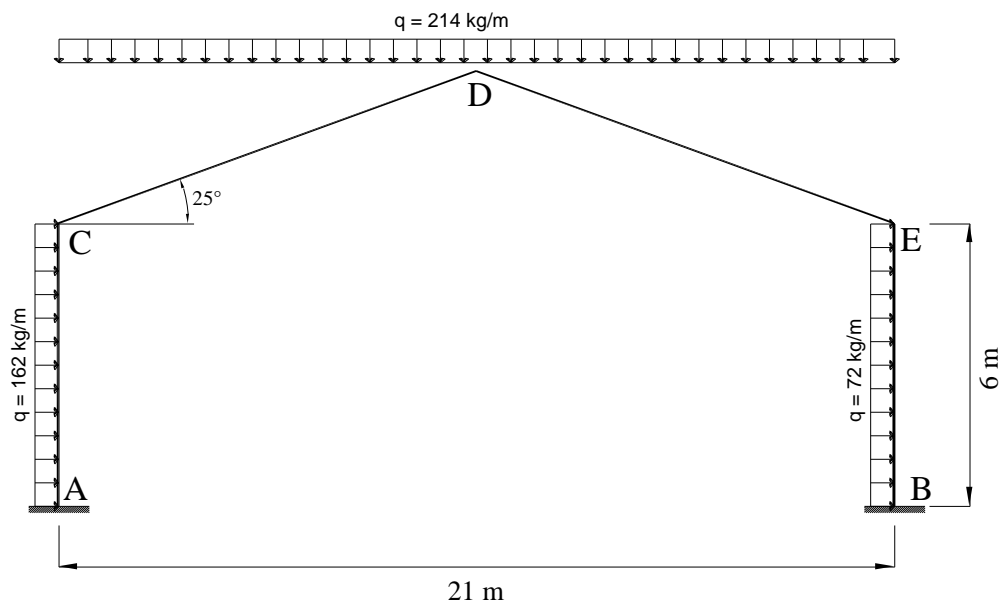
- Akibat angin kiri :

$$q_t = 197.67 + 16.3 = 214 \text{ kg/m}^2$$

$$g_h = 197.67 + (-65,25) = 132.42 \text{ kg/m}^2$$

-akibat angin kanan = angin kiri.

Untuk perhitungan momen maka dari beban diatas diambil pembebanan yang terbesar : ( $q_t = 214 \text{ kg/m}^2$ ).



Gambar beban merata pada konstruksi baja

### d. Perhitungan Momen

Perhitungan momen dihitung dengan menggunakan SAP 2000 V.7

#### Hasil Output SAP

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 1 7/22/07 21:21:59

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE SELF WT CASE TYPE FACTOR

LOAD1 OTHER 0.0000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 2 7/22/07 21:21:59

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS				ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
				1	2	3	4			
1	-10.50000	0.00000	0.00000	1	1	1	1	0.000	0.000	0.000
2	-10.50000	0.00000	6.00000	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
3	0.00000	0.00000	10.89620	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
4	10.50000	0.00000	6.00000	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
5	10.50000	0.00000	0.00000	1	1	1	1	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 3 7/22/07 21:21:59

FRAME ELEMENT	FRAME	JNT-1	MENT JNT-2	n RTA SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	3	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	6.000
2	2	3	4	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	11.585
3	3	4	5	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	11.585
4	4	5	6	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	6.000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 4 7/22/07 21:21:59

FRAME	SPAN TYPE	D I S T R I DIRECTION	B U T E D DISTANCE-A	L O A D S VALUE-A	Load Case DISTANCE-B	LOAD1 VALUE-B
2	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-219.0000	1.0000	-214.0000
3	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-214.0000	1.0000	-219.0000
1	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	162.0000	1.0000	162.0000
4	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	72.0000	1.0000	72.0000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 1 7/22/07 21:23:29

J O I N T JOINT	D I S LOAD	P L A C E M E N T S U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	LOAD1	-2.191E-04	0.0000	-4.784E-06	0.0000	3.548E-05	0.0000
3	LOAD1	1.792E-04	0.0000	-8.766E-04	0.0000	-1.289E-05	0.0000
4	LCAD1	5.772E-04	0.0000	-4.944E-06	0.0000	1.635E-05	0.0000
5	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 2 7/22/07 21:23:29

J C I N T R E A C JOINT LOAD	T I O N S F1	F2	F3	M1 M2	M3
1 LOAD1	642.0165	0.0000	2438.6404	0.0000 2521.2654	0.0000
5 LOAD1	-2046.0165	0.0000	2519.9343	0.0000 -5879.6792	0.0000

SAP2000 v7.40 File: PORTAL 3 Kgf-m Units PAGE 3 7/22/07 21:23:29

F R A M E FRAME	E L LOAD	E M E N LOC	T F O R C P	E S V2	V3	T	M2	M3
1	LOAD1							
		0.00	-2438.64	-642.02	0.00	0.00	0.00	-2521.27
		3.00	-2438.64	-1128.02	0.00	0.00	0.00	133.78
		6.00	-2438.64	-1614.02	0.00	0.00	0.00	4246.83
2	LOAD1							
		0.00	-2493.41	-1528.05	0.00	0.00	0.00	-4246.83
		5.79	-1969.51	-404.55	0.00	0.00	0.00	1350.69
		11.59	-1445.62	718.95	0.00	0.00	0.00	440.09
	LOAD1							
		0.00	-1479.98	-645.27	0.00	0.00	0.00	440.09
		5.79	-2003.87	478.23	0.00	0.00	0.00	923.90
		11.59	-2527.76	1601.73	0.00	0.00	0.00	-5100.42
4	LOAD1							
		0.00	-2519.93	2046.02	0.00	0.00	0.00	5879.68
		3.00	-2519.93	1830.02	0.00	0.00	0.00	65.63
		6.00	-2519.93	1614.02	0.00	0.00	0.00	-5100.42











**e. Kontrol Balok yang Direncanakan.**

➤ Terhadap Momen Tahanan (  $W_x$  ).

$$M_{\max} = 5100.42 \text{ kgm} = 510042 \text{ kgcm}$$

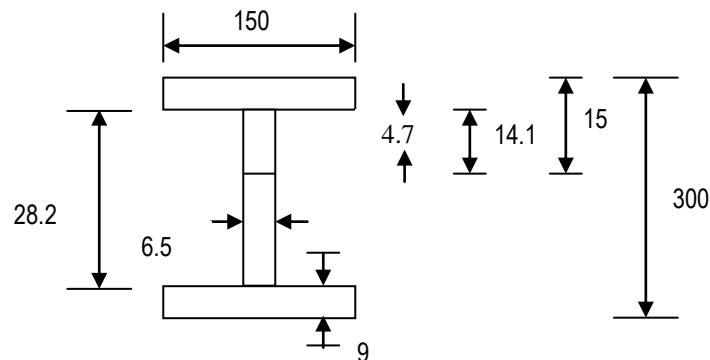
$$W_x = \frac{510042}{1600} = 318.8 \text{ cm}^3.$$

Profil baja IWF  $300.150.6.5.9$  dengan harga  $W_x$  hitung =  $318.8 \text{ cm}^3 < W_x$  rencana =  $481 \text{ cm}^3$ , maka profil baja ini dapat digunakan..... **OK**

➤ Terhadap Balok yang Dibebani Lentur ( KIP ).

