

**ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN FORTAL FRAME  
PERLETAKAN JEPIT-JEPIT DAN SENDI-SENDI DENGAN  
VARIASI SUDUT KEMIRINGAN ATAP**

**COMPARATIVE ANALYSIS IN PLANNING OF CLAMP AND JOINT  
FORTAL-FRAME PLOTTING WITH TILT  
ROOF VARIATION**

**Srikirana Meidiani<sup>1\*</sup>, Susi Riwayati<sup>2</sup>, Dessy Imriany<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas IBA  
Jalan Mayor Ruslan, 9 Ilir, Ilir Timur. II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30113  
Email:salehkirana@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tamansiswa  
Jl. Taman Siswa No.261, 20 Ilir D. I, Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30126

\*Korespondensi: salehkirana@gmail.com

**ABSTRAK**

*Fortal Frame* adalah struktur yang terdiri dari elemen-elemen linear, umumnya balok dan kolom yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh *joints* (titik hubung). Pada umumnya bangunan *Fortal Frame* lebih sering menggunakan profil baja tunggal WF, karena untuk bangunan yang membutuhkan ruang volume yang besar seperti gudang, bangunan serbaguna, bangunan pasar tradisional, Aula, Pabrik, Hanggar Pesawat dan lain sebagainya maka type bangunan *portal frame* dengan baja WF sering digunakan. Sehubungan dengan hal tersebut maka peneliti mencoba untuk mengetahui tingkat ekonomis dari sisi berat pemakaian konstruksi baja profil WF pada bangunan *Fortal Frame*. Penelitian ini membandingkan berat pemakaian konstruksi baja yang terdiri dari Gording, Balok dan Kolom pada *fortal frame* perletakan jepit-jepit dan perletakan sendi-sendi dengan variasi kemiringan atap. *Fortal frame* direncanakan dengan bentang 18 M dan tinggi kolom 7 M dengan variasi kemiringan atap 20°; 25° dan 30°. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung beban dan momen yang terjadi pada *fortal frame* secara manual dengan bantuan excel. Rumus-rumus yang digunakan adalah rumus empiris yang mengacu pada SNI, buku Teknik Sipil dan Buku Mekanika Struktur. Hasil penelitian menunjukkan berat pemakaian konstruksi baja (gording, balok dan kolom) pada *fortal frame* perletakan jepit-jepit cenderung naik atau linear dengan semakin besarnya kemiringan atap yaitu dengan variasi kemiringan 20°; 25° dan 30° diperoleh berat konstruksi baja masing-masing : 18912,46 kg, 20857,73 kg dan 23289,51 kg. Sedangkan pada perletakan sendi-sendi diperoleh berat konstruksi baja masing-masing: 20550,46 kg, 19288,83 kg dan 25901,01 kg. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada *fortal frame* perletakan jepit-jepit berat minimal konstruksi terjadi pada kemiringan atap 20° yaitu sebesar 18912,46 kg dan pada perletakan sendi-sendi terdapat berat optimum pada kemiringan atap 25° yaitu sebesar 19288,83 kg.

**Kata Kunci :** Fortal Frame, Profil WF, Perletakan Jepit-Jepit, Perletakan Sendi-Sendi, Berat Konstruksi

## ABSTRACT

*Portal Frame is a structure consisted of linear elements which is usually a connection of beams and columns at the ends by joints (intersection points). In general, Portal Frame building often uses a single steel profile WF, because it is appropriate for buildings that require large volume of space, e.g. warehouses, multipurpose buildings, traditional market buildings, Hall, Factory, Aircraft Hangar, etc. Therefore, many researchers try to know the economical level of heavy usage of WF profile steel construction on Portal Frame building. This study compared the weight of steel construction consisted of Curtains, Beams and Columns in clamp-type and joint-type of Portal frames plotting with roof tilt variations. Portal frame with 18 meters span and 7 meters column height was planned with tilt roof variation of 20°, 25° and 30°. This study was conducted by calculating the load and moment on the Portal frame manually using Microsoft Excel. The used formulas are empirical formulas from SNI standard, Civil Engineering and Structural Mechanics Book. The results showed that the weight of steel construction (curtains, beam and column) in the clamp-type of Portal frame plotting tend to rise or linear with the increasing tilt of the roof with the slope variations of 20°, 25° and 30° with their corresponding weights of steel construction of 18912,46 kg, 20857,73 kg and 23289,51 kg respectively. In the joint-type plotting, the weights of steel construction were 20550.46 kg, 19288.83 kg and 25901.01 kg respectively. Based on the data result, the minimum weight of construction in clamp-type plotting occurred at the tilt roof of 20° with 18912.46 kg weight, whereas on the joint-type frame plotting the optimum weight was 19288.83 kg on the 25° tilt roof.*

