

## EFISIENSI ELEMEN STRUKTUR ATAS PADA BANGUNAN WAREHOUSE DI KABUPATEN TANGERANG MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS

Akhmad Risnanto <sup>1\*</sup>, Jedly Murdiaman Guci <sup>2</sup>

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang  
Tangerang, Banten

Email: [akhmadrisnanto@gmail.com](mailto:akhmadrisnanto@gmail.com)

### Abstrak

*Terintegrasinya sistem komputerisasi pada hampir keseluruhan tahapan pembangunan struktur menjadikan proses pembangunan struktur menjadi lebih praktis dan efisien, kini hampir setiap proses tahapan pembangunan gedung dapat dilakukan lebih cepat berkat banyaknya teknologi yang tersedia, sebagaimana dapat dilihat pada tahap perencanaan atau penggambaran struktur yang saat ini tidak lagi dilakukan dengan cara manual semenjak munculnya program komputer berbasis CAD Computer Aided Drawing. Hal serupa juga terjadi pada pekerjaan review struktur yang telah dipermudah dengan banyaknya program rekayasa struktur yang tersedia. Hadir nya program-program tersebut tentunya sangat membantu kerja engineer dalam melakukan proses review suatu rencana struktur, kecepatan dan keakuratan perhitungan serta kemampuannya dalam menyimpan data dalam jumlah besar dapat menghemat waktu pekerjaan serta meminimalisir terjadinya human error yang kerap terjadi. Mengingat bangunan industri merupakan pusat produksi maka dirasa perlu dilakukan analisis terhadap desain struktur nya serta melakukan optimalisasi desain bila memungkinkan. Analisa dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS yang merupakan salah satu program rekayasa struktur buatan CSI yang juga pengembang dari program SAP2000.*

**Kata kunci:** struktur baja; efisiensi elemen struktur atas pada bangunan warehouse di kabupaten Tangerang ; program rekayasa struktur; ETABS.

### Abstract

*The integration of computerized systems in almost all stages of structure construction has made the process of building structures more practical and efficient, now almost every process of building construction stages can be carried out more quickly thanks to the many available technologies, as can be seen at the planning or drawing stages of structures which are currently not available. It has been done manually since the emergence of computer aided drawing CAD-based computer programs. The same thing also happened to the structure review work which has been facilitated by the many available structural engineering programs. The presence of these programs is of course very helpful for engineers in carrying out the process of reviewing a structural plan, the speed and accuracy of calculations and the ability to store large amounts of data can save work time and minimize the occurrence of human errors that often occur. Considering that industrial buildings are production centers, it is deemed necessary to analyze the structural design and optimize the design whenever possible. The analysis was carried out using the help of the ETABS program which is a structural engineering program made by CSI which is also the developer of the SAP2000 program.*

**Keywords:** Steel structure; efficiency of superstructure elements in warehouse buildings in Tangerang district; structural engineering program; ETABS.

## PENDAHULUAN

Hal ini dapat dijadikan sebagai indikasi bahwa masyarakat pada umumnya mengalami kemajuan gaya hidup yang berdampak dapat memacu peningkatan pembangunan di bidang-bidang lain, seperti gedung pusat olahraga semisal futsal, termasuk gedung-gedung perindustrian. Perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil mengakibatkan perubahan sistem konstruksi baik ditinjau dari segi mutu, bahan, struktur konstruksi serta ekonomisnya. Untuk itu dituntut kesadaran bahwa seseorang yang berkecimpung di dunia konstruksi harus dapat mengantisipasi hal-hal tersebut di atas.

Untuk bangunan konstruksi rangka baja, perencanaan struktur dilakukan untuk mendapatkan suatu struktur yang stabil seperti memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai, memiliki nilai ekonomis pada pembiayaan awal dan pada saat perawatan/pemeliharaan serta kemudahan pelaksanaannya, memiliki umur pelayanan yang lama, dan juga penyesuaian konstruksi yang diperlukan pada masa yang akan datang.

Umumnya tujuan perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, kuat, kokoh dan memenuhi tujuan lainnya seperti aspek ekonomis dan kemudahan pelaksanaan. Dikatakan kuat dan kokoh karena kemungkinan terjadinya kegagalan struktur dan hilangnya kemampuan struktur selama umur rencana adalah kecil dan dalam batas yang dapat diterima serta kerusakan dan keausan yang terjadi pada konstruksi selama umur rencana masih memenuhi batas wajar dan tidak perlu dilakukan pemeliharaan yang berlebihan.

Baja adalah salah satu bahan konstruksi yang lazim digunakan dalam struktur bangunan sipil. Karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap gaya yang bekerja serta nilai keekonomisannya maka bahan baja telah menjadi pilihan utama untuk konstruksi bangunan seperti gedung perindustrian, menara/tower. Pada perencanaan suatu bangunan haruslah membuat kriteria dasar untuk menilai tercapai atau tidaknya suatu penyelesaian yang optimum. Adapun kriteria umum untuk struktur bangunan biasanya berupa produksi bahan yang minimum, waktu konstruksi yang singkat, tenaga kerja yang minim, serta operasional kerja yang minimum.

Pada akhirnya akan didapat bobot atau volume dari konstruksi rangka baja, dimana dari hal ini jugalah ditentukan keekonomisan konstruksi rangka batang tersebut. Semakin besar volumenya maka semakin mahal pulalah biaya konstruksi dan sebaliknya. Oleh sebab itu, dapat timbul masalah dalam penentuan tipe profil rangka batang dalam hal pencapaian nilai ekonomis dan optimasi konstruksi rangka baja. (Padosbajoyo, 1994).

Adapun masalah yang akan dibahas pada tulisan ini adalah menentukan efisiensi elemen struktur baja rangka batang gedung industri. Ada beberapa profil yang digunakan untuk merencanakan suatu konstruksi baja dengan tujuan memperoleh nilai ekonomis dan struktur yang aman. Dari beberapa profil baja yang digunakan tentunya memberikan hasil yang berbeda. Disini penulis membandingkan baja profil IWF, CNP dan besi Bracing.

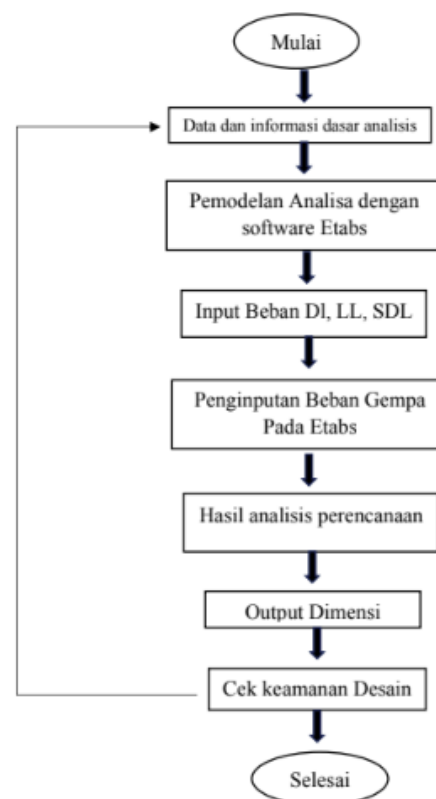
## Rumusan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan yang akan diteliti, penulis merumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan dalam melakukan efisiensi elemen struktur bangunan warehouse di Kabupaten Tangerang ?
2. Apa saja elemen struktur yang dapat dilakukan efisiensi pada struktur bangunan warehouse di Kabupaten Tangerang ?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan efisiensi elemen struktur bangunan warehouse di Kabupaten Tangerang ?
4. Hal-hal apa yang perlu diperhatikan dalam kegiatan efisiensi elemen struktur bangunan warehouse di Kabupaten Tangerang ?

## METODOLOGI PENELITIAN

Studi ini dilakukan melalui beberapa tahapan pengerjaan seperti yang diilustrasikan dibawah ini



Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan

### Metode Pengumpulan Data

Data adalah sekumpulan informasi atau juga keterangan – keterangan dari suatu hal yang diperoleh melalui pengamatan atau pencarian ke sumber – sumber tertentu. Data yang diperoleh dapat menjadi suatu anggapan atau fakta karena memang belum diolah lebih lanjut. Setelah diolah melalui penelitian atau percobaan maka suatu data dapat menjadi bentuk yang lebih kompleks seperti suatu database, informasi atau bahkan solusi untuk masalah tertentu.