Profil balok yang digunakan adalah IWF  $300.150.6.5.9$  dengan data – data sebagai berikut :

$H = 300 \text{ mm}$	$b = 150 \text{ mm}$	$q = 36.7 \text{ kg/m}$
$T_s = 9 \text{ mm}$	$t_b = 6.5 \text{ mm}$	$A = 46.8 \text{ cm}^2$
$W_x = 481 \text{ cm}^3$	$W_y = 67.7 \text{ cm}^3$	$i_x = 12.4 \text{ cm}$
$I_x = 7210 \text{ cm}^4$	$I_y = 508 \text{ cm}^4$	



Gambar 4.8 Penampang IWF 300.200.8.12

➤ Cek profil berubah bentuk atau tidak :

$$\checkmark \frac{h}{t_s} \leq 75$$

$$\frac{30}{0.9} \leq 75$$

$$33.33 \leq 75 \quad \text{..... OK.}$$

$$\checkmark \frac{l}{h} \geq \frac{1.25 \cdot b}{ts}$$

$$\frac{193}{30} \geq \frac{1.25 \cdot 15}{0.9}$$

$$6.43 \geq 20,833 \quad \dots\dots\dots \text{Tidak OK}$$

Jadi, pada penampang terjadi perubahan bentuk ( PPBBI 1984 pasal 5.1(1) )

✓ Terhadap bahaya lipatan KIP.

$$\frac{1}{6}hb = \frac{1}{6} \cdot (300 - 9 - 9) = 47 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_y \text{ Bidang yang diarsir} &= \left(\frac{1}{12} \cdot (0.9) \cdot (15)^3\right) + \left(\frac{1}{12} \cdot (4.7) \cdot (0.65)^3\right) \\ &= 253.125 + 0.108 = 253.23 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\text{Luas yang diarsir} = (0.9 \times 15) + (0.65 \times 4.7) = 16.6 \text{ cm}^2$$

$$i_y = \sqrt{\frac{0.5 \cdot 253.23}{16.6}} = 3.9 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i_y} \Rightarrow \text{dengan L panjang batang} = 1158.5 \text{ cm}$$

Dimana Lk jarak antara titik-titik sokong lateral = 193 cm

$$\lambda = \frac{193}{3.9} = 49.5 \Rightarrow \omega = 1.185 + \frac{49.5 - 49}{50 - 49} \cdot (1.193 - 1.185)$$

$$\omega = 1.189 \Rightarrow \text{tabel 3 hal 15 PPBBG}$$

➤ Syarat Berubah Bentuk

$$\omega \cdot \bar{\sigma}_{KIP} \leq \bar{\sigma}$$

$$\bar{\sigma}_{KIP} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda y^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(L/i_y)^2} = \frac{3.14^2 \cdot 2100000}{(1158.5/3.9)^2} = 234.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega \cdot \bar{\sigma}_{KIP} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow 1.189 \times 234.65 = 278.99 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi balok IWF 300.150.6.5.9 aman dan tidak mengalami tegangan KIP.

✓ Cek Tegangan Syarat (PPBBI)

$\theta$  ambil = 1 (PPBBI)

$$1) \omega_{\max} \cdot \frac{N}{A} + 0.58 \cdot \theta \cdot \frac{nx}{nx-1} \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \bar{\sigma}$$

$$2) \frac{N}{A} + \theta \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \bar{\sigma}$$

$$\text{Dimana } \lambda_x = \frac{Lkx}{ix} \text{ dimana } Lkx = 2L = 2(11.585) = 23.17 \text{ m}$$

$$= \frac{2317}{12.4} = 186.9 \approx 187 \Rightarrow \omega_x = 6.749$$

$$\lambda_y = \frac{Lky}{iy}$$

$$= \frac{190}{3.9} = 48.7 \approx 49 \Rightarrow \omega_y = 1.224$$

Karena  $\lambda_x > \lambda_y$  maka menekuk terhadap sb X, dan karena sb tekuk = sb lentur maka kita perlukan faktor amplikasi nx.

$$nx = \frac{\sigma_{EX} \cdot A}{N} \text{ dimana } \lambda_x = 187 \rightarrow \sigma_{EX} = 593 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{593 \cdot (46.8)}{1.5 \cdot (2519.93)} = 7.34$$

Syarat PPBBI :

$$1) 6.749 \cdot \frac{2519.93}{46.8} + 0.85(1) \cdot \frac{7.34}{6.34} \cdot \frac{510042}{481} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1406.88 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ .... OK}$$

$$2) \frac{2519.93}{46.8} + 1 \cdot \frac{510042}{481} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1114.22 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ .... OK}$$

Jadi balok WF 300.150.6,5.9 dapat dipakai

**f. Kontrol Terhadap Tegangan Lentur yang Terjadi**

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{510042}{481} = 1060 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 1060 \text{ kg/cm}^2 \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi balok aman terhadap tegangan lentur.

**g. Kontrol Terhadap Tegangan Geser yang Terjadi**

$$\tau = \frac{D \cdot S_x}{t_b \cdot I_x}$$

$$D = 1601.73 \text{ kg}$$

$$\text{Tegangan geser yang diijinkan : } \bar{\tau} = 0,6 \cdot \bar{\sigma} = 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} S_x &= F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot Y_2 \\ &= (15 \cdot 0,9) 13,6 + (0,65 \cdot 13,6) 6,8 \\ &= 243.712 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{1601.73 \cdot (243.712)}{0.65 \cdot 7210}$$

$$= 83.3 \text{ kg/cm}^2 \leq 960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi balok aman terhadap tegangan geser

**h. Kontrol Terhadap Lendutan**

$$q = 214 \text{ kg/m} = 2.14 \text{ kg/cm}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{2.14 \cdot 1158.5^4}{2.1 \cdot 10^6 \cdot 7210} = 3.3 \text{ cm}$$

$$f_{\max} = \frac{1}{250} \cdot L = \frac{1}{250} \cdot 1158.5 = 4.6 \text{ cm}$$

$$f_x = 3.3 \text{ cm} \leq f_{\max} = 4.6 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

∴ Balok aman terhadap lendutan



## D. Perencanaan Dimensi Kolom

### a. Perhitungan Momen Kolom Setelah Menggunakan Cranegirder

Perhitungan momen dihitung dengan menggunakan SAP 2000 V.7

#### Hasil Output SAP

SAP2000 v7.40 File: KLM OK! KN-m Units PAGE 1 7/22/07 21:25:33

S T A T I C   L O A D   C A S E S

STATIC                    CASE            SELF WT CASE TYPE FACTOR

LOAD1 DEAD 0.0000

SAP2000 v7.40 File: KLM OK! KN-m Units PAGE 2 7/22/07 21:25:33

J O I N T   D A T A

JOIN T	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS			ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-0.50000	0.00000	0.00000	1 1	1 1	1 1	0.000	0.000	0.000
2	-0.50000	0.00000	4.10000	0 0	0 0	0 0	0.000	0.000	0.000
3	-0.50000	0.00000	6.00000	1 1	1 0	0 0	0.000	0.000	0.000
4	0.50000	0.00000	4.10000	0 0	0 0	0 0	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v7.40 File: KLM OK! KN-m Units PAGE 3 7/22/07 21:25:33

F R A M E FRAME	E L E JNT-1	M E N T JNT-2	n A T A SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.100
2	2	3	FSEC1	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.900
3	2	4	FSEC1	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.000

SAP2000 v7.40 File: KLM OK! KN-m Units PAGE 4 7/22/07 21:25:33

I N T   F O R C E S    Load Case LOAD1

JOINT GLOBAL-X GLOBAL-Y GLOBAL-Z GLOBAL-XX GLOBAL-YY

GLOBAL-ZZ 4 0.000 0.000 -5000.000 0.000 0.000

0.000

J O I N T		D I S LOAD	P L A C E M E N T S U1	U2	U3	R1	R2	R3
	1	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	LOAD1	-5.053E-03	0.0000	-1.698E-04	0.0000	5.078E-03	0.0000
	3	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.476E-03	0.0000
	4	LOAD!	-5.053E-03	0.0000	-8.435E-03	0.0000	9.079E-03	0.0000

J O I N T JOINT 1

R E A C LOAD	T I O N S F1	F2	F3	M1	M2	M3
LOAD1	1184.9012	0.0000	1083.3334	0.0000	2109.4075	0.0000
LOAD1	-1184.9012	0.0000	3916.6667	0.0000	0.0000	0.0000

