

Optimalisasi Profil Baja IWF pada Bangunan Gudang Konstruksi *Gable Frame* Berdasarkan SNI 1729:2015

Ardini Yuliasri Putri¹⁾

Bayzoni²⁾

Ratna Widyawati³⁾

Abstract

The increasement and development of economic growth in Indonesia cause increasement of the construction of warehouse to support business expansion. However, there is an opinion about expensive steel prices which is causes the use of the steel its self is not optimum. In this case, there must be a calculation to determine the model of gable frame and the dimension of steel profiles for the warehouse. In this study, the frame model is limited of four types that have differences in haunch span. This study also use the Direct Stiffness Method to calculate structural analysis and SNI 1729: 2015 to calculate section analysis. From structural and section analysis, obtained weight for each type of frame. Frame Type 1 has 4.771,89 kg, Frame Type 2 has 3.348,18 kg, Frame Type 3 has 3.682,24 kg and Frame Type 4 has 10.541,1506 kg. Based on the volume and weight calculation in each frame type, Frame Type 2 has the lowest weight. Hence, this type of portal can be considered as the most optimum portal type .

Key word : gable frame construction, SNI 1729: 2015, Direct Stiffness Method

Abstrak

Meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan perekonomian di Indonesia menyebabkan meningkatnya pembangunan gudang untuk menunjang pengembangan usaha. Namun, dikarenakan anggapan tentang mahalnya harga baja, menyebabkan penggunaan baja pada bangunan gudang menjadi tidak optimal, sehingga diperlukan perhitungan mengenai penentuan model *gable frame* serta dimensi profil baja, agar penggunaan baja dapat dioptimalkan. Pada penelitian ini, model portal dibatasi pada empat tipe yang memiliki perbedaan pada bentang *haunch* yang digunakan. Penelitian ini juga menggunakan Metode Kekakuan Langsung pada perhitungan analisis struktur dan panduan SNI 1729:2015 pada perhitungan analisis penampang. Dari perhitungan analisis struktur dan analisis penampang, didapat berat pada masing-masing tipe portal. Portal Tipe 1 adalah 4.771,89 kg, Portal Tipe 2 adalah 3.348,18 kg, Portal Tipe 3 adalah 3.682,24 kg, dan Portal Tipe 4 adalah 10.541,1506 kg. Berdasarkan hasil dari perhitungan berat yang didapat pada masing-masing tipe portal, dapat dilihat bahwa Portal Tipe 2 merupakan tipe portal yang memiliki berat yang paling kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa portal tersebut paling optimal .

Kata Kunci: konstruksi *gable frame*, SNI 1729:2015, Metode Kekakuan Langsung

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. surel: ardini.riri@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: bayzoni@gmail.com

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel : luh_ratnawidyawati@yahoo.co.id

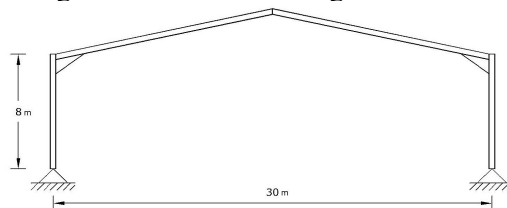
1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan perekonomian Indonesia di era globalisasi seperti sekarang ini, membuat meningkatnya pula pembangunan gedung dan prasarana lainnya yang dapat menunjang pengembangan usaha perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang produksi, salah satunya adalah gudang. Namun, konstruksi bangunan besar seperti gudang, memerlukan ruangan yang cukup luas tanpa tiang-tiang penyangga di tengah ruangan, sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat digunakan untuk bentang yang cukup besar. Konstruksi tersebut adalah konstruksi *gable frame*, yaitu merupakan konstruksi dimana sering kali digunakan sebagai konstruksi bangunan gudang dengan bahan konstruksi yang digunakan adalah baja profil IWF. Tujuan perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang memenuhi kriteria terhadap kekuatan, kemampu layanan dan ekonomis. Sehingga dalam memilih bahan material konstruksi juga harus dipilih, apakah itu kayu, beton atau baja, yang mana dasar pemilihannya adalah kekuatan, kekakuan dan daktilitas dari suatu bahan konstruksi tersebut (Dewobroto, 2016). Meskipun begitu, material yang unggul pada ketiga kriteria tersebut tidak mesti banyak dipakai, misalnya saja material baja yang mempunyai kriteria lebih unggul dibanding beton atau kayu, tetapi di lapangan menunjukkan bahwa konstruksi baja masih kalah populer dibanding beton, dengan alasan harga yang mahal. Sehingga dikarenakan dengan alasan tersebut, konstruksi baja menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, penentuan model *gable frame* serta dimensi profil baja yang akan digunakan pada konstruksi perlu diperhitungkan sebagai upaya dalam mengoptimalkan pemakaian baja.