**Keywords:** Portal Frame, WF Profile, Pinch Placement, Joints Placement, Weight Construction

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan suatu konstruksi dengan penggunaan material baja menjadi salah satu pilihan yang populer. Keunggulan dari pemakaian baja diantaranya berkekuatan tinggi, keseragaman, elastisitas, permanen, daktilitas dan baja mempunyai kekuatan struktur yang lebih kuat dan *fleksible* dibandingkan struktur kayu dan beton. Khususnya untuk struktur *portal frame* pada umumnya direncanakan dengan menggunakan baja profil WF. Permasalahan utama pemakaian material baja adalah berat dan harga yang mahal terutama untuk bentang-bentang yang besar, seperti bangunan-bangunan yang membutuhkan volume ruang yang besar seperti gudang, pabrik, hanggar pesawat, bangunan pasar tradisional, dan sejenisnya.

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan ada salah satu tahapan yang paling penting yaitu pemilihan jenis material yang akan digunakan. Pemilihan material baja sebagai bahan konstruksi saat ini sudah sangat banyak digunakan mengingat beberapa keunggulan dibandingkan material yang lain seperti beton dan kayu. Disamping pemilihan material sebagai bahan konstruksi, pemilihan perletakan pun diperlukan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet, ekonomis serta mudah dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dengan cara menganalisa berat konstruksi baja portal *frame profil* profil WF dengan perletakan jepit-jepit dan perletakan sendi-sendi dengan variasi kemiringan atap.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, maka permasalahan yaitu pada kemiringan berapakah konstruksi baja portal frame Profil WF perletakan jepit-jepit dan perletakan sendi-sendi menghasilkan berat konstruksi yang efisien.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pada kemiringan berapa berat konstruksi baja portal frame profil WF perletakan jepit – jepit dan perletakan sendi – sendi memiliki berat konstruksi yang efisien.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini membatasi pokok permasalahan pada konstruksi baja portal frame profil WF perletakan jepit - jepit dan perletakan sendi - sendi dengan variasi sudut/kemiringan atap.

## **2. METODE PENELITIAN**

Metodologi penelitian pada dasarnya menjelaskan rencana dan prosedur yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan atau tujuan penelitian.

### **Studi literature**

Melakukan studi referensi berupa buku pustaka, jurnal konstruksi baja, serta peraturan mengenai perencanaan konstruksi baja portal frame, antara lain :

- a. SNI 03 – 1729 – 2000 tentang tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.
- b. SNI 03 – 1727 – 2002 tentang beban minimum untuk perancangan gedung dan struktur lain.
- c. --- ISBN Struktur Baja 1, Penerbit Gunadarma, Jakarta, 1997
- d. Peraturan Muatan Indonesia, (N.I-18), 1970 Cetakan ke empat. Penerbit Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1980.
- e. Ir. V. Sunggono kh.”Buku teknik sipil”, penerbit NOVA, Bandung.
- f. Browsing penelitian dan jurnal tentang spesifikasi profil baja portal frame melalui internet.

### **Baja**

Salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan untuk struktur bangunan bentang lebar adalah baja, dikarenakan sifat baja relatif stabil, kuat, pemasangan yang cepat, dan volumenya jauh lebih hemat dibandingkan dengan beton. (Charles G.Salmon, 1992).