F R. A M E FRAME	E L E M E N LOAD LOC	T F O R. C P	E S V2	V3	T	M2		M3
1	LOAD1							
	0.00	-1083.33	-1184.90	0.00	0.00	0.00	-	
	2.35	-1083.33	-1184.90	0.00	0.00	0.00	675.1	
	4.10	-1083.33	-1184.90	0.00	0.00	0.00	3459.63	
2	LOAD!							
	0.00	3916.67	-1184.90	0.00	0.00	0.00	-	
	6.5E-01	3916.67	-1184.90	0.00	0.00	0.00	-	
	1.90	3916.67	-1184.90	0.00	0.00	0.00		0.00
3	LOAD1							
	0.00	0.00	-5000.00	0.00	0.00	0.00	-	
	2.5E-01	0.00	-5000.00	0.00	0.00	0.00	-	
	5.0E-01	0.00	-5000.00	0.00	0.00	0.00	-	
	7.5E-01	0.00	-5000.00	0.00	0.00	0.00	-	
	1.00	0.00	-5000.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00





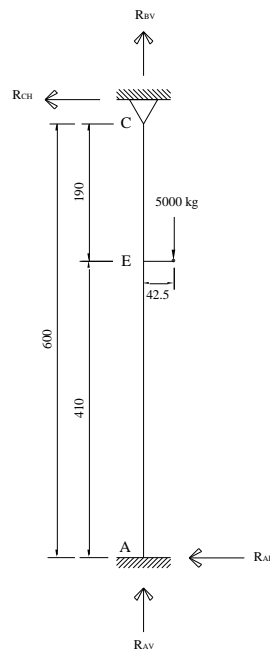




Dari hasil analisa SAP didapatkan Pu kolom sebelum menggunakan crane sebesar -2519.93 kg, karena menggunakan crane, maka Pu ditambah dengan Pu setelah menggunakan crane, dimana Pu yang didapat dari hasil analisa SAP setelah menggunakan crane adalah -1184.9 kg

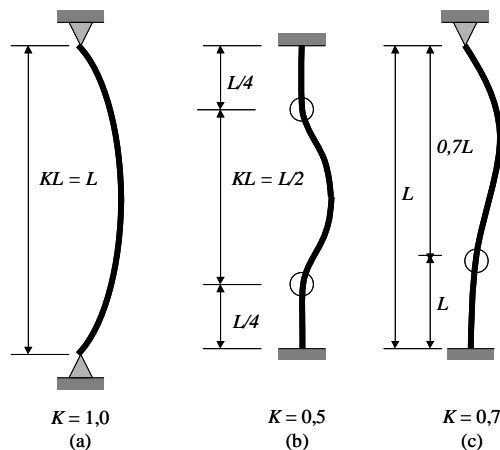
Jadi Pu yang digunakan dalam perencanaan adalah:

$$(-2519.93) + (-1184.9) = -3704.8 \text{ kg} \approx 3705 \text{ kg}$$



Gambar pembebanan crane pada kolom

- Batasan parameter kelangsingan batang tekan harus memenuhi persamaan berikut :



Gambar perhitungan koefisin pada perencanaan kolom

Dimana nilai kc pada kolom dengan asumsi ujung jepit – sendi = 0,7

Tinggi kolom = 6 m = 600 cm

$Lk = 0,7 \times 600 \text{ cm} = 420 \text{ cm}$

$$r \text{ min} \geq \frac{L}{250} = \frac{420}{250} = 1,68 \text{ cm}$$

➤ **Mencari luas bruto minimum :**

$$\text{Min } Ag = \frac{Pu \cdot \omega}{\phi \cdot fy} \quad ; \text{ dimana } \phi = 0,85$$

Nilai  $\omega$  berdasarkan nilai  $\lambda$  :

$$\lambda c = \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{r \text{ min}} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{1}{\pi} \times \frac{420}{1,68} \sqrt{\frac{2400}{2,1 \cdot 10^6}} = 2,69$$

Karena  $\lambda c \geq 1,2$  maka nilai  $\omega = 1,25 \lambda c^2 = 1,25 (2,69)^2 = 9,05$

$$\text{Maka nilai } Ag = \frac{3705 \cdot (9,05)}{0,85 \cdot 2400} = 16,44 \text{ cm}^2$$

Coba pilih profil IWF 300.150.6,5.9

Data Profil :

$Ag$	$= 46,8 \text{ cm}^2$	$Ix$	$= 7210 \text{ cm}^4$	$b$	$= 150 \text{ mm}$
$bf$	$= 100 \text{ mm}$	$Iy$	$= 508 \text{ cm}^4$	$h$	$= 300 \text{ mm}$
$ts$	$= 9 \text{ mm}$	$Wx$	$= 481 \text{ cm}^3$		
$tb$	$= 6,5 \text{ mm}$	$Wy$	$= 67,7 \text{ cm}^3$		

➤ **Kontrol penampang :**

1. Chek kelangsingan penampang

a) Pelat sayap

$$\lambda < \lambda p$$

$$\lambda = \frac{b}{tf} = \frac{150}{9} = 16,7$$

$$\lambda p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,44$$

$$\lambda = 16,7 < \lambda p = 108,44 \quad \dots\dots\dots \text{Ok}$$



b) Pelat badan

$$\lambda < \lambda_p$$

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{300}{6,5} = 46,15$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,44$$

$$\lambda = 46,15 < \lambda_p = 108,44 \dots\dots\dots \mathbf{Ok}$$

2. Kuat tekan rencana kolom,  $\phi P_n$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot A_g \cdot F_y = 0,85 \cdot 46,8 \cdot 2400 = 95472 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} \leq 0,2$$

$$\frac{3705}{95472} = 0,04 \leq 0,2, \text{ maka digunakan persamaan :}$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} \leq 1,0$$

3. Kuat lentur rencana kolom,  $\phi M_{nx}$

$$M_{nx} = F_y \times W_x = 2400 \times 481 = 1154400 \text{ kgcm} = 11544 \text{ kgm}$$

Diperoleh nilai  $M_{max} = 5100,42 \text{ kgm} + 1540,37$  (Momen akibat beban crane) = 6640,79 kgm

4. Rasio tegangan total

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} \leq 1,0$$

$$\frac{2994}{2 \cdot 95472} + \frac{6640,79}{0,9 \cdot 11544} \leq 1,0$$

$$0,65 \leq 1,0 \dots\dots\dots \mathbf{OK}$$

Jadi kolom IWF <sub>300.150.6,5.9</sub> kuat menerima beban dan memenuhi syarat.

## E. Perencanaan Balok Keran (“Cranegirder”)

### a. Data-data keran :

Kapasitas keran = 5 ton

Berat sendiri keran = 12 ton

Berat takel = 2 ton

Jarak bersih dihitung dari sisi atas rel ke puncak kolom (atau sisi luar balok)