2. METODOLOGI PENELITIAN

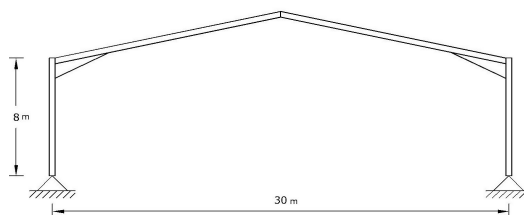
Beberapa Tipe Portal yang akan dianalisa an2

1. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1/8 bentang



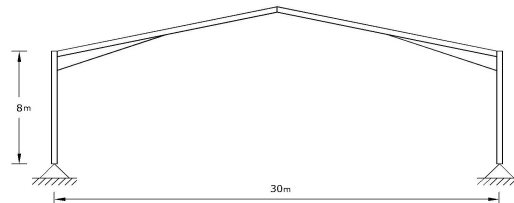
Gambar 1. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1/8 bentang

2. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1/4 bentang



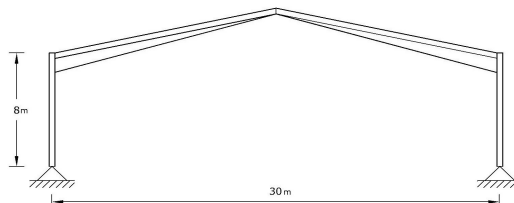
Gambar 2. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1/4 bentang

3. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* $\frac{1}{2}$ bentang



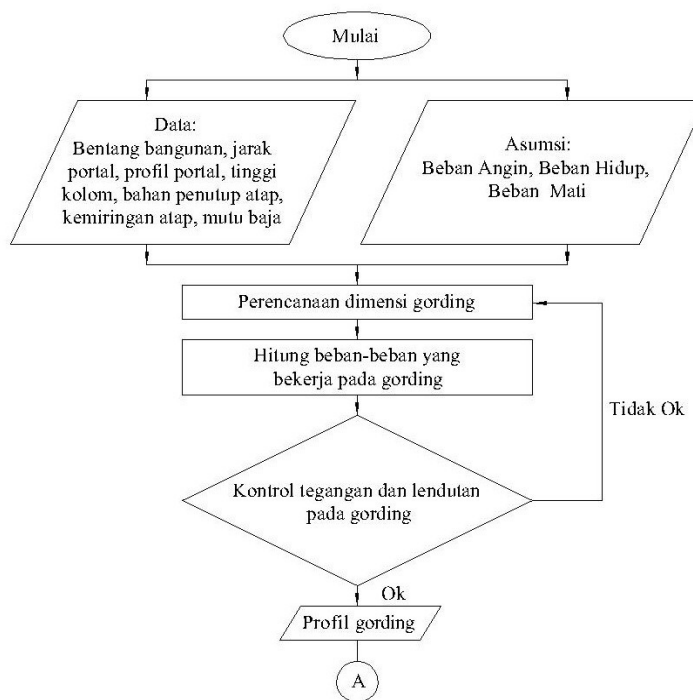
Gambar 3. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* $\frac{1}{2}$ bentang

4. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1 bentang

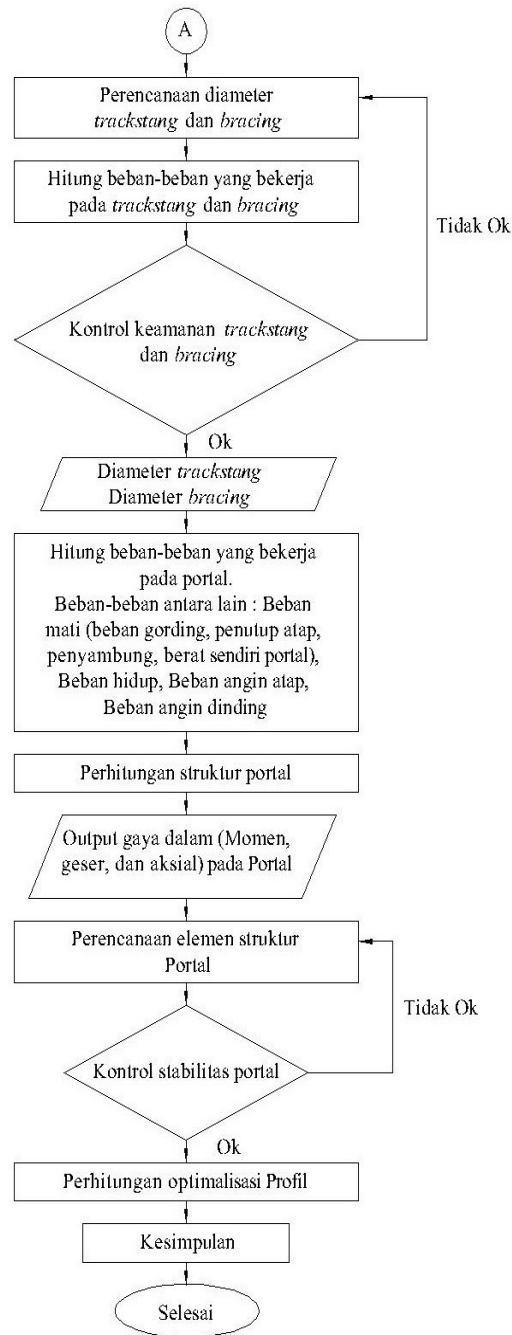


Gambar 4. Portal *Gable Frame* dengan *Haunch* 1 bentang

Diagram alir secara keseluruhan proses penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram alir penelitian keseluruhan



Gambar 5. Diagram alir penelitian keseluruhan (Lanjutan)

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinjauan Umum

Optimalisasi penggunaan profil baja IWF pada bangunan gudang konstruksi *gable frame* ini dimulai dengan merencanakan beban, kemudian menghitung analisis struktur menggunakan Metode Kekakuan Langsung, menghitung analisis penampang berdasarkan

SNI 1729 (2015), dan terakhir menghitung volume kebutuhan baja pada masing-masing tipe portal

3.2 Menentukan Jarak Antar Gording

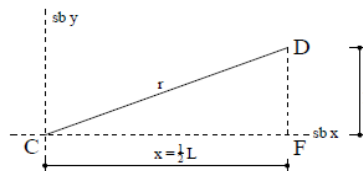
a. Data Teknis

Untuk menentukan jarak antar gording diperlukan data-data sebagai berikut :

Tipe Konstruksi	: Portal Kaku (<i>Gable Frame</i>)
Bahan penutup atap	: Spandex R950
Jarak Antar Portal (d_k)	: 6 m
Bentang kuda-kuda (L)	: 30 m
Jarak Gording (asumsi)	: 1,5 m
Tinggi Kolom (H)	: 8 m
Kemiringan atap (α)	: 12°
Mutu Baja	: 250 MPa
Tegangan Ijin Baja	: 1666 kg/cm^2
Berat Penutup Atap	: $3,31 \text{ kg/m}^2$ (<i>Gunung Steel Group, 2016</i>)

b. Panjang Balok

Untuk menentukan panjang balok dapat menggunakan bantuan Gambar 6 dibawah ini



Gambar 6. Penentuan jarak balok

Diketahui

(L_k)	= 30 m
(x)	= 15
Jarak C-D	
$\cos \alpha$	= x/r
r	= $x/\cos \alpha = 15,3351 \text{ m}$
Jarak D-F	
$\sin \alpha$	= y/r
y	= $\sin \alpha \cdot r = 3,1883 \text{ m}$
Jarak gording direncanakan	= 1,5 m
Banyak gording dibutuhkan (n)	= $r/1,5 + 1$
	= $11,22341 \text{ bh} = 12 \text{ bh}$
Jarak gording sebenarnya (d_g)	= $r/n = 1,2779 \text{ m}$