### Data yang Digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- 1) Type Konstruksi : Portal
- 2) Bahan Penutup Atap : Spandek Zincalume
- 3) Jarak Antar Portal : 6 meter
- 4) Panjang Bangunan : 54 meter
- 5) Bentang Kuda-Kuda (L) : 36 meter
- 6) Jarak Gording : 1,2 meter
- 7) Tinggi Kolom : 6 meter
- 8) Kemiringan Atap : 12,213
- 9) Beban Hujan : 43,17 kg/m<sup>2</sup>
- 10) Beban Berguna (P) : 100 kg

Material yang digunakan adalah :

- 1) Mutu Baja : 41
- 2) Tegangan Leleh (Fy) : 250 Mpa
- 3) Tegangan Ultimate (Fu) : 410 Mpa
- 4) Peregangan Minimum : 18 %
- 5) Modulus Elastisitas : 200000 Mpa

## PEMBAHASAN

### II.1 Tinjauan Umum

Analisa dilakukan dengan cara pemodelan bangunan ke dalam program Etabs. Pemodelan tersebut berdasarkan analisa dan desain perhitungan awal seperti pembebanan dan pliminary desain penampang untuk balok dan kolom. Dari desain awal tersebut akan ditentukan penampang yang ideal dengan dua tipe dimensi bangunan yang berbeda dan selanjutnya dapat dianalisa lebih lanjut berdasarkan efektifitas kekuatan, kekakuan dan segi ekonomi.

### II.2 Perencanaan Struktur Menggunakan Metode (Load And Resistance Factor Design) LRFD

Tujuan dari perencanaan struktur menurut tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung ( SNI 03-1729-2002) adalah menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Suatu struktur disebut stabil jika tidak mudah terguling, miring, atau tergeser selama umur rencana bangunan. Risiko terhadap kegagalan struktur dan hilangnya kemampuan layan selama umur rencananya juga harus diminimalisir dalam batas-batas yang mash dapat diterima. Suatu struktur yang awet

semestinya tidak memerlukan biaya perawatan yang terlalu berlebihan selama umur layannya.

Perencanaan adalah sebuah proses untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum. Suatu struktur dikatakan optimal apabila memenuhi kriteria-kriteria berikut :

1. Biaya minimum
2. Berat minimum
3. Waktu konstruksi minimum
4. Tenaga kerja minimum
5. Biaya manufaktur minimum

### II.2.1 Perhitungan Manual Kolom Existing

Analisa Kolom Baja K1 Wf 400.200.8.13

dan K2 Wf 250.125.6.9 Profil Exsisting

a. Kolom K1 Wf 400.200.8.13

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup> (Bj 41)

Jumlah breasing : 3 Set

Tinggi kolom : 6 meter

Beban rafter : 10658.65 kg

Rencana profil yang digunakan

$$W_x = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{10658.65}{1666} = 6.4 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{10658.65}{1666} = 6.4 \text{ cm}^3$$

Cek tegangan :

$$\text{Tegangan X} = \frac{QDL}{W_x} = \frac{10658.65}{1190} = 8.96 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan Y} = \frac{QDL}{W_y} = \frac{10658.65}{174} = 61.26 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan Maks = 61.26 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan ijin > Tegangan Max (aman)

Cek rasio kelangsingan profil

$$\frac{l}{r} > < 200 = \frac{150}{4.54} = 33.04 < 200 \text{ (aman)}$$

Cek lendutan

$$Q_{tot} = \frac{P}{T_{kolom}} = \frac{10658.65}{6} = 1776.44 \text{ kg/m}^1 = \frac{1776.44}{100} = 17.76 \text{ kg/cm}^1$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{8993232757.92}{49770000000} = 0.0024 \text{ cm}$$

$$f \text{ ijin} = \frac{1}{300} \times 150 = 0.50 \text{ cm}$$

f ijin > f = 0.50 cm > 0.0024 cm (aman)

Kesimpulan :

Berat : 66 kg/m

Cek Tegangan : Aman

Cek rasio kelangsingan profil : Aman

Cek lendutan : Aman

b. Perhitungan kolom Wf 250.125.6.9

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup> (Bj 41)

$$W_x = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{12996.25}{1666} = 7.8 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{12996.25}{1666} = 7.8 \text{ cm}^3$$

Cek tegangan :

$$\text{Tegangan X} = \frac{QDL}{W_x} = \frac{12996.25}{324} = 40.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan Y} = \frac{QDL}{W_y} = \frac{12996.25}{324} = 276.52 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan Maks = 276.52 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan ijin > Tegangan Max (aman)

Cek rasio kelangsingan profil

$$\frac{L}{r} > < = 200 = \frac{247.4}{2.79} = 88.67 < 200 \text{ (aman)}$$

Cek lendutan

$$Q_{tot} = \frac{P}{T_{kolom}} = \frac{12996.25}{9.896} = 1313.28 \text{ kg/m}^1$$

$$= \frac{1313.28}{100} = 13.13 \text{ kg/cm}^1$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{49199084969.35}{8505000000} = 0.08 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{1}{300} \times 247.4 = 0.82 \text{ cm}$$

f ijin > f = 0.82 cm > 0.08 cm (aman)

Kesimpulan :

Berat : 29.60 kg/m

Cek Tegangan : Aman

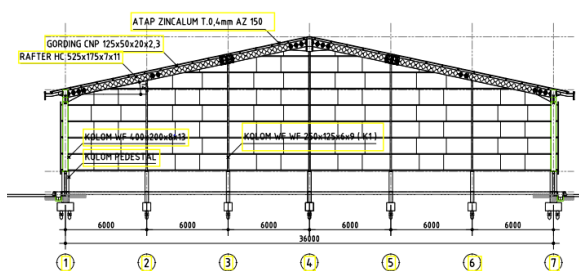
Cek rasio kelangsingan profil : Aman

Cek lendutan : Aman

## II.2.2 Perhitungan Manual Rafter Profil

### Existing

Pada bangunan model 1 profil existing rafter didesain dari profil dengan dimensi 525.175.7.11



Gambar 4. 1 Detail Profil Baja

Bentang portal (L) : 36 meter

Jarak antar portal (L1) : 7.2 meter

Tinggi Kolom (T) : 9.896 meter

Sudut kemiringan rafter (S) : 12.213°

Tegangan Ijin Baja : 1666 kg/m<sup>2</sup>

Jarak Gording : 1.2 meter

$$\text{Cos } a = \text{Cos}(S/180 \times \pi) = \text{cos}(12.213/180 \times 3.14) = 0.98$$

$$\text{Sin } a = \text{sin}(S/180 \times \pi) = \text{sin}(12.213/180 \times 3.14) = 0.21$$

Beban Mati Penutup atap = 4.45 x 6 = 26.70 Kg/m<sup>1</sup>

Gording = 4.51 x 7.37 = 0.61 Kg/m<sup>1</sup>

Penggantung gording = 2.22 x 7.37 = 0.30 Kg/m<sup>1</sup>

Ikatan angin = 40.63 x 7.37 = 5.51 Kg/m<sup>1</sup>

Plafound = 20 x 6 = 120 Kg/m<sup>1</sup>

ME = 25 x 6 = 150 Kg/m<sup>1</sup>

Berat profil = 49.90 Kg/m<sup>1</sup>

Beban Hidup :