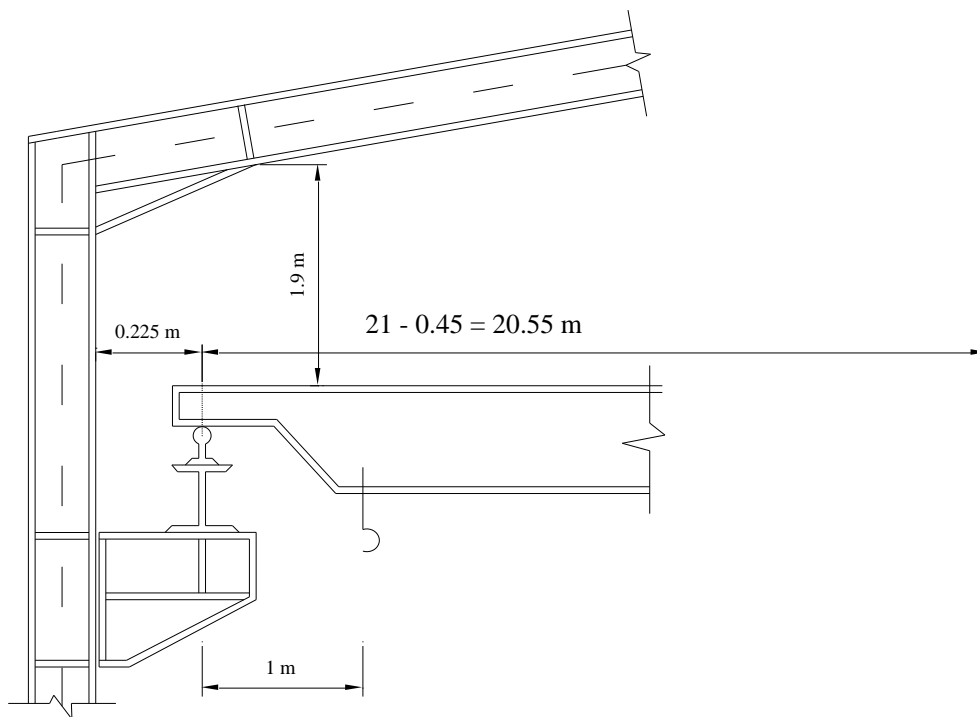
= 1900 mm, ambil 1.9 m

Berat sendiri rel (ditaksir) = 30 kg/m

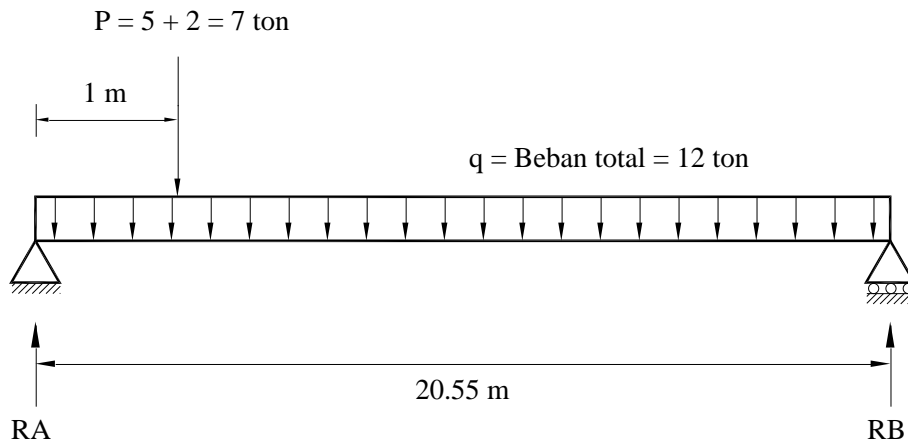
Jarak roda-roda keran = 3600mm = 3,6 m

Jarak bersih dari permukaan lur kolom ke rel = 225mm = 22.5cm

Jarak minimum lokasi takel terhadap rel = 680 mm ambil 1m



Gambar perencanaan crane pada kolom



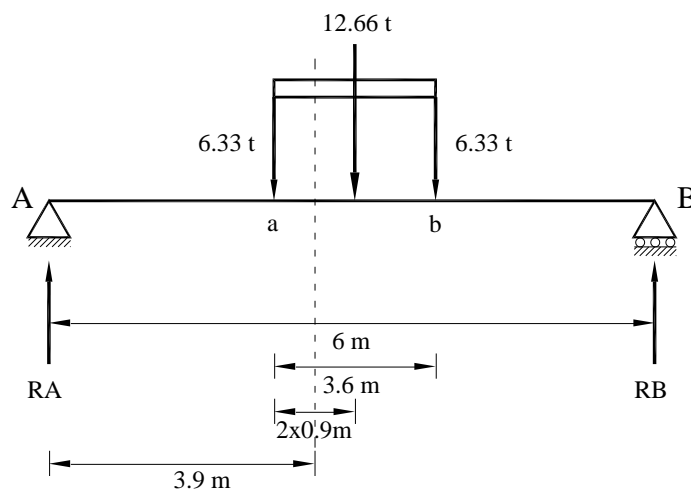
Gambar pembebanan pada crane

$$RA = \frac{1}{2} (12) + 7 (19.55/20.55) = 12.66 \text{ ton}$$

$RA = 12.66 \text{ ton}$  dipikul 2 roda keran, masing-masing  $6.33 \text{ ton}$

**b. Sekarang tinjau balok keran bentang 6meter**

Agar diperoleh momen maximum, maka pertengahan antara resultante gaya 2 roda merupakan lokosi as balok tsb (lihat gambar)



$$RA = \frac{12.66 \cdot 3.9}{6} = 8.229 \text{ ton}$$

$$RB = 12.66 - 8.229 = 4.431 \text{ ton}$$

Momen maximum terjadi

di titik b =  $8.229(3-0,9-1,8) = 2.4687 \text{ tm}$

atau di a =  $4.431(3-0,9) = 9.3051 \text{ tm}$

Momen maximum =  $9.3051 \text{ tm}$

Koef kejut = 1,15 (PPI 1983)

Momen maximum pada balok keran akibat beban hidup =  $1,15(9.3051)$   
=  $10.7 \text{ tm}$ .

### c. Akibat beban mati

Berat sendiri rel + berat sendiri balok keran taksir berat sendiri rel =  $30 \text{ kg/m}$

dan berat sendiri balok keran =  $150 \text{ kg/m}$ .

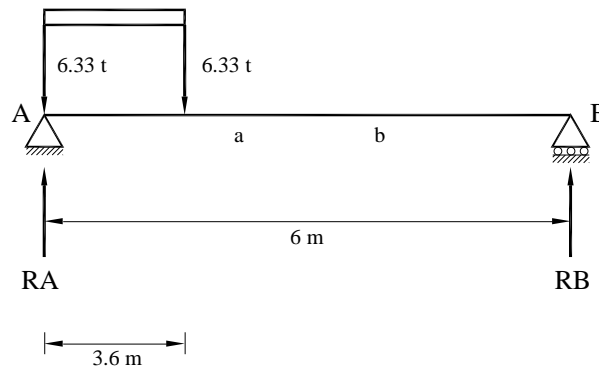
Jadi  $M = 1/8 (180)(6) = 135 \text{ kgm}$

Jadi momen total =  $10.7 + 0,135 = 10.835 \text{ tm}$

### d. Reaksi maximum balok keran

Terjadi jika salah satu roda keran tepat pada perletakan balok tersebut.

Bs rel + bs balok keran =  $180 \text{ kg/m}$



### e. Akibat beban hidup keran

$RA = 6.33 + 6.33 ((6-3,6)/6) = 9.192 \text{ ton}$

Koef kejut = 1,15

Jadi  $RA = 1,15(9.192) = 10.6 \text{ ton}$

Akibat berat sendiri rel + balok keran

$RA = 0,5(0,18)(6) = 0,54 \text{ t/m}$

Jadi  $RA = 10.6 + 0,54 = 11.14 \text{ ton}$ .

**f. Gaya rem melintang : (“lateral force”)**

Biasanya 1/15 (beban kapasitas keran + berat takel) untuk : lintasan dimana ada 2 roda.

Beban lateral per roda =  $0,5 \cdot 1/15(5+2) = 0,233$  ton.

Kita sudah tahu bahwa akibat beban roda 6.33 ton, momen maximum yang bekerja pada balok keran = 9.3051 tm

Jadi akibat 0,233 ton, momen =  $(0,233/6.33)9.3051 = 0.343$  tm

**g. Menentukan profil balok keran**

Mutu baja Fe360.

Momen maximum yang dipikul = 10.835 tm

$$W_x = \frac{27,086 \cdot 10^5}{1600} = 677.2 \text{ cm}^3$$

Coba WF 300x200x8x12 (tinggi = 390 mm), dimana  $W_x = 771 \text{ cm}^3$ .

Dikombinasikan dengan memakai profil kanal C 220x80x9x12.5, yang diikatkan pada flens WF.