3.3 Penentuan Tekanan Angin

Penentuan tekanan angin didasarkan pada ketentuan Pasal 26 dan Pasal 27 SNI 1727 (2013) yang dijelaskan pada Bab II.

a. Parameter dasar penentuan tekanan angin

Kecepatan angin dasar (V)	: $40 \text{ km/jam} = 11,1111 \text{ m/s}$
Faktor Arah Angin (K_d)	: 0,85
Kategori Eksposur	: C
Faktor Topografi (K_{zt})	: 1

Faktor Pengaruh Tiupan Angin (G) : 0,85
Klasifikasi Ketertutupan : Bangunan Gedung Tertutup
Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi}) : 0,18

b. Penentuan K_z dan K_h (Tekanan Velositas) dipengaruhi kategori eksposurnya

z = 8 m
 K_z = 0,9507
 h = 11,1883 m
 K_h = 1,0204

c. Penentuan q_z dan q_h

q_z = $0,613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 = 61,1537 \text{ N/m}^2$
 q_h = $0,613 \cdot K_h \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 = 65,6406 \text{ N/m}^2$

d. Penentuan Koefisien Tekanan Eksternal (C_p)

Berdasarkan Gambar 27.4-1 SNI 1727 (2013)

- 1) Koefisien Dinding Angin Datang = 0,8
- 2) Koefisien Dinding Angin Pergi = -0,2
- 3) Koefisien Atap Angin Datang = -0,718
- 4) Koefisien Atap Angin Pergi = -0,260

e. Penentuan Tekanan Angin Desain (p)

- 1) Tekanan Dinding Angin Kiri
 $p_1 = qGC_p - qi(GC_{pi}) = 41,5845 \text{ N/m}^2$
- 2) Tekanan Dinding Angin Kanan
 $p_2 = qGC_p - qi(GC_{pi}) = -10,3961 \text{ N/m}^2$
- 3) Tekanan Atap Angin Kiri
 $p_3 = qGC_p - qi(GC_{pi}) = -40,0803 \text{ N/m}^2$
- 4) Tekanan Atap Angin Kanan
 $p_4 = qGC_p - qi(GC_{pi}) = -14,5066 \text{ N/m}^2$

3.4 Perencanaan Gording

a. Data-Data

Berat gording (q_g) : 6,76 kg/m (*Gunung Steel Group*, 2016)
Jarak antar gording (d_g) : 1,2779 m
Jarak kuda-kuda (d_k) : 6 m
Jarak setengah kuda-kuda ($d_k/2$) : 3 m
Berat atap (q_a) : 3,31 kg/m²
Beban angin Datang (p_3) : -4,0526 kg/m²
Beban angin Pergi (p_4) : -1,4803 kg/m²
Sudut kemiringan (α) : 12°
Berat jenis baja : 7850 kg/m³

b. Beban pada Gording

Akibat beban mati

$$\begin{aligned} q_D &= q_g + \text{berat atap } (w_a \cdot d_g) + \text{berat pengait } (10\% (q_g + w_a \cdot d_g)) \\ &= 12,0889 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Akibat beban hidup

$$P = 100 \text{ kg}$$

Akibat beban angin kiri

$$q_{w3} = p_3 \cdot d_g = -5,1789 \text{ kg/m}$$

Akibat beban angin kanan

$$q_{w4} = p_4 \times d_g = -1,8917 \text{ kg/m}$$

Akibat beban air hujan

$$q_R = 0.0098 \times (d_s + d_h) \cdot d_g = 25,559 \text{ kg/m}$$

Maka didapat $M_{ux} = 354,859 \text{ kgm}$ dan $M_{uy} = 63,4713 \text{ kgm}$

c. Kontrol Profil Gording

Setelah didapat momen *ultimate* maksimum yang diterima oleh gording, maka direncanakan profil baja pada gording yang akan di pakai adalah profil C 150x50x20x3,2 dengan data-data sebagai berikut

$$\begin{aligned} H &= 150 \text{ mm} \\ B &= 50 \text{ mm} \\ C &= 20 \text{ mm} \\ T &= 3,2 \text{ mm} \\ A &= 860,7 \text{ mm}^2 \\ q &= 6,76 \text{ kg/m} \\ f_y &= 250 \text{ MPa} \\ E &= 200000 \text{ MPa} \end{aligned}$$