QLL(Beban Pekerja) = 100 kg

Beban Hujan : 40 kg/m<sup>2</sup>

QAH = Beban x (0.80 x σ) = 40 x (0.80 x 12.213) = 30.23 Kg/m<sup>2</sup>

QAH = 30.23 > 20, jadi dipakai berat terbesar yaitu 30.23 Kg/m<sup>2</sup>

Beban Angin = 20 Kg/m<sup>2</sup>

Koefisien di pihak angin (angin tekan)

$$C = 0.02 \times \sigma - 0.40 = 0.02 \times 12.213 - 0.40 = -0.16$$

$$q \text{ angin} = C \times \text{Beban angin} = -0.16 \times 20 = -3.11 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien di belakang angin (angin hisap)

$$C = -0.40 \times \text{Beban angin} = -0.40 \times 20 = 8 \text{ kg/m}^2$$

$$q \text{ angin} = 8 \text{ kg/m}^2$$

$$QWL = 8 \times 6 = 48 \text{ kg/m}^1$$

Cek kegunaan :

$$QAH = 180.38 \text{ kg/m}$$

$$QWL = 48 \text{ kg/m}$$

Momen yang terjadi = 4331.63 kgm

$$M_x = \frac{4331.63}{100} = 433163.03 \text{ kg/cm}$$

$$W_x \text{ perlu} = \frac{M_x}{\text{Tegangan ijin}} = \frac{433163.03}{1666} = 260 \text{ cm}^3$$

Cek tegangan

$$\frac{M_x}{W_x} = \frac{433163.03}{775} = 558.92 \text{ kg/m}^2$$

Kontrol Stabilitas

$$= \frac{L}{h} <, > 1.25 \frac{b}{t_s}$$

$$102.86 > 19.89 \text{ (aman)}$$

$$= \frac{h}{t_b} <, > 75$$

$$50 < 75 \text{ (aman)}$$

Jika terjadi penampang berubah bentuk maka :

Terhadap bahaya lipatan

$$0.17 h_b = 5.47 \text{ cm}$$

Bidang Iy yang diarsir

$$0.833 \times T_s \times b_s^2 + 0.833 \times b_l \times T_b^2 = 282.85 \text{ cm}^4$$

Luas profil yang diarsir

$$T_s \times B_s + b_l \times T_b = 23.085 \text{ cm}^2$$

$$l_y = \frac{\frac{1}{2} \times l_y b}{l_y b} = 2.48 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{L_y} = \frac{736.67}{2.48}$$

$$\lambda = 297.58 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{l_y} = \frac{120}{2.48}$$

$$\lambda = 48.47 \text{ cm}$$

$$\omega_1 = 48 = 1.22$$

$$\omega_2 = 49 = 1.22$$

$$\omega = \omega_1 + \frac{\lambda - \omega}{\omega_2 - \omega_1} \times \omega_2 - \omega_1 = 1.17 \frac{0.48}{1} \times 0.01 = 1.22$$

Syarat berubah bentuk :

$$= \omega \cdot \sigma \text{ ijin KIP } <, > \sigma \text{ ijin}$$

$$= \frac{\pi^2 \cdot E}{(L/l_y)^2} = 1557 > 1666 \text{ kg/cm}^2 \text{ ( aman )}$$

Kesimpulan :

Berat : 49.60 kg/m

Cek tegangan : aman

Control stabilitas : aman

Jika terjadi penampang berubah bentuk maka :

Syarat berubah bentuk : aman

## II.2.3 Perhitungan Manual Ikatan Angin



Data yang digunakan :

Jarak antar portal : 6 meter

Jarak antar gording : 1.2 meter

Bentang portal baja : 36 meter

Rafter 1 sisi : 18.416 meter

Kemiringan atap : 12.213 derajat

cos a : 0.98

sin a : 0.21

Beban angin : 20 kg/m<sup>2</sup>

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan putus Fu : 4100 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan leleh Fy : 2500 kg/cm<sup>2</sup>

Diameter profil yang digunakan : 16 mm

Jumlah ikatan angin : 3 set

Analisa struktur

Koefisien dipihak angin (angin tekan)

$$C = 0.02 \times a - 0.40$$

$$C = 0.02 \times 20 - 0.40 = 0$$

Koefisien dibelakang angin (angin hisap)

$$C = -.040$$

Q = panjang rafter\*(C\*-1)\*beban angin\* jarak antar portal

$$Q = 18.416*(-0.40*-1)*20*6$$

$$Q = 884.01 \text{ kg}$$

$$Q \text{ titik buhul} = q/2 = 884.01/2 = 442 \text{ kg}$$

Panjang ikatan angin 8.58 m

Kemiringan batang = 36.87°

$$S \cos = \cos(36.87/180*\pi) = 0.80$$

$$S = q \text{ titik buhul}/S \cos = 442/0.80 = -552.47 \text{ kg tekan}$$

Akibat tegangan leleh

$$P_u = f \cdot f_y \cdot A_g$$

Dengan  $F = 0.90$

$$A \text{ perlu} = \frac{Pu}{F \cdot Fy} = \frac{522.47}{0.90 \times 2500} = 0.25 \text{ cm}^2$$

Akibat batas putus

$$Pu = f \cdot fy \cdot Ag \cdot 0.75$$

Dengan  $F = 0.75$

$$A \text{ perlu} = \frac{Pu}{F \cdot Fu \cdot 0.75} = \frac{522.47}{0.75 \times 4100 \times 0.75} = 0.24 \text{ cm}^2$$

Digunakan  $A = 0.25 \text{ cm}^2$

$$A = \frac{1}{4} p d^2$$

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{p}} = \sqrt{\frac{0.25 \times 4}{p}} = 0.56 \text{ cm} = 5.59 \text{ mm}$$

Pakai  $d = 16 \text{ mm}$

$$\text{Rencana} = 200.96 \text{ mm}$$

Jumlah ikatan angin = 3 set

Cek luas profil

$$A_{\text{rencana}} = 0.25 \times 3.14 \times 16^2 = 200.96$$

$$A_{\text{kebutuhan}} = 0.25/100 = 24.55$$

$$A_{\text{rencana}} = , < , > A_{\text{kebutuhan}}$$

$$200.96 > 24.55 \text{ (aman)}$$

Cek Panjang profil

$$D_{\text{rencana}} = 16 \times 3 = 48$$

$$D_{\text{rencana}} = , < , > \text{ Panjang profil} / 500$$

$$48 > 17.17 \text{ (aman)}$$

Kesimpulan :

Profil yang digunakan besi beton D = 16 mm

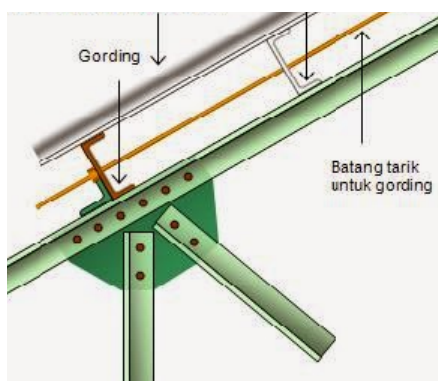
Jumlah ikatan angin = 3 set

Cek luas profil = Aman

Cek Panjang profil = Aman

### II.2.4 Perhitungan Manual Gording

Profil yang digunakan CNP 125.50.20.2,3



Gambar 4. 2 Gording

Data yang digunakan :

Jarak antar portal : 6 meter

Jarak antar gording : 1.2 meter

Jumlah ikatan angin : 3 set

Kemiringan atap : 12.213 derajat

Beban penutup atap : 4.45 kg/m<sup>2</sup>

Beban hidup terpusat ; 100 kg

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan putus Fu : 4100 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan leleh Fy : 2500 kg/cm<sup>2</sup>

Analisa Struktur

sin  $\alpha$  : 0.21

Beban angin : 20 kg/m<sup>2</sup>

Beban hujan : 30.23 kg/m<sup>2</sup>

1. Momen akibat beban mati

$$q = (4.45 \times 1.2) + 2.93 + 0.74 = 9.01 \text{ kg/m}^2$$

$$Mx1 = \frac{1}{8} \times q \times \text{Cos } \alpha \times L^2 = 0.13 \times 9.01 \times 0.98 \times 6^2 = 39.64 \text{ kgm}$$

$$My1 = \frac{1}{8} \times q \times \text{sin } \alpha \times L^2 = 0.13 \times 9.01 \times 0.21 \times 6^2 = 0.54 \text{ kgm}$$