**Data-data :**

$$I_x = 38700 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 7210 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 1980 \text{ cm}^3$$

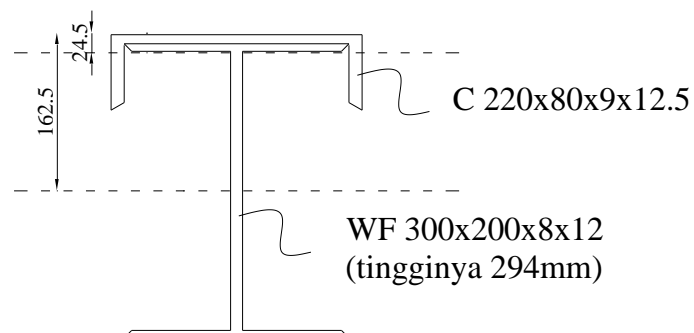
$$A = 136 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 597 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 10870 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 697 \text{ cm}^3$$

$$A = 75,8 \text{ cm}^2$$



Data – data profil C220.80.9.12,5 dan IWF 300.200.8.12:

C220.80.9.12,5 :

$h = 220 \text{ mm}$	$ht = 167 \text{ mm}$	$ix = 8.48 \text{ cm}$
$b = 80 \text{ mm}$	$A = 37.4 \text{ cm}^2$	$iy = 2.3 \text{ cm}$
$d = 9 \text{ mm}$	$q = 29.4 \text{ kg/m}$	$Wx = 245 \text{ cm}^3$
$r_1 = 6.5 \text{ mm}$	$Ix = 2690 \text{ cm}^4$	$Wy = 33.6 \text{ cm}^3$
$s = 21.4 \text{ mm}$	$Iy = 197 \text{ cm}^4$	

IWF 300.200.8.12 :

$q = 56.8 \text{ kg/m}$	$A = 72.4 \text{ cm}^2$	$Wx = 771 \text{ cm}^3$
$h = 294 \text{ mm}$	$Ix = 11300 \text{ cm}^4$	$Wy = 160 \text{ cm}^3$
$b = 200 \text{ mm}$	$Iy = 1600 \text{ cm}^4$	$tb = 8 \text{ mm}$
$ts = 12 \text{ mm}$	$ix = 12.5 \text{ cm}$	$iy = 4.71 \text{ cm}$

**f. Tentukan garis berat penampang gabungan :**

Berjarak  $\bar{y}$  dari serat atas :

$$\bar{y} = \frac{(37.4)(2.14) + 72.4(14.5 + 0.9)}{37.4 + 72.4} = 11 \text{ cm}$$

$$Ix = 11300 + (72.4)(14.5 + 0.9 - 11)^2 + 197 + (37.4)(11 - 2.14)^2 = 15834.55 \text{ cm}^4$$

Cek kembali terhadap momen maximum :

$$\sigma_{\text{atas}} = \frac{10.835 \cdot 10^5 \cdot 11}{15834.55} = 752.7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)}$$

$$\sigma_{\text{tekan}} = \frac{10.835 \cdot 10^5 \cdot (29.4 + 0.9 - 11)}{15834.55} = 1320.63 \text{ kg/cm}^2$$

**g. Pengecekan tegangan akibat beban lateral.**

$Iy = Ix_{\text{kanal}} + Iy_{\text{flens}}$  tertekan dari WF dimana  $Iy_{\text{flens}}$  tekan WF diambil  $\frac{1}{2}$

$$Iy \text{ dari WF} = \frac{1}{2}(1600) = 800 \text{ cm}^4.$$

$$Iy = 2690 + 800 = 3490 \text{ cm}^4.$$

$$M_{\text{max lateral}} = 0.343 \text{ tm.}$$

$$\sigma_{\text{tekan}} = \frac{0.343 \cdot 10^5 \cdot (22/2)}{3490} = 108.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tekan total} = 108.11 + 752.7 = 860.81 \text{ kg/cm}^2$$

**h. Mencari tegangan izin kip, dari balok keran.**

Karena akibat beban lateral tsb, balok keran mengalami kip.

$$\sigma_{\text{cr}} = 1,0363 \cdot 10^7 \frac{I_y \cdot h}{W_x \cdot L^2} \sqrt{1 + 0,156 \frac{JL^2}{I_y h^2}} + k_2 \frac{1,0360 \cdot 10^7 \cdot I_y h}{W_x \cdot L^2}$$

Dimana =  $I_y$  = inersia penampang total terhadap sumbu Y

$$= 2690 + 1600 = 4290 \text{ cm}^4$$

$h$  = jarak titik berat flens tekan (terdiri atas kanal + flens WF)

terhadap titik berat flens tarik.

Kita tentukan dulu letak titik berat flens tekan:

$$\bar{y} = \frac{(37.4)2.14 + (20 \cdot 1.2)(0.65 + 0.9)}{32.4 + (20 \cdot 1,2)} = 1.91 \text{ cm}$$

Jarak titik berat flens tekan ke flens tarik =  $(29.4 + 0.9 - (1.2/2) - 27) = 2.7$   
cm

**i. Tentukan konstanta torsi (= j )**

$$J = \sum \frac{1}{3} b t^3$$

Dimana  $b$  = ukuran terbesar dari penampang persegi

$t$  = ukuran terkecil dari penampang persegi

$$\text{untuk badan WF : } J = \frac{1}{3}(29.4 - 1.2 - 1.2)(0.9)^3 = 6.561 \text{ cm}^4$$

$$\text{flens WF : } J = 2 \cdot \frac{1}{3}(20)(1)(2) = 23.04 \text{ cm}^4$$

$$\text{badan kanal : } J = \frac{1}{3}(22 - 1,25 - 1,25)(0.9)^3 = 4.74 \text{ cm}^4$$

$$\text{flens kanal : } J = \frac{1}{3}(8)(1,25)^3 \cdot 2 = 10.41 \text{ cm}^4$$

---


$$j = 44.76 \text{ cm}^4$$

tentukan harga  $k_2$

$$n = \frac{I_y \text{ flens tekan penampang gabungan}}{I_y \text{ total}}$$

$$= \frac{3490}{4290} = 0,8$$

Dari tabel  $k_2$  (Tabel 5-4 Design of steel structures by Arya Armani), didapat

$k_2 = 0,6$ . Jadi :

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= 1,0363 \cdot 10^7 \cdot \frac{4290 \cdot 27.8}{(15834.55/11)(600)^2} \sqrt{1 + 0,156 \frac{44.76 \cdot (600)^2}{4290 \cdot (37.16)^2}} \\ &\quad + 0,6 \frac{1.0363 \cdot 10^7 \cdot 4290 \cdot 27.8}{(15834.55/11)(600)^2} \\ &= 3162.3 + 1430.95 = 4593.23 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Mutu baja yang kita gunakan = Fe360 ---  $\rightarrow \sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Karena  $\sigma_{cr} > 1/2 \sigma_y$  maka kita pakai angka kekakuan ekivalen

$\frac{KL}{i_e}$  untuk menentukan tegangan izin kip.

$$\frac{kl}{i_e} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{cr}}}$$

$$= \pi \sqrt{\frac{21 \cdot 10^6}{4593.25}} = 21.38$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= \sigma_y \left( 1 - \frac{\sigma_y}{4\pi^2 E} \left( \frac{KL}{i_e} \right)^2 \right) \\ &= 2400 \left( 1 - \frac{2400}{4\pi^2 \cdot 21 \cdot 10^6} (21.38)^2 \right) \\ &= 2368.24 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{\sigma_{kip}}{1,67} = \frac{2368.24}{1,67} = 1418 \text{ kg/cm}^2$$

Sedangkan tegangan tekan yang bekerja =  $860.81 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_{kip}$

$\Rightarrow$  Balok keran aman terhadap kip.



**j. Gaya rem memanjang.**

Besarnya 1/7 reaksi maksimum yang terjadi pada masing-masing roda = 1/7 (6.33) = 0.904 ton. Gaya ini bekerja pada rel.