1) Klasifikasi Penampang

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10,748$$

$$\lambda_{rf} = 1,0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 28,284$$

Rasio lebar tebal

$$\begin{aligned} &= \frac{b_f}{t_f} \\ &= 15,625 < \lambda_{pf} \\ &\rightarrow \text{profil badan 'non kompak'} \end{aligned}$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 106,349$$

$$\lambda_{rf} = 5,70 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 161,220$$

Rasio Lebar Tebal

$$\begin{aligned} &= h/t_w \\ &= 46,875 < \lambda_{pw} \\ &\rightarrow \text{profil sayap 'kompak'} \end{aligned}$$

2) Parameter LTB berdasarkan ketentuan F12 (SNI 1729, 2015)

$$\begin{aligned}L_p &= 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\&= 901,024 \text{ mm} \\L_b &= 6000 \text{ mm} \\r_{ts}^2 &= \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} = 52995,114 \text{ mm} \\r_{ts} &= 230,207 \text{ mm} \\c &= \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} = 1,039 \\h_o &= H - t = 146,8 \text{ mm} \\L_r &= 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,75 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \left(\frac{J_c}{S_x h_o}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 F_y}{E}\right)^2} = 1712122,012 \text{ mm} \\C_b &= 1,14\end{aligned}$$

3) Pelelehan

$$F_n = F_y = 250 \text{ MPa}$$

4) Tekuk Torsi Lateral

$$\begin{aligned}F_n &= F_{cr} \\&= \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0,087 \frac{J_c}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} = 59055,4091 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$F_n \text{ Pelelehan} < F_n \text{ Tekuk Torsi Lateral}$$

Maka yang terjadi adalah pelelehan terlebih dahulu

5) Rasio Kekuatan ($M_u/\phi M_n$)

$$M_{ux} = 3040564,61 \text{ Nmm}$$

$$M_{nx} = F_n \cdot S_{min} = 9333333,333 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 8400000 \text{ Nmm}$$

Rasio Kekuatan ($M_{ux}/\phi M_n$)

$$= 0,362 < 1 \rightarrow \text{OK}$$

$$M_{uy} = 622018,98 \text{ Nmm}$$

$$M_{ny} = F_n \cdot S_{min} = 9333333,333 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 8400000$$

Rasio Kekuatan ($M_{uy}/\phi M_n$)

$$= 0,074 < 1 \rightarrow \text{OK}$$

6) Antisipasi Masalah Puntir

$$\begin{array}{rclcl} \frac{M_{ux}}{\Phi M_{nx}} & + & \frac{M_{uy}}{\Phi M_{ny}} & < & 1 \\ 0,361972 & + & 0,148099757 & < & 1 \\ & & 0,510071734 & < & 1 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

d. Kontrol Geser

1) Kombinasi pembebanan

$$\begin{array}{rclcl} P_{Dx} & = & q_{Dx} \times d_k & = & 70,9485 \text{ Kg} \\ P_{Dy} & = & q_{Dy} \times d_k & = & 15,0806 \text{ Kg} \\ P_{Lx} & = & P_{Lx} & = & 97,8148 \text{ Kg} \\ P_{Ly} & = & P_{Ly} & = & 20,7912 \text{ Kg} \\ P_{Wx} & = & q_w \times d_k & = & -31,074 \text{ Kg} \\ P_{Wy} & = & 0 & & \end{array}$$