2. Momen akibat beban hidup

Beban hidup terbagi rata ( akibat air hujan )

$$q < = 20 \quad 40 - 0.80 \times \alpha = 40 - 0.80 \times 12.213 = 30.23 \text{ kg/m}^2$$

$$q < = 20 \quad 30.23 > 20 \text{ jadi dipakai } 20 \text{ kg/m}^2$$

Untuk tiap satuan panjang

$$q = 20 \times 1.2 = 24 \text{ kg/m}$$

$$Mx2 = \frac{1}{8} \times q \times \text{Cos } \alpha \times L^2 = 0.13 \times 24 \times 0.98 \times 6^2 = 105.56 \text{ kgm}$$

$$My2 = \frac{1}{8} \times q \times \text{Sin } \alpha \times L^2 = 0.13 \times 24 \times 0.21 \times 6^2 = 1.43 \text{ kgm}$$

3. Beban hidup terpusat

$$Mx3 = \frac{1}{4} \times p \times \text{Cos } \alpha \times L = 0.25 \times 100 \times 0.98 \times 6 = 146.61 \text{ kgm}$$

$$My3 = \frac{1}{4} \times p \times \text{Sin } \alpha \times L^3 = 0.25 \times 100 \times 0.21 \times 6^3 = 7.93 \text{ kgm}$$

## 4. Beban angin

Koefisien dipihak angin (angin tekan)

$$C = 0.02 \times \alpha - 0.40 = 0.02 \times 12.213 - 0.40 = -0.16$$

$$q \text{ angin} = 0.40 \times 20 = -3.11 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien dipihak angin (angin tekan)

$$C = -0.40$$

$$q \text{ angin} = 0.40 \times 20 = 8 \text{ kg/m}^2$$

Cek kegunaan :

$$\text{Beban mati} : 9.01 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup} : 30.23 \text{ kg}$$

$$\text{Beban angin} : 8 \text{ kg/m}^2$$

Cek = Beban angin tidak perlu diperhitungkan

Momen Berfaktor

$$M_u = 1.2 D + 1.6 L$$

## 1. Beban mati + beban hidup terbagi rata

$$M_{ux} = 1.2 \times 39.64 + 1.6 \times 105.56 = 216.45 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 1.2 \times 0.54 + 1.6 \times 1.43 = 2.93 \text{ kg m}$$

## 2. Beban mati + beban hidup terpusat

$$M_{ux} = 1.2 \times 39.64 + 1.6 \times 146.61 = 282.13 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 1.2 \times 0.54 + 1.6 \times 7.93 = 13.34 \text{ kg m}$$

Momen yang digunakan

$$M_{ux} = 282.13 \text{ kg m} = 282.13 \times 100 = 28213.38 \text{ kg cm}$$

$$M_{uy} = 13.34 \text{ kg m} = 13.34 \times 100 = 1333.63 \text{ kg cm}$$

$$W_x \text{ perlu} = \frac{28213.38}{1666} = 16.93$$

$$W_y \text{ perlu} = \frac{1333.63}{1666} = 0.80$$

Momen akibat beban mati dengan profil yang digunakan :

$$M_{x1} = 1/8 \times q \times \cos \alpha \times L^2 = 0.13 \times 10.59 \times 0.98 \times 6^2 = 46.57 \text{ kgm}$$

$$M_{y1} = 1/8 \times q \times \sin \alpha \times L^2 = 0.13 \times 10.59 \times 0.21 \times 6^2 = 0.63 \text{ kgm}$$

Momen berfaktor

$$M_u = 1.2 D + 1.6 L$$

## 1. Beban mati + beban hidup terbagi rata

$$M_{ux} = 1.2 \times 46.57 + 1.6 \times 105.56 = 224.77 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 1.2 \times 0.63 + 1.6 \times 1.43 = 3.04 \text{ kg m}$$

## 2. Beban mati + beban hidup terpusat

$$M_{ux} = 1.2 \times 46.57 + 1.6 \times 146.61 = 290.45 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 1.2 \times 0.63 + 1.6 \times 7.93 = 13.45 \text{ kg m}$$

Momen yang digunakan

$$M_{ux} = 290.45 \text{ kg m}$$

$$M_{uy} = 13.45 \text{ kg m}$$

Cek profil

$$\frac{M_x}{W_x} = \frac{29045.16}{21.90} = 1326.26 \text{ kg/cm}^2 < 1666 \text{ kg/cm}^2 \text{ ($$

Aman )

$$\frac{M_y}{W_y} = \frac{1344.88}{6.22} = 216.22 \text{ kg/cm}^2 < 1666 \text{ kg/cm}^2 \text{ ($$

Aman )

Cek lendutan :

Untuk gording tunggal/menerus, mempunyai batas lendutan sebaai berikut :

$$f = \frac{L}{180} = \frac{600}{180} = 3.33 \text{ cm}$$

Beban mati  $q = 9.01 \text{ kg/m}$ 

$$q_x = q \times \cos \alpha = 0.09 \times 0.98 = 0.09 \text{ kg/cm}$$

$$q_y = q \times \sin \alpha = 0.09 \times 0.21 = 0 \text{ kg/cm}$$

Beban hidup  $p = 100 \text{ kg}$ 

$$P_x = 100 \times \cos \alpha = 100 \times 0.98 = 97.74 \text{ kg}$$

$$P_y = 100 \times \sin \alpha = 100 \times 0.21 = 21.15 \text{ kg}$$

$$F_x = \frac{5 \times q_x \times L^4}{384 \times E \times I_x} + \frac{1 \times P_x \times L^3}{48 \times E \times I_x} =$$

$$F_x = \frac{5 \times 0.09 \times 600^4}{384 \times 2100000 \times 137} + \frac{1 \times 97.74 \times 600^3}{48 \times 2100000 \times 137} = 0.52 +$$

$$1.53 = 2.05 \text{ cm}$$

$$F_y = \frac{5 \times q_y \times L^4}{384 \times E \times I_y} + \frac{1 \times P_y \times L^3}{48 \times E \times I_y} =$$

$$F_y = \frac{5 \times 0 \times 150^4}{384 \times 2100000 \times 20.60} + \frac{1 \times 21.15 \times 150^3}{48 \times 2100000 \times 20.60} = 0 +$$

$$0.03 = 0.03 \text{ cm}$$

$$F = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{2.05^2 + 0.03^2} = 2.05 \text{ cm}$$

$$F = 2.05 \text{ cm} < 3.33 \text{ cm (Aman)}$$

Kesimpulan :

$$\text{Berat profil} = 4.51 \text{ kg/m}$$

$$\text{Cek profil } w_x = \text{Aman}$$

$$\text{Cek profil } w_y = \text{Aman}$$

### II.2.5 Perhitungan Manual Kolom Efisiensi

Dimensi kolom efisiensi yang digunakan untuk K1 WF 300.200.88.12.

a. Kolom K1 Wf 400.200.8.13

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup> (Bj 41)

Jumlah breasing : 3 Set

Tinggi kolom : 6 meter

Beban rafter : 10658.65 kg

Rencan profil yang diguakan

$$W_x = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{10658.65}{1666} = 6.4 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{10658.65}{1666} = 6.4 \text{ cm}^3$$

Cek tegangan :

$$\text{Tegangan X} = \frac{QDL}{W_x} = \frac{10658.65}{771} = 13.82 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan Y} = \frac{QDL}{W_y} = \frac{10658.65}{160} = 66.62 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan Maks = 66.62 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan ijin > Tegangan Max (aman)

Cek rasio kelangsingan profil

$$\frac{L}{r} > < = 200 = \frac{150}{4.71} = 31.85 < 200 \text{ (aman)}$$

Cek lendutan :

$$Q_{tot} = \frac{P}{T_{kolom}} = \frac{10658.65}{6} = 1776.44 \text{ kg/m}^1$$

$$= \frac{1776.44}{100} = 17.76 \text{ kg/cm}^1$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{8993232757.92}{23730000000} = 0.0049 \text{ cm}$$

$$f \text{ ijin} = \frac{1}{300} \times 150 = 0.50 \text{ cm}$$

f ijin > f = 0.50 cm > 0.0049 cm (aman)

Kesimpulan :

Berat : 56.80 kg/m

Cek Tegangan : Aman

Cek rasio kelangsingan profil : Aman

Cek lendutan : Aman

b. Perhitungan kolom Wf 250.125.6.9

Tegangan ijin baja : 1666 kg/cm<sup>2</sup> (Bj 41)

Jumlah breasing : 3 Set

Tinggi kolom : 9.896 meter

Beban rafter : 12996.25 kg

Rencan profil yang diguakan

$$W_x = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{12996.25}{1666} = 7.8 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{P}{\text{Tegangan Ijin}} = \frac{12996.25}{1666} = 7.8 \text{ cm}^3$$

Cek tegangan :

$$\text{Tegangan X} = \frac{QDL}{W_x} = \frac{12996.25}{285} = 45.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan Y} = \frac{QDL}{W_y} = \frac{12996.25}{41.10} = 316.21 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan Maks = 316.21 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan ijin > Tegangan Max (aman)

Cek rasio kelangsingan profil

$$\frac{L}{r} > < = 200 = \frac{247.4}{2.79} = 88.67 < 200 \text{ (aman)}$$

Cek lendutan

$$Q_{tot} = \frac{P}{T_{kolom}} = \frac{12996.25}{9.896} = 1313.28 \text{ kg/m}^1 = \frac{1313.28}{100} = 13.13 \text{ kg/cm}^1$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{49199084969.35}{7434000000} = 0.09 \text{ cm}$$

$$f \text{ ijin} = \frac{1}{300} \times 247.4 = 0.82 \text{ cm}$$

f ijin > f = 0.82 cm > 0.08 cm (aman)

Kesimpulan :

Berat : 25.70 kg/m

Cek Tegangan : Aman

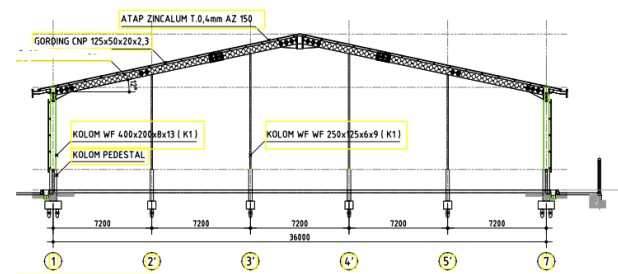
Cek rasio kelangsingan profil : Aman

Cek lendutan : Aman

### II.2.6 Perhitungan Manual Rafter Profil Efisiensi

#### Effisiensi

Pada bangunan model 1 profil efisiensi rafter didesain dari profil dengan dimensi 450.150.6,5.9



Gambar 4. 3 Detail Profil Efisiensi

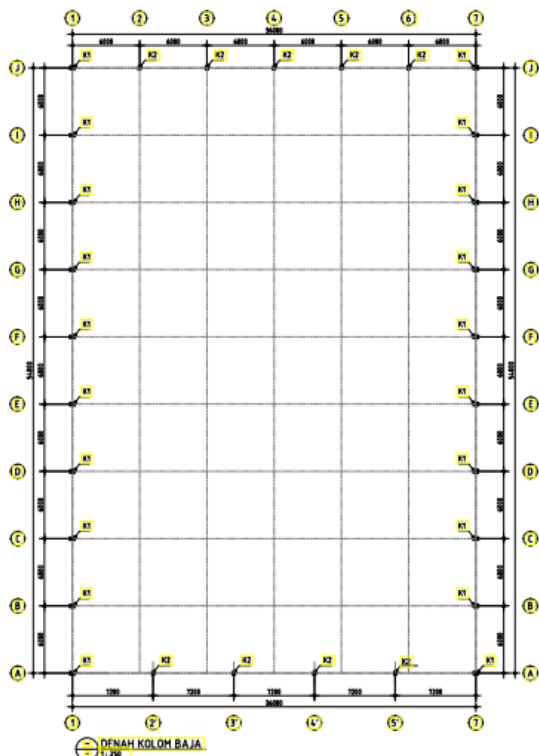
Bentang portal (L) : 36 meter  
Jarak antar portal (L1) : 7.2 meter  
Tinggi Kolom (T) : 9.896 meter



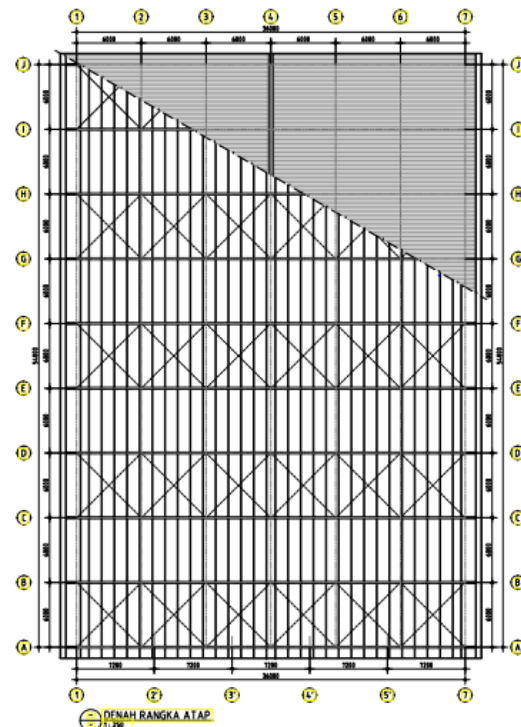
Sudut kemiringan rafter (S) : 12.213°  
 Tegangan Ijin Baja : 1666 kg/m<sup>2</sup>  
 Jarak Gording : 1.2 meter  
 $\cos a = \cos(S/180 \cdot \pi) = \cos(12.213/180 \cdot 3.14) = 0.98$   
 $\sin a = \sin(S/180 \cdot \pi) = \sin(12.213/180 \cdot 3.14) = 0.21$   
 Beban Mati  
 Penutup atap = 4.45 x 6 = 26.70 Kg/m<sup>1</sup>  
 Gording = 4.51 x 7.37 = 0.61 Kg/m<sup>1</sup>  
 Penggantung gording = 2.22 x 7.37 = 0.30 Kg/m<sup>1</sup>  
 Ikatan angin = 40.63 x 7.37 = 5.51 Kg/m<sup>1</sup>  
 Plafound = 20 x 6 = 120 Kg/m<sup>1</sup>  
 ME = 25 x 6 = 150 Kg/m<sup>1</sup>  
 Berat profil = 36.70 Kg/m<sup>1</sup>  
 Beban Hidup :  
 QLL(Beban Pekerja) = 100 kg  
 Beban Hujan : 40 kg/m<sup>2</sup>  
 QAH = Beban x (0.80 x  $\sigma$ ) = 40 x (0.80 x 12.213) = 30.23 Kg/m<sup>2</sup>  
 QAH = 30.23 > 20, jadi dipakai berat terbesar yaitu 30.23 Kg/m<sup>2</sup>  
 Beban Angin = 20 Kg/m<sup>2</sup>  
 Koefisien di pihak angin (angin tekan)  
 $C = 0.02 \times \sigma - 0.40 = 0.02 \times 12.213 - 0.40 = -0.16$   
 $q \text{ angin} = C \times \text{Beban angin} = -0.16 \times 20 = -3.11 \text{ kg/m}^2$   
 Koefisien di belakang angin (angin hisap)  
 $C = -0.40 \times \text{Beban angin} = -0.40 \times 20 = 8 \text{ kg/m}^2$   
 $q \text{ angin} = 8 \text{ kg/m}^2$   
 QWL = 8 x 6 = 48 kg/m<sup>1</sup>  
 Cek kegunaan :  
 QAH = 181.38 kg/m  
 QWL = 48 kg/m  
 Momen yang terjadi = 4261,62 kgm  
 $M_x = \frac{4261,62}{100} = 426162.38 \text{ kg/cm}$   
 $W_x \text{ perlu} = \frac{M_x}{\text{Tegangan ijin}} = \frac{426162.38}{1666} = 255,80 \text{ cm}^3$   
 Cek tegangan  
 $\frac{M_x}{W_x} = \frac{426162.38}{481} = 886 \text{ kg/m}^2$   
 Kontrol Stabilitas

$= \frac{L}{h} <, > 1.25 \frac{b}{ts}$   
 $180 > 20.83 \text{ (aman)}$   
 $= \frac{h}{tb} <, > 75$   
 $46.15 < 75 \text{ (aman)}$   
 Jika terjadi penampang berubah bentuk maka :  
 Terhadap bahaya lipatan  
 $0.17 hb = 4,70 \text{ cm}$   
 Bidang ly yang diarsir  
 $0.833 \times Ts \times bs^2 + 0.833 \times bl \times Tb^2 = 170,34 \text{ cm}^4$   
 Luas profil yang diarsir  
 $Ts \times Bs + bl \times Tb = 16,56 \text{ cm}^2$   
 $ly = \frac{\frac{1}{2} \times lyb}{lyb} = 2.27 \text{ cm}$   
 $\lambda = \frac{Lk}{Ly} = \frac{736.67}{2.27}$   
 $\lambda = 324,79 \text{ cm}$   
 $\lambda = \frac{Lk}{ly} = \frac{120}{2.27}$   
 $\lambda = 52,91 \text{ cm}$   
 Dari tabel tekuk baja  
 $\omega_1 = 52 = 1,25$   
 $\omega_2 = 43 = 1,26$   
 $\omega = \omega_1 + \frac{\lambda - \omega}{\omega_2 - \omega_1} \times \omega_2 - \omega_1 = 1.25 \frac{0.91}{1} \times 0.01 = 1.26$   
 Syarat berubah bentuk :  
 $= \omega \cdot \sigma \text{ ijin KIP} <, > \sigma \text{ ijin}$   
 $= \frac{\pi^2 \cdot E}{(L/ly)^2} = 1557 > 1666 \text{ kg/cm}^2 \text{ ( aman )}$   
 Kesimpulan :  
 Berat : 36,70 kg/m  
 Cek tegangan : aman  
 Control stabilitas : aman  
 Jika terjadi penampang berubah bentuk maka :  
 Syarat berubah bentuk : aman

**II.3 Data Perencanaan Arsitektur**



Gambar 4. 4 Detail Kolom Baja



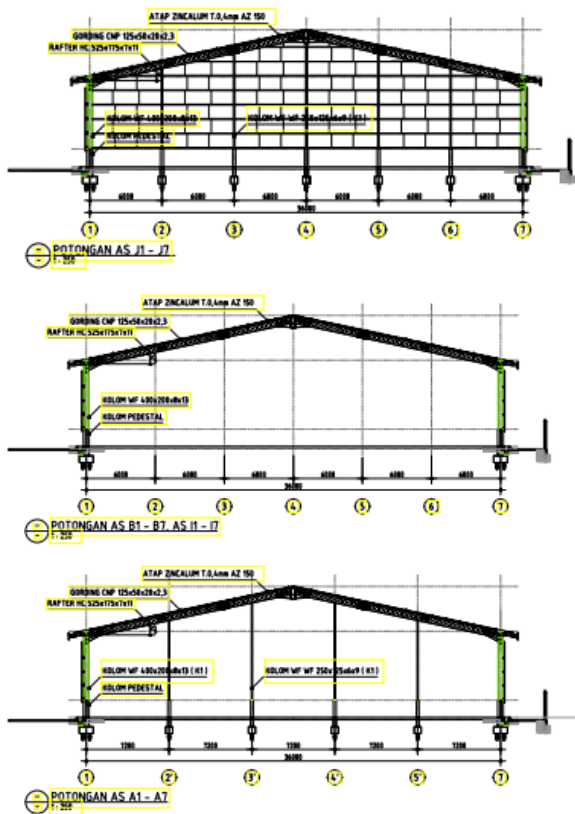
Gambar 4. 6 Denah rangka Atap

**II.4 Pemodelan Struktur Menggunakan Software Etabs V18.1.1**

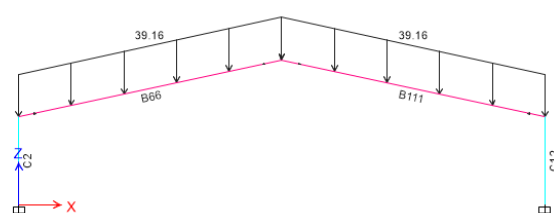
Perencanaan struktur melingkupi seluruh perhitungan beban yang bekerja pada struktur. Beban-beban yang telah diperhitungkan dimasukkan kedalam struktur melalui program Etabs sebagai program dalam melakukan desain.

**11.4.1 Beban Mati**

Beban mati adalah beban-beban yang bekerja secara vertikal yang mengikuti arah gravitasi pada struktur bangunan. Beban mati merupakan berat sendiri dan berat tambahan dari setiap elemen. Beban mati pada Etabs dapat dilihat pada Gambar

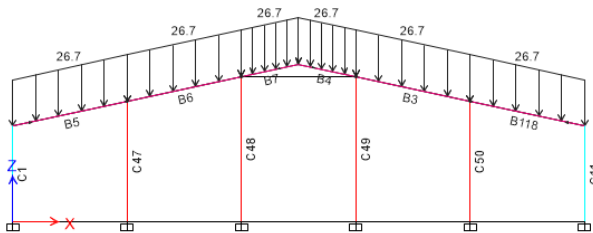


Gambar 4. 5 Potongan As Struktur



Gambar 4. 7 Beban Mati

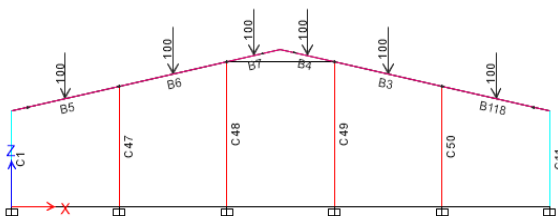
Sementara beban mati tambahan adalah beban mati yang tidak permanen tetapi tetap ada selama bangunan tetap berdiri, seperti beban atap zincalume dan lain sebagainya yang sifatnya identik. Beban mati tambahan pada Etabs dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 8 Beban Mati Tambahan SDL

**II.4.3 Beban Hidup**

Beban hidup terpusat adalah beban yang disebabkan oleh penggunaan maupun hunian dan beban ini bisa ada atau tidak ada pada struktur pada waktu tertentu. Pada struktur ini beban hidup hanya berada pada atap seperti ditunjukkan pada Gambar 3.10



Gambar 4. 9 Beban Hidup

**II.4.2 Beban Hujan**

Beban hujan ditentukan sebesar  $(40 - 0.8\alpha)$  dimana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap dalam derajat dengan ketentuan beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 Kg/m2 dan boleh diabaikan bila kemiringan atap lebih besar dari 50o. Sebagaimana beban akibat penutup atap, juga akan dikonversikan sebagai beban terpusat pada titik buhul.

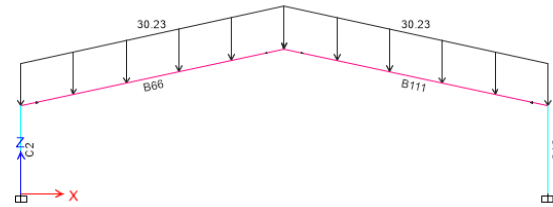
Beban hidup (air hujan)

$$q = (40 - 0.8 * \alpha)$$

$$q = (40 - 0.8 * 12.213^\circ)$$

$$q = 30.23 \text{ kg/m}^2 > 20 \text{ kg/m}^2$$

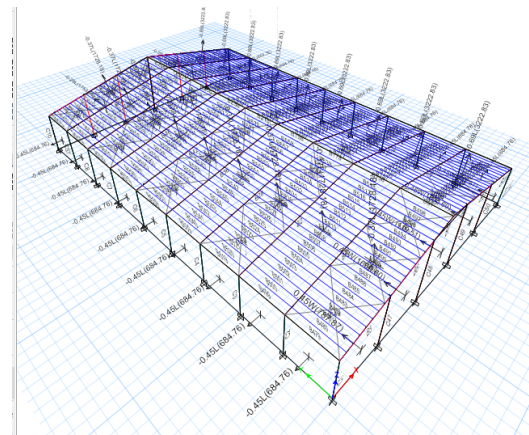
Karena beban air hujan lebih besar dari minimum 20 kg/m2 sehingga diambil beban air hujan sebesar 30.23 kg/m2



Gambar 4. 10 Beban Hujan

**II.4.3 Beban Angin (Wind Load)**

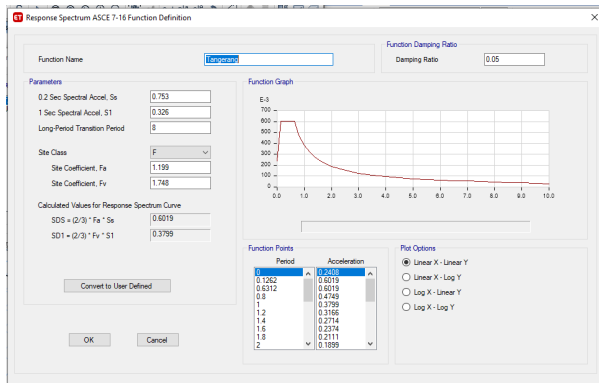
Beban angin didasarkan pada SNI 1727:2013 dengan mengambil dari Tabel pada SNI 1727:2013 dan menyesuaikan dengan metoda interpolasi sesuai dengan karakteristik bangunan. Beban angin ditunjukkan pada Gambar 3. di bawah ini.



Gambar 4. 11 Beban Angin Arah X Dan Y

**II.4.4 Beban Gempa**

Beban gempa dihitung berdasarkan SNI 1726:2019 dan diaplikasikan ke struktur dengan metode respon spektrum dengan beban seperti ditunjukkan pada Gambar 4.12

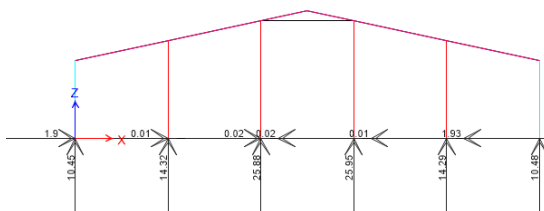


Gambar 4. 12 Kelas Situs Gempa

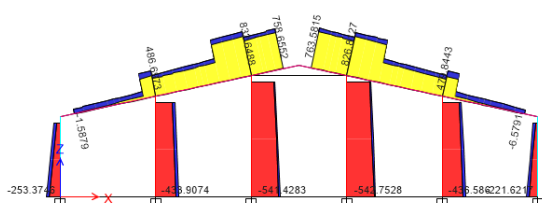
### II.5 Hasil dan Analisa Struktur

Dengan metode analisis linier pada program Etabs, maka pada kedua struktur diperoleh hasil berupa periode alami struktur, simpangan struktur, lendutan pada struktur dan juga hasil desain kekuatan berdasarkan AISC 360- 05/IBC 2006 dengan menyesuaikan faktor-faktor desain berdasarkan SNI-1729- 2015 untuk desain struktur baja.

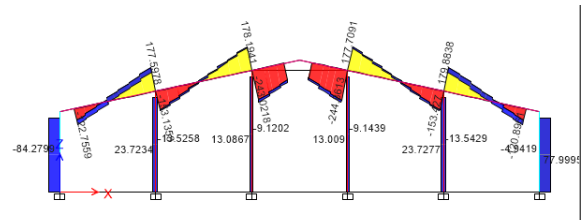
Dari hasil run analysis terhadap model struktur yang dibebani dengan kombinasi beban terfaktor, reaksi tumpuan terbesar terjadi pada kombinasi 1.2D+1.6R+0.5W.



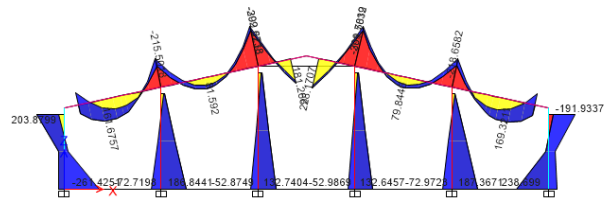
Gambar 4. 13 Best join result



Gambar 4. 14 Diagram Axial Force Combo

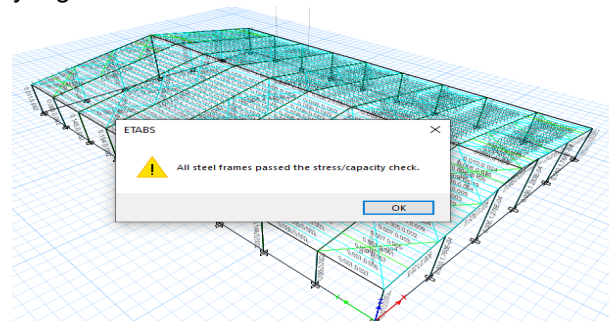


Gambar 4. 15 Diagram S22 Akibat Combo 2



Gambar 4. 16 Diagram M33

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kapasitas penampang profil terhadap tegangan ultimate yang terjadi. Pada tahap pemeriksaan profil yang dilakukan, diketahui bahwa keseluruhan penampang profil rencana berhasil melewati pengecekan kapasitas/tegangan yang disyaratkan sehingga percobaan optimalisasi profil perlu dilakukan untuk memperoleh penampang profil yang lebih ekonomis.



Gambar 4. 17 3D view D/C ratio graphic profil rencana

Cek Nilai Displacement X pada software Etabs V.18.1.1

Tabel 4. 1 Simpangan Spek X dan Spek y

Tabel 4. 1 Simpangan Spek X

TABLE: Joint Displacements							Displacement x	DIS X - Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	Ux	Uy	mm	mm					
Story3	51	SPEC X	2.588	0.004	0.003	0.0165	3.896	0.07792	OK		
Story3	53	SPEC X	2.585	0.012	-0.003	0.0165	3.896	0.07792	OK		

Tabel 4. 2 Simpangan Spek Y

TABLE: Joint Displacements							Displacement x	DIS X - Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	Ux	Uy	mm	mm					
Story3	51	SPEC Y	0.069	20.871	-0.013	0.0715	3.896	0.07792	OK		
Story3	53	SPEC Y	0.082	19.508	0.013	0.0715	4.896	0.09792	OK		

Tabel 4. 2 Simpangan Spek X dan Spek Y

Tabel 4. 3 Simpangan Spek X

Story	Label	Output Case	Displacement x		DIS X - Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control	
			Ux	Uy					
			mm	mm	4	Meter	0.02xH Lantai		
Story3	51	SPEC X	2.588	0.004	0	0	3.896	0.07792	OK
Story3	66	SPEC X	2.839	0.004	0	0	3.896	0.07792	OK

Tabel 4. 4 Simpangan Spek Y

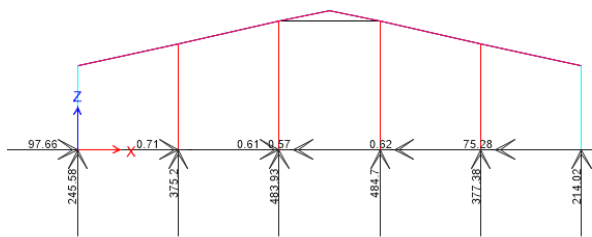
Story	Label	Output Case	Displacement x		DIS X - Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control	
			Ux	Uy					
			mm	mm	4	Meter	0.02xH Lantai		
Story3	51	SPEC Y	0.069	20.871	-0.002	-0.011	4.896	0.09792	OK
Story3	66	SPEC Y	0.16	20.873	0.002	0.011	4.896	0.09792	OK

Dicoba optimalisasi dengan menggunakan konfigurasi profil berikut:

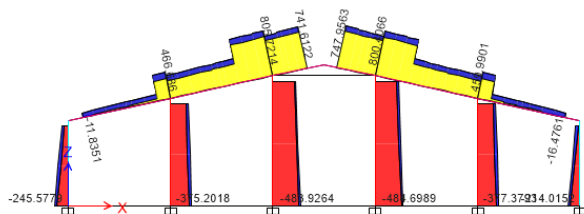
Tabel 4. 3 Profil Baja Efisiensi

Profil	Fungsi Profil	h (mm)	b (mm)	tf (mm)	tw (mm)	R (mm)
HC 450.150.6.5.9	Rafter	450	150	9	6.5	13
IWF 300.200.8.12	Kolom K1	300	200	12	8	13
IWF 200.125.5.8	Kolom K2	200	150	9	6	16
CNP 125.50.20.2.3	Gording	125	50	2.3	20	8
Atap Zincalume T.0.4 mm AZ 150	Atap					
Bracing	D 16					

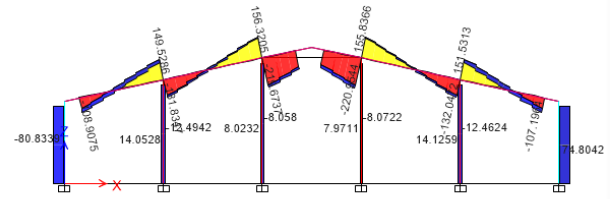
Dari hasil run analisis terhadap model 2 struktur dengan dimensi yang berbeda yang dibebani dengan kombinasi beban terfaktor, reaksi tumpuan terbesar terjadi pada kombinasi 1.2D+1.6R+0.5W.



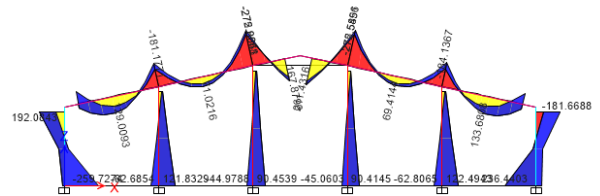
Gambar 4. 18 Best Join Result



Gambar 4. 19 Axial Force Combo

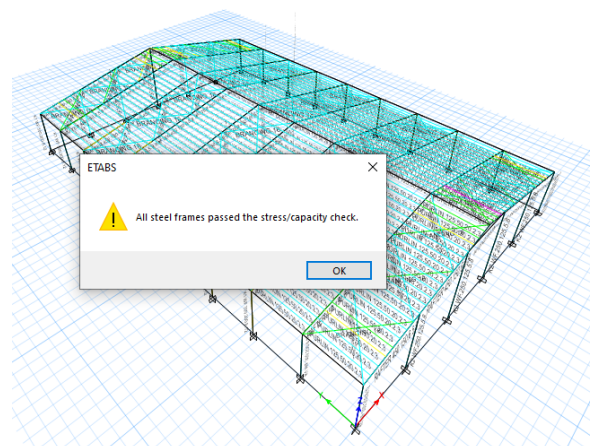


Gambar 4. 20 Diagram S22



Gambar 4. 21 Diagram M33

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kapasitas penampang profil terhadap tegangan ultimate yang terjadi. Pada tahap pemeriksaan profil yang dilakukan, diketahui bahwa keseluruhan penampang profil rencana berhasil melewati pengecekan kapasitas/tegangan yang disyaratkan sehingga percobaan optimalisasi profil perlu dilakukan untuk memperoleh penampang profil yang lebih ekonomis.



Gambar 4. 22 view D/C ratio graphic profil rencana

Cek Nilai Displacement X pada software Etabs V.18.1.1

Tabel 4. 4 Simpangan Spek X Dan Y

Spek X

TABLE: Joint Displacements								Displacement x	DIS X , Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>								
			mm	mm								
Story3	26	SPEC X	3.405	0.004	-0.004	-0.022	3.896	0.07792	OK			
Story2	35	SPEC X	3.409	0.012	0.004	0.022	3.896	0.07792	OK			

TABLE: Joint Displacements								Displacement x	DIS X , Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>								
			mm	mm								
Story3	26	SPEC Y	0.126	23.237	0.01	0.055	3.896	0.07792	OK			
Story2	35	SPEC Y	0.116	20.065	-0.01	-0.055	6	0.12	OK			

Cek Nilai Displacement Y pada software Etabs  
V.18.1.1

Tabel 4. 5 Simpangan Spek X dan Spek Y

TABLE: Joint Displacements								Displacement x	DIS X , Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>								
			mm	mm								
Story3	50	SPEC X	3.739	0.02	0.001	0.0055	3.896	0.07792	OK			
Story3	65	SPEC X	4.38	0.019	-0.001	0.0055	3.896	0.07792	OK			

TABLE: Joint Displacements								Displacement x	DIS X , Cd	Tinggi Lantai	Simp IZIN	control
Story	Label	Output Case	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>								
			mm	mm								
Story3	50	SPEC Y	0.111	22.003	-0.014	-0.077	3.896	0.07792	OK			
Story3	65	SPEC Y	0.856	22.017	0.014	0.077	3.896	0.07792	OK			

Pada percobaan optimalisasi diperoleh hasil bahwa keseluruhan profil berhasil melewati proses pemeriksaan kapasitas tegangan. Dilakukan perbandingan kuantitas guna mengetahui seberapa besar penghematan yang diperoleh bila struktur yang dibangun menggunakan profil optimalisasi.

Tabel 4. 6 Perbandingan Profil rencana

Dimensi Profil		Berat Sendiri		Deviasi Berat
Existing	Effisiensi	Existing (kg/m)	Effisiensi (kg/m)	
IWF 400.200.8.13	IWF 300.200.8.12	66	56.8	740.02688
IWF 250.125.6.9	IWF 250.125.5.8	29.6	25.7	415.0179
HC 525.175.7.11	HC 450.150.6.5.9	49.6	36,7	1889.6774
CNP 125.50.20.2,3	CNP 125.50.20.2,3	4.51	4.51	
Berat Total		149.71	123,71	

Jadi berdasarkan hasil perbandingan berat profil maka didapat berat keseluruhan profil existing sebesar 149.71 Kg/m dan profil Efisiensi sebesar 123,71 kg/m. Sehingga menghemat penggunaan profil hingga 26 kg sehingga dapat menjadikan Pembangunan struktur tersebut lebih ekonomis.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### III.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada struktur sederhana dengan tipe atap dari

profil yang berbeda, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi elemen struktur dalam sebuah gudang (warehouse) sangat penting untuk memastikan bangunan tersebut dapat berfungsi dengan baik, aman, dan efisien. Berikut adalah tahapan umum yang dapat diikuti dalam melakukan efisiensi elemen struktur pada bangunan gudang:
  - a. Analisis Kebutuhan
  - b. Analisis Beban
  - c. Pemilihan Material
  - d. Desain Struktur Detail
  - e. Simulasi dan Analisis.
2. Elemen struktur yang dapat dilakukan efisiensi meliputi dari struktur kolom dengan dimensi awal K1 WF 400.200.8.13 dan K2 250.125.6.9 dan struktur rafter dengan dimensi awal HC 525.175.7.11. Setelah melakukan Efisiensi dimensi struktur menjadi dengan Kolom K1 WF 300.200.8.12, K2 WF 250.125.5.8 dan Struktur Rafter menjadi HC 450.150.6,5.9
3. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi elemen struktur bangunan gudang (warehouse). Efisiensi struktur bangunan warehouse dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:
  - a. Desain Struktur
  - b. Material Konstruksi.
  - c. Metode Konstruksi
  - d. Pembebanan
  - e. Peraturan dan Standar
  - f. Biaya..
4. Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi elemen struktur bangunan gudang (warehouse), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- a. Desain Optimal
- b. Pemilihan Material
- c. Kemudahan Perawatan

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agus Setiawan, 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002), Jakarta. Anugrah Pamungkas, Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa, Yogyakarta
- Anonim.1984. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI). Departemen Pekerjaan Umum: Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2019", Jakarta.
- BSN, (2015). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural Berdasarkan SNI 1729-2015
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung, Baja Struktural SNI 1729:2015. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. Beban Minimum untuk Perancangan, Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727:2020. Jakarta.
- Dewobroto, Wiryanto. 2015. Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010. Tangerang. Lumina Press
- Gunawan, Rudy. 1987. Tabel Profil Konstruksi Baja. Yogyakarta. Kansius.
- Tata Cara Perencanaan ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung 1726-2012
- Tata Cara Perencanaan ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung 1726-2019