Baja adalah logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya termasuk karbon. Fungsi karbon pada baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi Kristal atom besi, baja karbon dibagi menjadi 3 kategori tergantung dari persentase kandungan karbonnya, yaitu : baja karbon rendah ( $C = 0,03-0,35\%$ ), baja karbon medium ( $C = 0,35-0,50\%$ ) dan baja karbon tinggi ( $C = 0,55-1,70\%$ ). Baja yang sering digunakan dalam struktur adalah baja karbon medium, misalnya baja BJ.37. Kandungan karbon baja medium bervariasi dari 0,25-0,29% tergantung ketebalan, baja karbon umumnya memiliki tegangan leleh ( $f_y$ ) antara 210-250 Mpa. (Agus Setiawan, 2008).

Baja mempunyai kekuatan yang tinggi dan sama kuat pada kekuatan tarik maupun tekan, oleh karena itu baja merupakan elemen struktur yang memiliki batasan sempurna yang akan menahan beban jenis tarik aksial, tekan aksial, dan lentur.

### **Keunggulan dan kekurangan baja**

Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulan dibandingkan material yang lain. Beberapa keunggulan baja sebagai material konstruksi antara lain:

- a. Mempunyai kekuatan yang tinggi, baja umumnya mempunyai daya tarik antara 400 – 900 Mpa. Hal ini sangat berguna untuk dipakai pada struktur – struktur yang memiliki bentang panjang dan struktur pada tanah lunak.
- b. Keseragaman dan keawetan yang tinggi, material baja jauh lebih seragam/homogen serta mempunyai tingkat keawetan yang jauh lebih tinggi jika prosedur perawatan dilakukan secara semestinya.
- c. Sifat elastisitas, baja mempunyai perilaku yang cukup dekat dengan asumsi-asumsi yang digunakan untuk melakukan analisa, sebab baja dapat berperilaku elastis hingga tegangan yang cukup tinggi, baja juga dapat dihitung dengan pasti sehingga memudahkan dalam melakukan proses analisa struktur.
- d. Kekenyalan atau keliatan, kemampuan atau kesanggupan untuk dapat menerima perubahan – perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian – kerugian berupa cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam untuk jangka waktu pendek.
- e. Daktalitas baja cukup tinggi, Kemampuan struktur atau komponennya untuk dapat mengalami deformasi yang besar dibawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus. Sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses keruntuhan bangunan secara tiba-tiba.
- f. Bila dibandingkan dengan beton, baja lebih ringan
- g. Komponen-komponen strukturnya bisa digunakan lagi untuk keperluan yang lain
- h. Kemudahan dalam penyambungan antar elemen dengan menggunakan alat sambung las atau baut.
- i. Pemasangannya relatif mudah dan tidak memakan waktu yang lama
- j. Baja sudah mempunyai ukuran dan mutu tertentu dari pabrik
- k. Pemeliharaan yang tidak terlalu sukar dan struktur yang dihasilkan bersifat permanen.

Selain keuntungan-keuntungan yang disebutkan diatas, material baja juga memiliki beberapa kekurangan yaitu (Setiawan, 2008):

- a. Material baja akan mengalami penurunan kekuatan secara drastis akibat kenaikan temperatur yang tinggi,
- b. Mudahnya bahan baja mengalami korosi sehingga memerlukan perawatan khusus,
- c. memerlukan biaya yang cukup besar dalam pengangkutan,
- d. Tidak mampu mencegah terjadinya masalah tekuk yang merupakan fungsi dari kelangsingan suatu penampang.

#### **a. Kekuatan Baja**

Sifat penting pada baja adalah kekuatan tarik. Pada saat baja diberi beban maka baja akan cenderung mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Perubahan bentuk ini akan menimbulkan regangan, akibat regangan tersebut tegangan atau stres. Pada waktu terjadi regangan awal dimana baja belum sampai berubah bentuknya dan bila beban yang menyebabkan regangan tadi dilepas maka baja akan kembali ke bentuk semula. Regangan ini disebut dengan regangan elastis karena sifat bahan masih elastis.

## Tegangan – Tegangan Baja

### Tegangan Leleh

Pada saat baja meleleh tegangan yang terjadi besarnya tetap, tetapi regangannya bertambah besar. Tegangan leleh sulit ditentukan besarnya karna adanya perubahan dari elastis menjadi leleh yang besarnya tidak betul – betul tetap. Oleh karena itu sebagai patokan untuk menentukan besarnya tegangan leleh, maka di definisikan sebagai tegangan yang menyebabkan regangan sebesar 0,2 %.

### Tegangan Dasar

Tegangan dasar adalah tegangan leleh dibagi faktor keamanan diambil sebesar 1,5 jadi tegangan dasar dapat diperhitungkan sebagai berikut :  $\sigma = \frac{\sigma_l}{1,5}$

Tabel 1. Tegangan Leleh dan Tegangan Dasar berdasarkan PPBBI.

Macam Baja	Tegangan Lille		Tegangan dasar
	Kg / cm <sup>2</sup>	Mpa	Mpa
Bj 37	2400	240	160
Bj 41	2500	250	166,6
Bj 44	2800	280	186,7
Bj 50	2900	290	193,3
Bj 52	3600	360	240

Sumber : Gunawan, 2000, "Konstruksi baja 1" Delta Teknik Grup Jakarta

### Struktur Portal

Struktur dapat dibagi menjadi tiga katagori umum: (a) Struktur rangka (framed structure); (b) Struktur tipe cangkang (Sheel-type structure); (c) Struktur tipe suspensi (Suspension-type structure). (Charles G.Salmon, 1992).

Struktur rangkai kaku/portal adalah struktur yang terdiri atas elemen-elemen linear, umumnya balok dan kolom, yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh joints dengan kaku yang dapat mencegah rotasi relatif di antara elemen struktur yang dihubungkannya (schodek,1999).

Bingkai portal sangat efisien untuk digunakan pada bangunan dengan rentang lebar, oleh karena itu konstruksi bingkai portal biasa terlihat pada gudang, pabrik, lumbung, dan lain-lain. Pada dasarnya portal terbagi atas 2 macam, yaitu: Pertama, Portal terbuka, dimana seluruh momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan sepenuhnya oleh pondasi, sedangkan sloof hanya berfungsi untuk menahan dinding saja. Pada portal terbuka kekuatan dan kekakuan portal dalam menahan beban lateral dan kestabilannya tergantung pada kekuatan dari elemen-elemen strukturnya. Kedua, Portal tertutup, dimana momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan terlebih dahulu oleh sloof/beam kemudian diratakan, baru sebagian kecil beban dilimpahkan ke pondasi. Sloof/beam berfungsi sebagai pengikat kolom yang satu dengan yang lain untuk mencegah terjadinya *Differential Settlement*.

### Standar dan Spesifikasi pada Perencanaan Struktur Baja

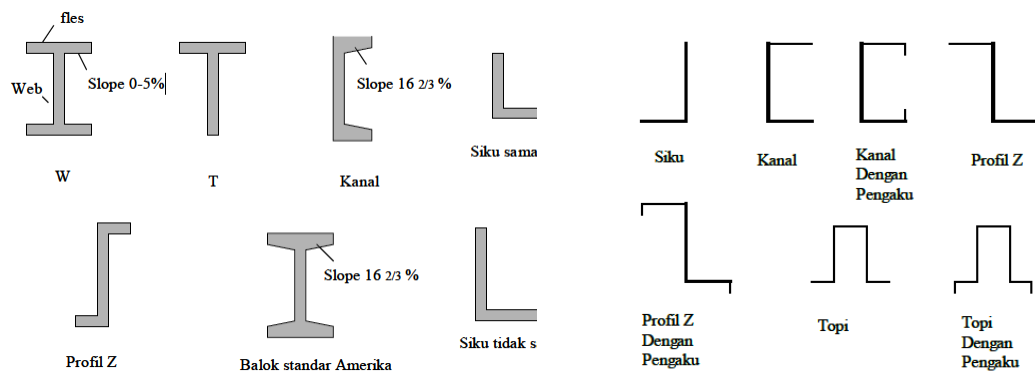
Ada beberapa peraturan ataupun spesifikasi baja yang juga dikenal dan dipakai di Indonesia, yaitu:

- PPBBI : Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia.
- AISC : American Institute of Steel Construction.
- AISI : American Iron and Steel Construction.
- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
- ASTM : American Society for Testing and Materials
- JIS : Japan Industrial Standards
- DIN : Deutch Industrie Normen
- AIJ : Architectural Institute of Japan
- BS449 : British Standard 449

### Bentuk Baja Profil

Bentuk profil baja berdasarkan cara pembuatan terbagi menjadi 2 macam yaitu: (Oentoeng, 2000).

- Hot rolled shape: profil baja dibentuk dengan cara blok-blok baja yang panas diproses melalui rol-rol dalam pabrik, profil baja jenis ini mengandung tegangan residu (residual stress) jadi sebelum batang dibebani sudah ada tegangan residu yang berasal dari pabrik.
- Cold formed shape: profil baja dibentuk dari pelat-pelat yang sudah jadi, profil ini ringan dan sering disebut sebagai Light Gauge Cold Form Steel.

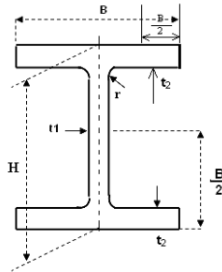


Gambar 1. Beberapa Contoh *Hot Rolled Shape* Gambar 2. Beberapa Contoh *Cold formed shape*  
Sumber: Polban

### Profil Baja WF (Wide Flange)

Profil Baja WF merupakan jenis baja yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi. Bentuk W sangat efisien untuk memikul lentur karena flensnya lebar dan tebal badan tipis sehingga perbandingan momen inersia dan berat profilnya besar. Profil baja ini biasanya digunakan untuk balok atau kolom, tiang pancang, bottom chord member, kanopi dan berbagai konstruksi bangunan lainnya. Istilah lain untuk baja jenis ini : IWF, WF, H- Beam, UB, UC, Balok H, Balok I dan Balok W. Baja Profil WF-beam memiliki dimensi tinggi badan (H), lebar sayap (B), tebal badan ( $t_1$ ), tebal sayap ( $t_2$ )

merata dari ujung hingga pangkal radius ( $r$ ), adapun penjelasan seperti pada Gambar berikut ini :



Gambar 3. Profil Wide Flange

Sumber : <http://duniatekniksipil.web.id/1461/perbedaan-profil-baja-i-wf-dan-h/>

#### Analisa /pengelolaan data

Pada analisa ini berisi informasi mengenai data – data desain portal frame pada perletakan sendi – sendi dan perletakan jepit – jepit berdasarkan variasi kemiringan.

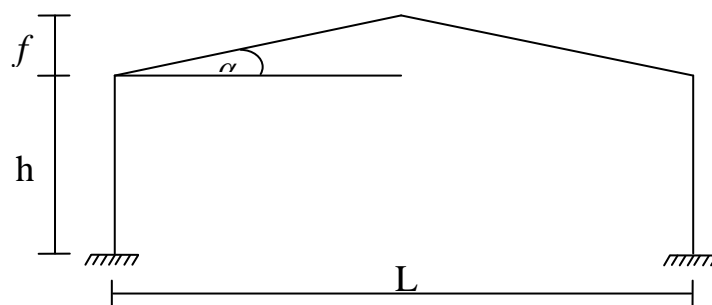
#### Perencanaan struktur

Perencanaan struktur ini berisi tentang langkah – langkah perancangan yang akan digunakan dalam analisa/pengelolaan data.

#### Struktur Konstruksi Portal

##### a) Kolom ideal dengan ujung-ujungnya jepit

Struktur dengan sistem ini (Gambar 4) cukup kaku dan memberikan momen lebih kecil dari pada struktur sebelumnya. Struktur semacam ini adalah statis tak tentu, maka statistiknya diselesaikan dengan cara statis tak tentu. Namun sering didalam prakteknya diselesaikan dengan cara pendekatan/sederhana, dikarenakan ujung-ujung kolom jepit, maka di ujung-ujung kolom bekerja momen jadi faktor panjang tekuk ( $k$ ) untuk kolom yang ujung-ujungnya jepit maka  $k = 0,5$ .



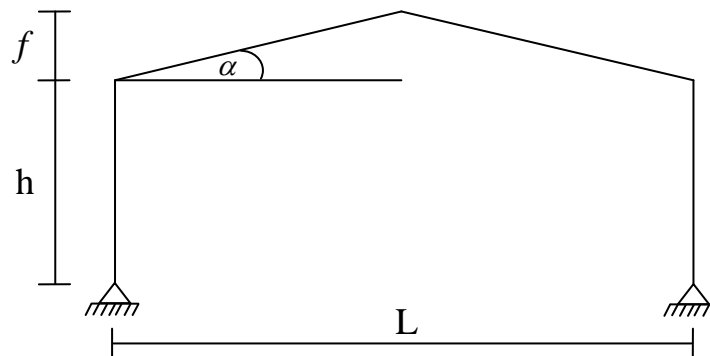
Gambar 4. Kolom ideal dengan perletakan jepit- jepit

Sumber : diolah peneliti

##### b) Kolom ideal dengan ujung-ujungnya sendi

Struktur ini sama seperti pada perletakan jepit, adapun salah satu keuntungan kolom dengan perletakan sendi ini adalah pondasi yang murah dikarenakan momen pada

pondasi menjadi kecil. Faktor panjang tekuk ( $k$ ) untuk kolom yang ujung-ujungnya sendi maka  $k = 1$ , hal ini berarti panjang tekuknya sama dengan panjang kolom tersebut.



Gambar 5. Kolom ideal dengan perletakan sendi-sendi

Sumber : diolah peneliti

### Desain Konstruksi

Didalam desain sebuah konstruksi, data yang lengkap akan sangat membantu dalam proses desain yang dilakukan oleh perencana dengan menggunakan alat bantu (software) guna menghasilkan desain yang sesuai dan efisien. (Agustinus Wicaksono, 2011).

a) Lebar bangunan (bentang/span)

Lebar bangunan menentukan hasil desain konstruksi, jarak antar kuda-kuda, jarak web, ketebalan bahan ataupun penggunaan bahan yang rangkap ditentukan dari lebar bentang.

b) Penutup Atap

Atap Avantguard adalah memiliki daya tahan tinggi terhadap asam, basa, dan garam. Avantguard juga fleksibel sehingga bisa ditekuk dengan bentuk kubah atap tanpa lebih tenang selama musim hujan. Avantguard memiliki 3 lapisan khusus yang saling terhubung yaitu:

- 1) Lapisan pertama, melindungi atap dari oksidasi, kerusakan karena ekspos sinar UV, akumulasi statis dan debu serta pembentukan lumut.
- 2) Lapisan kedua, foamed UPVC khusus yang membantu mengurangi konduktivitas panas dan menyediakan insulasi suara yang mengurangi gema didalam bangunan dan sewaktu hujan lebat.
- 3) Lapisan ketiga, bertindak sebagai laminasi komposit yang membantu memperkuat material lebih baik lagi.

Avantguard memiliki beberapa tipe salah satunya tipe – S. Panjang standart : length by request (minimum order 2500 m), lebar standar : 1150 mm, lebar efektif : 1050 mm, tinggi gelombang : 22 mm, ketebalan : 2.5 mm, berat : 4.0 kg/m.

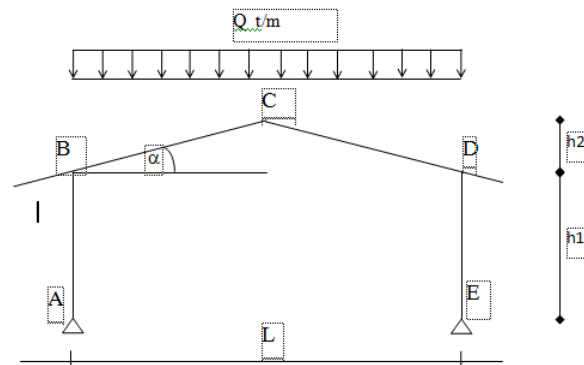
c) Sudut atap

Faktor estetika maupun maksud penggunaan berpengaruh terhadap penentuan sudut/kemiringan konstruksi atap. Gudang atau pabrik biasanya menggunakan sudut

yang lebih rendah karena menggunakan penutup atap seng atau galvalum lembaran yang tidak berpengaruh oleh tampias air hujan.

d) Gording

Gording harus disesuaikan dengan panjang usuk yang tersedia sedangkan jarak gording tergantung pada jenis penutup atap