Dari beban, didapat $P_{ux} = 226,105 \text{ kg}$

2) Kuat Geser Nominal

$$\begin{array}{rclcl} A_w & = & d \cdot t_w = 495,52 \text{ mm}^2 \\ h & = & d - 2t_f = 143,6 \text{ mm} \\ & = & 143,6 \text{ mm} \\ k_v & = & 5 \\ h/t_w & = & 1,01 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}} \\ 48 & \leq & 71,005 \rightarrow \begin{array}{l} \phi_v = 1 \\ C_v = 1 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} V_u & = & P_{ux} = 2215,83 \text{ N} \\ V_n & = & 0,6 F_y A_w C_v = 68928 \text{ N} \\ \phi V_n & = & 62035,2 \\ \text{Rasio Kekuatan } (V_u / \phi V_n) & & \end{array}$$

$$= 0,036 < 1 \rightarrow \mathbf{OK}$$

g. Kontor Lendutan

$$\begin{array}{rclcl} \Delta_y & = & \frac{5 q_y d k^4}{384 E I_x} & + & \frac{P_y d k^3}{48 E I_x} \\ & = & 0,2359 & + & 0,1671 \\ & = & 0,4029 & & \\ \Delta_x & = & \frac{5 q_x d k^4}{384 E I_y} & + & \frac{P_x d k^3}{48 E I_y} \\ & = & 12,657 & + & 7,86011 \\ & = & 20,517 & & \\ & < & dk / 240 & & \\ 20,5214 & < & 25,00000 & & \mathbf{OK} \end{array}$$

Dikarenakan rasio kekuatan lentur dan geser memenuhi dasar desain, maka profil C 150x50x20x3,2 cocok digunakan sebagai profil gording pada perencanaan ini.

3.5 Perencanaan *Trackstang*

1) Data-data

Jarak antar kuda-kuda (dk)	= 6 m
Jumlah <i>trackstang</i> (n)	= 2 bh
Jarak antar <i>trackstang</i> (dt)	= 2 m

2) Gaya pada *trackstang*

a. Beban Mati

$$P1 = (q_{dy}) \times d_t = 5,0269 \text{ kg}$$

b. Beban Hujan

$$P2 = q_{Ry} \times d_t = 10,6278 \text{ kg}$$

c. Beban Hidup

$$P3 = P_y = 20,7912 \text{ kg}$$

d. Gaya yang Bekerja pada *Trekstang*

$$P = 1,2 P1 + 0,5 (P2 + P3) = 39,29981 \text{ kg}$$

3) Tegangan Ijin

a. Tegangan leleh Ijin

$$f_{ijin} = 0,9 \times f_y = 2250 \text{ kg/cm}^2$$

b. Tegangan putus Ijin

$$f_{ijin} = 0,75 \times f_u \times 0,75 = 2306,25 \text{ kg/cm}^2$$
$$= 2306,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ijin} = 2250 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{dipakai})$$

c. Luas *Trekstang*

$$A_{trackstang} = P/f_{ijin} = 0,0175 \text{ cm}^2$$

$$\text{diameter} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1,4909 \text{ mm}$$

4) Cek Keamanan *Trackstang*

$$d > 4$$

$$1,4909 > 4$$

Dikarenakan $d < 4$ dan yang biasa dipakai di lapangan adalah diameter 4 mm, maka digunakan diameter *trackstang* 4 mm (Setiawan, 2008).

5) Beban *Trackstang*

$$W_{trekstang} = A_{trekstang} \times \text{berat jenis baja}$$
$$= 0,0010 \text{ KN/m} = 0,1 \text{ kg/m}$$

3.6 Perencanaan *Bracing*

a. Data-data

$$L_{bracing} = \sqrt{dk^2 + (13dg)^2} = 17,6633 \text{ m}$$

$$\alpha_b = 19,86^\circ$$

$$\text{Tinggi atap (y)} = 3,1883 \text{ m}$$

$$\text{Panjang kuda-kuda (Lk)} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Sisi miring atap (r)} = 15,3351 \text{ m}$$