Jika tinggi rel = 7,5cm maka momen memanjang (“longitudinal moment”) = 0.904 (7,5 + 11) = 16.7 ton. Tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{904}{37.4 + 72.4} + \frac{16700}{15834.55/11} = 8.23 + 11.6 = 19.83 \text{ kg/cm}^2$$

Kecil sekali ..... **OK**

**k. Menentukan hubungan profil WF dan kanal.**

Gaya lintang maksimum yang bekerja = 10.49 ton

$$\tau = \frac{DS}{bI} = (\tau \cdot b) = \frac{DS}{I_x}$$

Dimana S = statis momen bagian kanal terhadap sumbu x  
= (37.4) (11-2.14) = 331.364 cm<sup>3</sup>

Gaya geser horizontal yang bekerja pada bidang kontak

$$\text{Fels WF dan kanal} = \frac{10490 \cdot (331.364)}{15834.55} = 219.52 \text{ kg/cm}$$

Untuk sepanjang 600 cm, gaya geser horizontal = 219.52 x (400)  
= 131712 kg

Dipikul oleh baut (pakai baut hitam mutu 4.6) M16 (tak diulir penuh)

$$N_{\text{geser 1 irisan}} = \frac{1}{4} \pi (1,2)^2 \cdot 0,6 \cdot 1600 = 1085.73 \text{ kg}$$

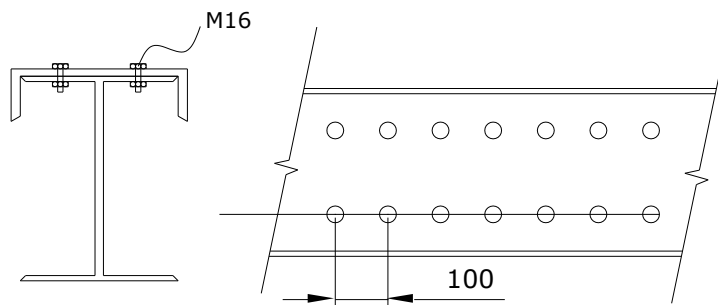
$$N_{\text{tumpuan}} = (1,7) (0,9) (1600) 1,5 = 3672 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah baut} = \frac{131712}{1085.73} = 121.3 \text{ pakai } 2 \times 70$$

Cek jarak baut : maximum = 7d = 7(1,6) = 11.2 cm, pakai 10 cm

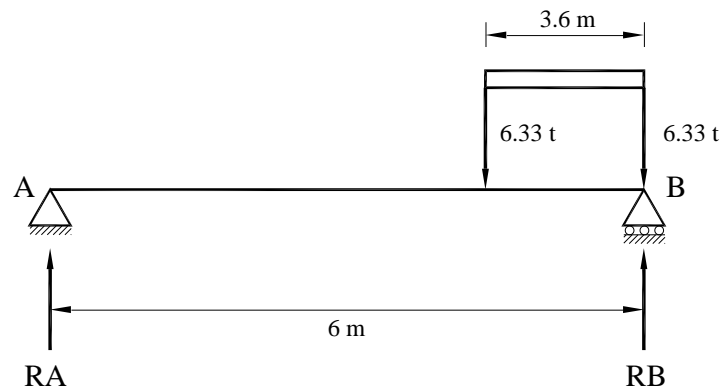
$$\text{Jadi jumlah baut 1 baris} = \frac{600}{10} = 60 \text{ buah}$$

Jadi pakai 2 baris baut M16 jarak satu sama lain = 10 cm



### I. Merencanakan konsol.

Reaksi balok keran pada lokasi konsol akan maximum jika salah satu roda tepat berada di perletakan tersebut.



$$R_B = 6.33 + 2,4/6(6.33) = 8.651 \text{ ton}$$

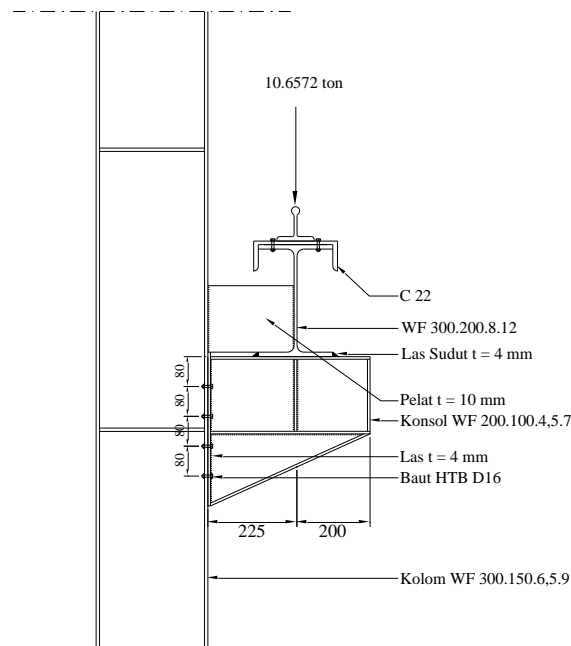
$$\text{Koef kejut} = 1,15$$

Jadi akibat beban keran

$$R_B = 1,15(8.651) = 9.95 \text{ ton}$$

$$\text{Akibat berat rel (taksir } 30\text{kg/cm)} = 30(6) = 180\text{kg}$$

$$\text{Akibat berat balok keran (terdiri atas profil kanal C22+WF300x200)} = (29.4 + 56.8)(6) = 517.2 \text{ kg, } R_{\text{total}} = 9.96 + 0.18 + 0.5172 = 10.6572 \text{ ton.}$$



$$M = 10.6572(0.225) = 2.4 \text{ tm}$$

Pada lokasi gaya, bekerja tegangan geser

$$\tau = \frac{10.6572 \cdot 10^3}{A_{\text{badan}}} = 0,58 \bar{\sigma}$$

$$A_{\text{badan}} = \frac{10657.2 \cdot 10^3}{0.58 \cdot (1600)} = 11.5 \text{ cm}^2$$

Coba WF 200x100x4.5x7

$A_{\text{badan}} = 0,45(20-0.7-0.7) = 8.375 \text{ cm}^2$ , berarti sisanya harus dipikul oleh potongan WF (dr WF 200x100x4.5x7) setinggi  $(11.5 - 8.375)/0,45 = 7 \text{ cm}$ , ambil 10cm.

Panjang konsol ambil  $22.5+20 = 42.5 \text{ cm}$ ,

tinggi WF potongan pada sisi luar kolom =  $\frac{42.5}{20}(10) = 21.25 \text{ cm}$ , pakai baut

HTB  $\phi 16 \text{ mm}$ , jarak baut ambil  $7d = 112 \text{ mm} \Rightarrow 100 \text{ mm}$ .

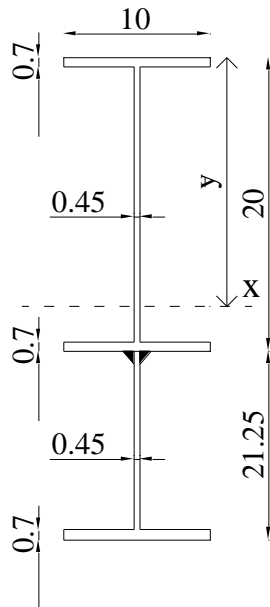
$$K_t \text{ baut no 1} = \frac{2.4 \cdot 10^5 \cdot 30}{40^2 + 30^2 + 20^2 + 10^2} = 2400 \text{ kg (dipikul 2 baut)}$$

$\Rightarrow$  sebelumnya lebih baik kita periksa dulu WF konsol tepat sebelah kanan sedikit dari luar kolom:

$$M = 2.4 \text{ tm}$$

$$D = 10.6572 \text{ t}$$

Kita cek penampang sedikit sebelah kanan permukaan luar kolom.



data-data :

$$I_x = 1580 \text{ cm}^4$$

$$A = 23.18 \text{ cm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{(23.18) \cdot (10) + 0.45(21.25 - 0.7) \cdot 30.45 + 0.7 \cdot 10 \cdot 29.4}{23.18 + 0.45 \cdot (21.25 - 0.7) + 0.7}$$

$$= \frac{860.2}{39.43}$$

$$= 21.8 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_x &= 1580 + (23.18)(21.8 - 10)^2 + \frac{1}{12}(0.45)(21.25 - 0.7)^3 \\ &\quad + 0.45 \cdot (21.25) \cdot \left(20 + 21.25 - 21.8 - \frac{21.25 - 0.71}{2} - 0.7\right)^2 \\ &\quad + \frac{1}{12}(10)(0.7)^3 + 10 \cdot (0.7) \cdot (20 + 21.25 - 0.55)^2 \\ &= 17415.6 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{atas}} = \frac{2.4 \cdot 10^5}{(17415.6 / 21.8)} = 300 \text{ kg/cm}^2$$

Untuk geser, anggap hanya dipikul badan

$$\tau = \frac{10657.2}{0.45(20 + 21.25 - 0.7 - 0.7)}$$

$$= 594.3 < 0.58 \times 1600 = 928 \text{ .... OK}$$

$$\sigma_i = \sqrt{(300)^2 + 3(594.3)^2}$$

$$= 1072.18 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ .... OK}$$

**m. Kita teruskan ke baut**

Baut HTB Ø16mm tipe A325\_N

$$\sigma_{tr} = \frac{2400}{2 \cdot \frac{1}{4} \pi (1.6)^2} = 597 \text{ kg/cm}^2 < 44 \text{ ksi} (= 3080) \Rightarrow OK$$

Gaya tarik awal T untuk Ø16mm tipe A325 = 85KN = 85000/9,8 = 8673.5

kg tegangan geser izin (akibat gabungan tarik + geser)

$$\bar{\tau} = F_v \left( 1 - \frac{f_t \cdot A_{baut}}{T} \right) \text{ dimana } F_v = 15 \text{ ksi} = 1050 \text{ kg/cm}^2 < 0,58 (1600)$$

$$= 1050 \left( 1 - \frac{2400/2}{8673.5} \right) = 953 \text{ kg/cm}^2$$

Jumlah baut = 10 buah, gaya geser = 10.6572 ton

$$\tau = \frac{10657.2}{\frac{1}{4} \pi (1.6)^2} = 530 \text{ kg/cm}^2 < 953 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow OK$$

**F. Perencanaan Base Plate :**

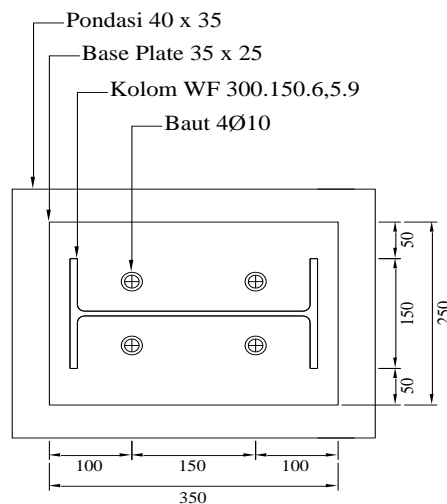
Gaya normal dan gaya lintang yang terjadi pada kolom setelah dibebani crane adalah:

$$DA = 2046.02 \text{ kg} + 3916.67 \text{ kg} \text{ (beban setelah crane)} = 5962.69 \text{ kg}$$

$$NA = 2519.93 \text{ kg} + 1184.9 \text{ kg} \text{ (beban setelah crane)} = 3704.83 \text{ kg}$$

$$M_{max} = 5879.68 \text{ kgm} = 587968 \text{ kgcm}$$

Ukuran base plate ditaksir 35 cm x 25 cm dan tebal = 10 mm = 1 cm



Kontrol tegangan yang timbul :

$$\sigma_b = \frac{NA}{F} + \frac{M}{Wu} < \bar{\sigma}_b = 225 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = a \cdot b = 35 \cdot 25 = 875 \text{ cm}^2$$

$$Wu = 1/6 \cdot a^2 \cdot b = 1/6 \cdot 35^2 \cdot 25 = 5104.167 \text{ cm}^3$$

$$\tau_b = \frac{3704.83}{875} + \frac{587968}{5104.167} = 119.42 \text{ kg/cm}^2 < 225 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow \text{Aman !}$$

➤ **Angker baut**

**Angker baut yang digunakan sebanyak 4 buah**

**Akibat beban Gaya geser, tiap baut memikul beban**

$$\frac{DA}{4} = \frac{5962.69}{4} = 1490.7 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter angker baut } d = \sqrt{\frac{DA}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \bar{\tau}}} = \sqrt{\frac{5962.69}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 960}} = 2.8 \text{ cm} = 28 \text{ mm}$$

Ambil baut  $\varnothing$  16 mm sebanyak 4 buah

$$F_{gs} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3.14 (1.6)^2 = 8.0384 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\bar{\tau} = 0,6\bar{\sigma} = 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{DA/4}{F_{gs}} = \frac{1490.7}{8.0384} = 185.45 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 960 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow \text{Aman !}$$

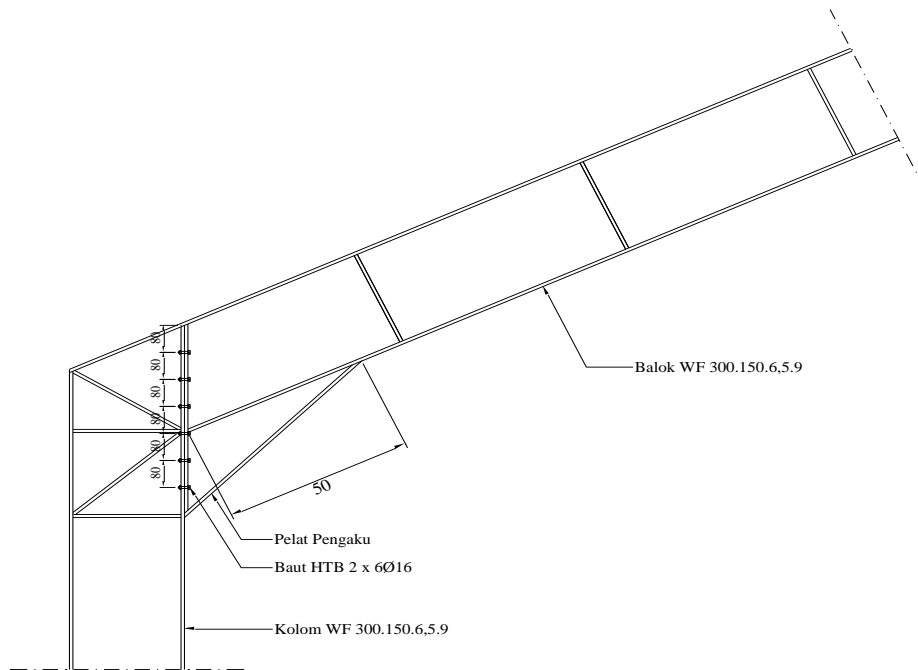
**G. Sambungan:**

**a. Pertemuan balok dan kolom :**

Momen Maksimal yang bekerja 5100.42 kgm

Dipakai baut (mutu tinggi)  $\phi$  16

Jarak baut dalam 1 baris ambil =  $5d = 8 \text{ cm}$  (antara 2.5d s/d 7d)



➤ **Kita tinjau akibat momen 5100.42 kgm**

Berarti baut no.6 tertarik dan sebagai titik putar ambil baut no.1

$$K_t = \frac{5100.42 \cdot 100 \cdot (8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8)}{48^2 + 40^2 + 32^2 + 24^2 + 16^2 + 8^2} = 4203.64 \text{ kg}$$

Dipikul 2 baut masing-masing = 2101.82 kg

$$\sigma_{tr} = \frac{2101.82}{\frac{1}{4} \pi (1.6^2)} = 1045.36 \text{ kg/cm}^2 < 44 \text{ ksi} = 3080 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

Gaya geser yang bekerja 1601.73 kg, karena geser bekerja bersamaan

$$\text{dengan tarik maka tegangan geser izin } F'_v = F_v \left(1 - \frac{1}{T} (f_t \cdot A_{\text{baut}})\right)$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana } T &= \text{ gaya pra tarik awal} = 125 \text{ KN untuk baut } A325 \text{Ø16mm} \\ &= 125000 / 9.8 = 12755 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$f_t \cdot A_{\text{baut}} = \frac{4203.64}{2} = 2101.82 \text{ kg}$$

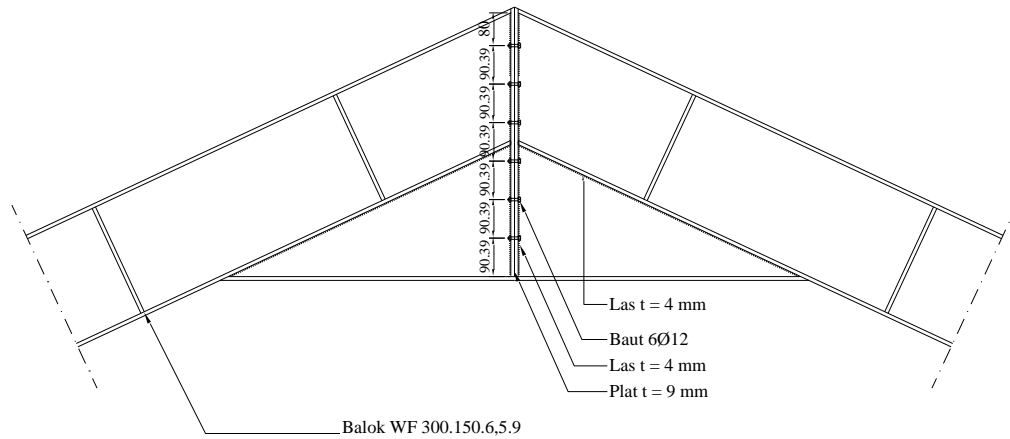
$$F'_v = 1050 \left(1 - \frac{1}{12755} (2101.82)\right) = 876.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Yang bekerja} = \frac{1601.73}{12 \cdot \frac{1}{4} \pi (1.6^2)} = 66.39 \text{ kg/cm}^2 < 876.98 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

**b. Perhitungan Sambungan di titik Bahu**

MC = 440.09 kgm = 44009 kgcm

DC = 718.95 kg



$$h = 2 \frac{30}{\cos 25} = 66.2 \text{ cm}$$

Diameter baut ditaksir  $\varnothing \frac{1}{2}'' = 12.7 \text{ mm}$

Jarak antar baut :

$$\begin{aligned} S1 &= 1,5 d \quad - \quad 3 d \\ &1,5(12.7) \quad - \quad 3(12.7) \\ &19.05 \text{ mm} \quad - \quad 38.9 \text{ mm} \\ &1.905 \text{ cm} \quad - \quad 3.89 \text{ cm} \quad \longrightarrow \quad \text{diambil } S = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 2,5 d \quad - \quad 7 d \\ &2,5(12.7) \quad - \quad 7(12.7) \\ &31.75 \text{ mm} \quad - \quad 88.9 \text{ mm} \\ &3.175 \text{ cm} \quad - \quad 8.89 \text{ cm} \quad \longrightarrow \quad \text{diambil } S = 8 \text{ cm} \end{aligned}$$



Direncanakan menggunakan baut  $\varnothing \frac{1}{2}$  “ sebanyak 2 x 6 buah.

$l_1 =$	3 cm	$(l_1)^2 =$	9	$\text{cm}^2$
$l_2 =$	9 cm	$(l_2)^2 =$	81	$\text{cm}^2$
$l_3 =$	15 cm	$(l_3)^2 =$	225	$\text{cm}^2$
$l_4 =$	21 cm	$(l_4)^2 =$	441	$\text{cm}^2$
$l_5 =$	27 cm	$(l_5)^2 =$	729	$\text{cm}^2$
$l_6 =$	33 cm	$(l_6)^2 =$	<u>1089</u>	<u><math>\text{cm}^2</math></u> +
		$\Sigma l^2 =$	2574	$\text{cm}^2$

Gaya baut terbesar pada baut paling atas ( T ) :

$$T = \frac{M.l_6}{\Sigma l^2} = \frac{44009.33}{2574} = 564.22 \text{ kg}$$

Karena baut berpasangan, maka setiap baut menerima gaya sebesar :

$$P = \frac{1}{2} . T = \frac{1}{2} . 564.22 = 282.11 \text{ kg}$$

Kontrol tegangan aksial akibat momen terhadap ulir :

$$\sigma_{ta} = \frac{P}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_u^2} = \frac{282.11}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0.999^2} = 356 \text{ kg/cm}^2$$

dimana  $d_u = 9.99 \text{ mm} = 0.999 \text{ cm}$

$$\sigma_{t.ijin} = 0,7 \cdot \sigma = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ta} = 356 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{t.ijin} = 1120 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \mathbf{Aman}$$

Gaya geser baut akibat gaya lintang :

$$D_D = 718.95 \text{ kg}$$

Setiap baut memikul gaya geser sebesar  $Q = V/6 = 718.95 / 6 = 119.8 \text{ kg}$

Gaya geser pada baut :

$$\tau = \frac{Q}{A_{bout}} = \frac{119.8}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12.7^2} = 94.6 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \mathbf{Aman}$$

Kombinasi gaya geser dan gaya aksial baut :

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_{ta}^2 + 1,56\tau^2}$$

$$\sigma_t = \sqrt{356^2 + (1,56 \cdot 186,696)^2} = 375,1 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Gaya geser pada ulir :

$$\tau = \frac{Q}{A_{bout}} = \frac{119,8}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,999^2} = 152,84 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{Aman}$$

### c. Perhitungan Las Pelat Sambung Arah Sejajar Kolom

Tebal las ditaksir  $a = 4 \text{ mm} = 0,4 \text{ cm}$

Panjang las (lbr) = 36 cm

$P = N \text{ balok} = 1479,98 \text{ kg} \approx 1480 \text{ kg}$

Beban ditahan oleh las kiri dan las kanan, masing-masing sebesar P kiri dan P kanan, dimana :

$P_{ki} = P_{ka} = \frac{1}{2} \cdot P = \frac{1}{2} \cdot 1480 = 740 \text{ kg}$

$l_n = l_{br} - 3a = 36 - (3 \times 0,4) = 34,8 \text{ cm}$

$D = P_{ki} \cdot \sin 45^\circ = 740 \cdot \sin 45^\circ = 523,3 \text{ kg}$

$$\tau = \frac{P}{F_{gs}} = \frac{P}{l_{br} \cdot a} = \frac{523,3}{36 \cdot 0,4} = 36,34 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{F_{tr}} = \frac{N}{l_n \cdot a} = \frac{523,3}{34,8 \cdot 0,4} = 37,6 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol :

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{37,6^2 + 3 \cdot 36,34^2} = 73,32 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Kesimpulan : Tebal las 0,4 cm dapat digunakan pada pelat penyambung arah sejajar kolom.

### ➤ Perhitungan Las pelat Sambung Arah Sejajar Balok

Tebal las ditaksir  $a = 4 \text{ mm} = 0,4 \text{ cm}$

Panjang las (lbr) = 100 cm

$M_c = 44009 \text{ kgcm}$

$$L_n = l_{br} - 3a = 100 - (3 \times 0,4) = 98,8 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} e &= 1/3 \cdot H + 1/4 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{2} \\ &= 1/3 \times 66,2 + 1/4 \times 0,4 \cdot \sqrt{2} \\ &= 22,21 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$D = \frac{M}{e} = \frac{44009}{22,21} = 1981,5 \text{ kg}$$

$$D = N = D \sin 45^\circ = 1981,5 \sin 45^\circ = 1401,13 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{D}{F_{gs}} = \frac{D}{l_{br} \cdot a} = \frac{1401,13}{100 \cdot 0,4} = 35 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{F_{tr}} = \frac{N}{l_n \cdot a} = \frac{1401,13}{98,8 \cdot 0,4} = 35,45 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol :

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{35,45^2 + 3 \cdot 35^2} = 70,23 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Kesimpulan : Tebal las 0,4 cm dapat digunakan pada pelat penyambung arah sejajar balok.

## KESIMPULAN

Tabel Hasil Perhitungan didapat :

<b>DIMENSI</b>	<b>UKURAN</b>
Dimensi Gording	C 150.65.20.2,3
Dimensi Batang Tarik	$\phi$ 6 mm
Dimensi Ikatan Angin	$\phi$ 10 mm
Dimensi Profil	WF 300.150.6,5.9
Dimensi Baut dititik C	6 $\phi$ 16 mm
Dimensi Baut dititik D	6 $\phi$ 12.7 mm
Dimensi Baut dititik F	5 $\phi$ 16 mm
Dimensi Base Plate	35.25.10 mm
Ukuran Baut angker dititik A & B	4 $\phi$ 10 mm

## DAFTAR PUSTAKA

- T, Gunawan & S, Margaret. 2005. *Diktat Teori Soal Dan Penyelesaian Kontruksi Baja Ii Jilid I*, Jakarta: Delta Teknik Group.
- Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PBBI), DPMB, 1983.
- Catatan Kuliah Kontruksi Baja II (Semester Pendek)
- Ir. Sunggono kh. 1995. *Buku Teknik Sipil..* Bandung: Nova.



**LAMPIRAN**

**GAMBAR DETAIL KONSTRUSI BAJA PORTAL  
(GABLE)**