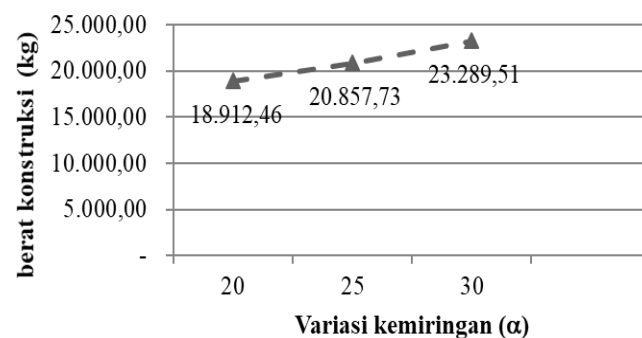


Gambar 6. Struktur Portal Frame

Adapun data-data umum portal frame sebagai berikut :

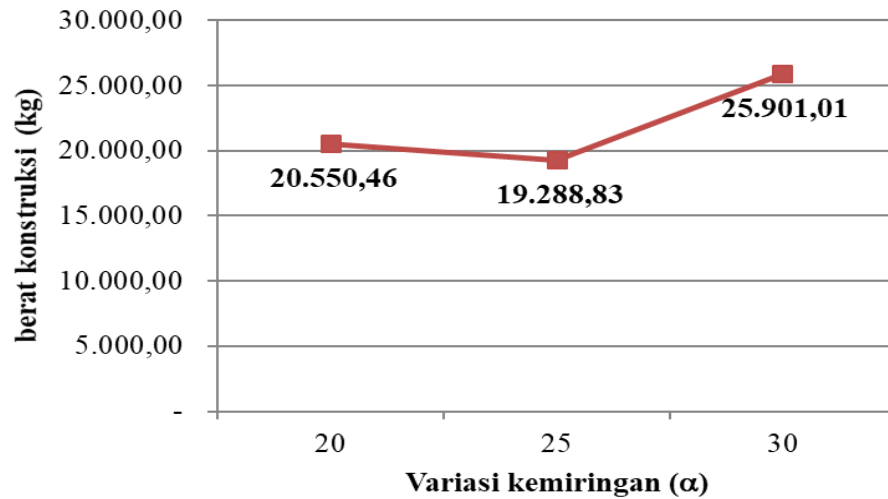
Bentang total (L)	: 18 m
Tinggi kolom (h1)	: 7 m
Kemiringan atap ( $\alpha$ ) (variasi)	: $20^{\circ}$ , $25^{\circ}$ , dan $30^{\circ}$
Tinggi atap (h2) (variasi)	: 3.28 m, 4.20 m, dan 5.20 m
Mutu baja ( $\sigma$ )	: BJ. 37 Kg/m <sup>2</sup> : 1600 kg/cm
Penutup atap	: Avantguard
Berat penutup atap	: 4 kg/m <sup>2</sup>
Desakan angin	: 30 kg/m <sup>2</sup>
Jarak kap (variasi)	: 1.10 m, 1.06 m dan 1.15 m
Panjang bangunan	: 5 x 4.5 m = 22.5 m
Jarak gording	
untuk bentang tengah max	: 1.7 m
untuk bentang akhir max	: 1.3 m

### 3. HASIL DAN ANALISIS



Gambar 7. Grafik Berat Total *Portal Frame* Perletakan Jepit-Jepit

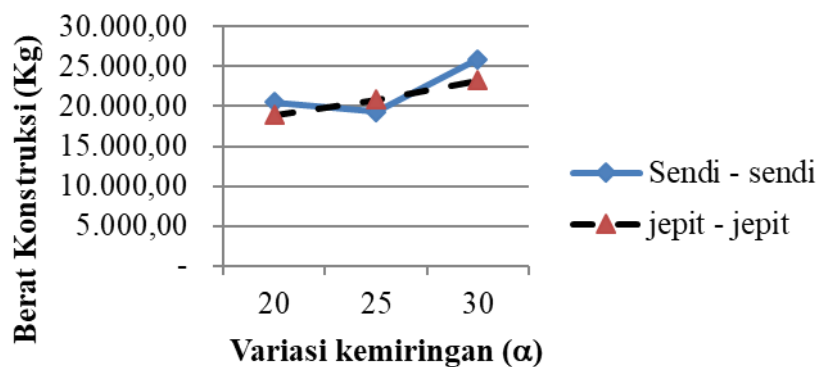
Gambar 7 memperlihatkan grafik berat konstruksi baja pada *portal frame* perletakan jepit-jepit cenderung naik seiring semakin besarnya sudut kemiringan atap, yaitu masing-masing sebesar 18912,46 kg, 20857,73 kg dan 23289,51 kg, dimana berat efisien terletak pada sudut kemiringan atap 20°.



Gambar 8. Grafik Berat Total *Portal Frame* Perletakan Sendi-Sendi

Gambar 8 memperlihatkan grafik berat konstruksi baja pada *portal frame* perletakan sendi-sendi masing-masing adalah sebesar 20550,46 kg, 19288,83 kg dan 25901,01 kg, dimana terdapat berat optimum terjadi pada kemiringan atap 25° dengan berat efisien sebesar 19288,83 kg.

Perbandingan pemakaian konstruksi baja pada *portal frame* perletakan jepit-jepit dan perletakan sendi-sendi diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Perubahan Berat Konstruksi

Tabel 3. Rekapitulasi perbandingan berat perletakan sendi-sendi dan jepit-jepit berdasarkan variasi sudut.

Sudut ( $\alpha$ )	Berat (kg)		Persentase (%)
	Jepit-jepit	sendi-sendi	Turun
200	18,912.46	20,550.46	-
250	20,857.73	19,288.83	7,5
300	23,289.51	25,901.01	-

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat dijelaskan bahwa secara keseluruhan berat kontruksi yang efisien adalah pada *portal frame* dengan perletakan jepit-jepit, dimana pada sudut kemiringan 20° dan 30°, berat kontruksi baja pada *portal frame* perletakan sendi-sendi mengalami kenaikan berat masing-masing sebesar 8,6% dan 11,2%, namun pada sudut kemiringan 25° berat kontruksi baja pada portal frame perletakan sendi-sendi mengalami penurunan sebesar 7,5%.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan pada perletakan sendi-sendi didapat berat kontruksi untuk variasi 20<sup>0</sup>, 25<sup>0</sup> dan 30<sup>0</sup> yaitu sebesar 20550,46 kg, 19288,83 kg, dan 25901,01 kg, sedangkan pada perletakan jepit-jepit didapat berat kontruksi untuk variasi 20<sup>0</sup>, 25<sup>0</sup> dan 30<sup>0</sup> masing-masing sebesar 18912,46 kg, 20857,73 kg, dan 23289,51 kg.
2. Pada perletakan sendi-sendi didapat berat kontruksi yang paling efisien pada variasi kemiringan 25<sup>0</sup> dengan nilai berat kontruksi profil sebesar 19.288,83 kg dan pada perletakan jepit-jepit didapat berat kontruksi efisien pada variasi kemiringan 20<sup>0</sup> dengan nilai berat kontruksi profil sebesar 18912.46 kg.
3. Pada perletakan sendi-sendi dibandingkan dengan perletakan jepit-jepit mengalami kenaikan berat pada kemiringan sudut 20<sup>0</sup> dan 30<sup>0</sup> sebesar 8,6%, dan 11,2%. Sedangkan Pada kemiringan sudut 25<sup>0</sup> Mengalami penurunan berat sebesar 7,5%

#### REFERENSI

- , 2015. "*Standarisasi harga satuan upah, bahan bangunan dan gedung*". Bappeda. Jakarta"
- Gunawan. 2000. "*Konstruksi baja I*". Delta Teknik Grup. Jakarta
- Gunawan. 2000. "*Konstruksi Baja II*". Delta Teknik Group. Jakarta
- Meidiani, Srikirana. 2014. "*Struktur Baja I*". Universitas PGRI. Palembang
- Munzal, Muhamad. 2013. "*Kajian Optimalisasi Bentang Struktur Rangka Atap Baja Ringan Profil c75.75.*". Skripsi Jurusan Teknik Sipil. Universitas PGRI. Palembang.
- Sunggono. 1995. "*Buku Teknik Sipil*". Nova. Bandung