b. Luas Atap

$$A_{\text{atap}} = 0,5 \text{ Lk} \times y = 47,8252 \text{ m}^2$$

c. Beban Angin

$$W_{\text{angin}} = 0,5 \times A_{\text{atap}} \times W = 35,3970 \text{ kg}$$

$$S = W_{\text{angin}} / \cos \alpha_b = 37,6348 \text{ kg}$$

$$R = W_{\text{angin}} \cdot r / dk = 90,4694 \text{ kg}$$

$$P_u = 90,4694 \text{ kg}$$

d. Luas dan Diameter *Bracing*

$$A_{\text{bracing}} = P_u / \phi f_y = 0,0362 \text{ cm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 0,8165 \text{ mm}$$

$$dpakai = 3$$

$$A_{\text{bracing}} = 0,25 \pi d^2$$

$$= 7,071 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

e. Beban *Bracing*

$$W_{\text{bracing}} = A_{\text{bracing}} \text{ baru} \times \text{berat jenis baja}$$

$$= 0,0006 \text{ KN} = 0,39 \text{ kg/m}$$

3.7 Pembebanan pada *Gable Frame*

Hasil pembebanan dengan variasi bentang *haunch* 1/8 bentang, 1/4 bentang, 1/2 bentang dan 1 bentang dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 berikut ini.

Tabel 1. Beban pada Sisi Kiri Atap *Gable Frame*

Jenis Beban	Variasi <i>Haunch</i>			
	Tipe 1 (kg/m)	Tipe 2 (kg/m)	Tipe 3 (kg/m)	Tipe 4 (kg/m)
Beban Mati	187,7097	139,7204	136,0495	570,8995
Beban Hidup Orang	86,6667	86,6667	86,6667	86,6667
Beban Hidup Air Hujan	169,8418	169,8418	169,8418	169,8418
Beban Angin	-24,5389	-24,5389	-24,5389	-24,5389

Tabel 2. Beban pada Sisi Kanan Atap *Gable Frame*

Jenis Beban	Variasi <i>Haunch</i>			
	Tipe 1 (kg/m)	Tipe 2 (kg/m)	Tipe 3 (kg/m)	Tipe 4 (kg/m)
Beban Mati	187,7097	139,7204	136,0495	570,8995
Beban Hidup Orang	86,6667	86,6667	86,6667	86,6667
Beban Hidup Air Hujan	169,8418	169,8418	169,8418	169,8418
Beban Angin	-8,8816	-8,8816	-8,8816	-8,8816

Tabel 3. Beban pada Sisi Kiri Dinding *Gable Frame*

Jenis Beban	Variasi <i>Haunch</i>			
	Tipe 1 (kg/m)	Tipe 2 (kg/m)	Tipe 3 (kg/m)	Tipe 4 (kg/m)
Beban Mati	0	0	0	0
Beban Hidup Orang	0	0	0	0
Beban Hidup Air Hujan	0	0	0	0
Beban Angin	25,4599	25,4599	25,4599	25,4599

Tabel 4. Beban pada Sisi Kanan Dinding *Gable Frame*

Jenis Beban	Variasi <i>Haunch</i>			
	Tipe 1 (kg/m)	Tipe 2 (kg/m)	Tipe 3 (kg/m)	Tipe 4 (kg/m)
Beban Mati	0	0	0	0
Beban Hidup Orang	0	0	0	0
Beban Hidup Air Hujan	0	0	0	0
Beban Angin	-6,3650	-6,3650	-6,3650	-6,3650

3.8 Hasil Analisis Struktural

Analisis struktur yang digunakan pada konstruksi ini adalah dengan menggunakan Metode Kekakuan Langsung dengan dengan hasil gaya lentur maksimum, gaya geser maksimum, dan gaya normal maksimum (Supartono dan Boen, 1980), dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Gaya Lentur, Gaya Normal dan Gaya Geser Maksimum

Tipe	Member	Gaya Lentur Maksimum (kNm)	Gaya Normal Maksimum (kN)	Gaya Geser Maksimum (kN)
1	1 dan 6	294,6	74,12	36,95
	2 dan 5	294,6	65,14	51,79
	3 dan 4	179,87	55,58	51,62
2	1 dan 6	261,50	64,25	32,81
	2 dan 5	261,50	56,34	45,69
	3 dan 4	93,09	39,73	45,52
3	1 dan 6	328,02	41,13	65,01
	2 dan 5	328,02	53,98	55,36
	3 dan 4	33,81	53,81	21,97
4	1 dan 4	114,41	14,43	142,50
	2 dan 3	859,13	43,72	136,30

Gaya lentur, gaya geser, dan gaya normal yang dihasilkan pada setiap tipe *gable frame* berbeda-beda sesuai dengan beban yang dipikul dan perbedaan bentang *haunch* yang diberikan pada masing-masing tipe *gable frame*

3.9 Profil Balok dan Kolom

Penentuan profil balok dan kolom pada konstruksi *gable frame* sesuai dengan desain struktur yang dijelaskan pada Subbab I, J, K, L, dan M pada Bab II, dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini

Tabel 6. Profil pada Konstruksi *Gable Frame*

Tipe	Member	Profil
1	1 dan 6 (Kolom)	WF 390x300x10x15
	2 dan 5 (Balok)	WF 300x300x10x15
	3 dan 4 (Balok)	WF 390x300x10x15
2	1 dan 6 (Kolom)	WF 340x250x9x14
	2 dan 5 (Balok)	WF 294x200x8x12
	3 dan 4 (Balok)	WF 400x200x8x13
3	1 dan 6 (Kolom)	WF 294x200x8x12
	2 dan 5 (Balok)	WF 250x250x9x14
	3 dan 4 (Balok)	WF 194x150x6x9
4	1 dan 4 (Kolom)	WF 400x400x13x21
	2 dan 3 (Balok)	WF 400x400x13x21

Perbedaan profil yang dipakai pada kolom dan balok dari masing-masing tipe *gable frame* karena dipengaruhi oleh besar kecilnya gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi *gable frame*.

3.10 Volume Profil pada Portal *Gable Frame*

Untuk menghitung volume profil pada portal *gable frame* adalah dengan mengalikan antara luas profil dan panjang bentang profil, dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini

Tabel 7. Berat dan Volume Baja Masing-Masing Portal

Tipe Portal	1	2	3	4
Volume (m ³)	0,6079	0,4265	0,4691	1,3428
Berat (kg)	4771,894	3348,1755	3682,2385	10541,1506

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

Volume baja yang digunakan konstruksi *gable frame* Tipe 1 adalah 0,6079, dengan berat 4.771,894 kg, Tipe 2 adalah 0,4265 m³, dengan berat 3.348,1755 kg, Tipe 3 adalah 0,4691 m³, dengan berat 3.682,2385 dan Tipe 4 adalah 1.3428 m³, dengan berat 10.541,1506 kg. Berdasarkan hasil dari volume dan berat baja yang digunakan pada masing-masing tipe *gable frame*, Tipe 2 merupakan tipe *gable frame* dengan volume dan berat yang paling rendah dan meningkat ke Tipe 3, Tipe 1 dan Tipe 4. Hal tersebut dikarenakan perbedaan momen yang diterima konstruksi *gable frame* karena pengaruh perbedaan jarak *haunch*. Konstruksi *gable frame* Tipe 2 merupakan tipe *gable frame* yang paling optimal jika digunakan pada konstruksi *gable frame*, dikarenakan volume dan berat baja yang digunakan pada konstruksi merupakan volume dan berat yang paling rendah

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dewobroto, Wiryanto, 2016, *Struktur Baja : Perilaku, Analisis dan Desain – AISC 2010*, Tangerang : Penerbit Jurusan Teknik Sipil UPH, 973 hlm.
- Gunung Steel Group, 2016, Lipped Chanel, diakses dari http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=185, Diakses pada tanggal 2 Mei 2017.
- Gunung Steel Group, 2016, Roof and Wall Sheeting, diakses dari http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=193, Diakses pada tanggal 2 Mei 2017.
- Setiawan, Agus, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Jakarta : Erlangga, 336 hlm
- SNI 1727, 2013, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Struktur Lain*, Badan Standardisasi Nasional, 196 hlm.
- SNI 1729, 2015, *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, Badan Standardisasi Nasional, 289 hlm.
- Supartono, F.X. dan Teddy Boen, 1980, *Analisa Struktur dengan Metode Matrix*, Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia