

**ANALISIS STRUKTUR ATAS UNTUK PERENCANAAN BANGUNAN
RANGKA BAJA PROJECT PT. BOGATAMA MARINUSA
MAKASAR, SULAWESI SELATAN**

Mohammad Saiful Hakiki, Totok Purwanto
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gresik

ABSTRAKSI

Seiring berkembangnya ekonomi dan industri berdampak pada meningkatnya pembangunan dibidang konstruksi. Seseorang yang berkecimpung di dunia konstruksi harus dapat mengantisipasi hal-hal tersebut. PT.Bogatama marinusa adalah merupakan perusahaan di bidang pembekuan udang dan biota-biota laut. Jadi pembangunan sarana dan prasarana dibutuhkan untuk menunjang mobilitas dari perusahaan. Oleh karena itu perlunya perencanaan konstruksi struktur yang kokoh dan mampu menahan beban-beban pada bangunan. Maka harus dilakukan analisis perhitungan dan harus mendapat perhatian yang khusus dari perencana.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang analisa struktur atas project PT.Bogatama marinusa. Rangka utama pada bangunan ini adalah struktur baja. Analisa struktur dimulai dari bagian bangunan paling atas seperti penutup atap gavalum, gording, trestang, kuda-kuda dan kolom baja. Perhitungan akan didasarkan pada Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia 1983 dan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja bangunan gedung SNI 03-1729-2002. Sedangkan Perhitungannya menggunakan program excel dan staadpro v8i ss6.

Hasil dari analisa menggunakan program staadpro v8i ss6, bangunan dengan tinggi kolom 2,5 m, lebar bangunan 26 m, memiliki bentang 20 m, untuk analisis perhitungan struktur gording C125x50x20x3,2 diperoleh beban mati sebesar 12,21 kg/m², beban hidup air hujan sebesar 43,03 kg/m², dan beban angin tekan sebesar -12 kg/m², angin hisap sebesar -16 kg/m², beban yang di terima trestang sebesar 150 kg dan diperoleh besar diameter trestang adalah Ø16 mm. Kuda-kuda WF 250x125x6x9 diperoleh beban mati sebesar 133,76 kg/m, beban hidup sebesar 5,52 kg/m, beban angin sebesar 99,6 kg/m, kombinasi beban tetap sebesar 139,28 kg/m, dan kombinasi beban sementara sebesar 238,88 kg/m. Untuk perhitungan kolom WF 300x150x6x9 diperoleh momen max 11008 kg.cm, gaya geser 4403 kg, gaya aksial 4255 kg menggunakan tegangan izin <1600 kg/m. Dari hasil analisa tersebut sudah memenuhi syarat Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia.

Kata Kunci : Analisa, Struktur, Konstruksi, Baja

PENDAHULUAN

Di era modern sekarang ini pembangunan dan perkembangan teknologi maju dengan pesat seiring dengan kemajuan di bidang ekonomi dan industri terutama di wilayah perkotaan. 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, tempat perbelanjaan, termasuk gedung-gedung perindustrian.

Dalam hal ini teknik sipil sebagai disiplin ilmu sangat berkembang sebagai jawaban dari kemajuan ekonomi dan industri suatu kawasan. Perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil mengakibatkan perubahan sistem konstruksi baik ditinjau dari segi mutu, bahan, struktur konstruksi serta kekuatannya. Untuk itu dituntut kesadaran bahwa seseorang yang berkecimpung di dunia konstruksi harus dapat mengantisipasi hal-hal tersebut di atas. 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 kekuatannya maka bahan baja telah menjadi pilihan utama untuk konstruksi bangunan seperti gedung perindustrian, menara/tower.

PT. Bogatama marinus sendiri terletak di Jl. Kima raya makassar

sulawesi selatan. Merupakan perusahaan di bidang pembekuan udang dan biota-biota laut lainnya, maka dari itu membutuhkan konstruksi bangunan gudang yang kokoh sekaligus mampu menahan beban-beban yang ada di dalam bangunan gudang tersebut. Dalam penelitian ini akan dibahas “Analisa perhitungan struktur atas bangunan rangka baja” akan didasarkan pada standart peraturan baja dan standart peraturan pembebanan yang ada di indonesia.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah merencanakan struktur atas bangunan gudang yang dapat menahan beban yang bekerja, dengan memperhitungkan faktor keamanan yang menyangkut kekuatan dan kestabilan struktur. Analisa struktur yang dilakukan meliputi analisa perhitungan struktur gording sesuai dengan peraturan pembebanan di Indonesia; analisis diameter trestang yang baik sesuai dengan peraturan pembebanan di indonesia; analisa perhitungan struktur rafter (kuda-kuda) sesuai dengan peraturan pembebanan di Indonesia; dan analisa struktur kolom sesuai dengan peraturan pembebanan di Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan dan memilih struktur atas dari sebuah bangunan gudang (struktur atap, trestang, kuda-kuda, kolom), serta dapat mengaplikasikan materi yang sudah diberikan pada waktu kuliah. Penyusunan penelitian

dimaksudkan untuk memperoleh analisa struktur bangunan gudang.

KAJIAN TEORI

Bangunan

Bangunan adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukan baik yang ada di atas, di bawah tanah dan/atau di air. Bangunan biasanya dikonotasikan dengan rumah, gedung ataupun segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya seperti halnya jembatan dan konstruksinya serta rancangannya, jalan, sarana telekomunikasi, dan lain-lain. Suatu benda dapat dikatakan sebagai bangunan bila benda tersebut merupakan hasil karya orang dengan tujuan untuk kepentingan tertentu dari seseorang atau lebih dan benda tersebut tidak dapat dipindahkan kecuali dengan cara membongkar.

Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan umumnya mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan disiplin lain seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap.

Struktur Bangunan

Seni bangunan atau arsitektur adalah seni sejak adanya manusia dan disebut seni terikat, karena bangunan gedung dipakai oleh manusia dan bahan-bahan bangunan yang sifatnya dibatasi kemampuannya. Seni

bangunan adalah seni dan teknik dengan mengikutsertakan faktor-faktor falsafah, religi, tradisi, seni dan ilmu pengetahuan.

Struktur bangunan adalah komponen penting dalam arsitektur. Tidak ada bedanya apakah bangunan dengan strukturnya hanya tempat untuk berlindung satu keluarga yang bersifat sederhana, atautkah tempat berkumpul atau bekerja bagi banyak orang, seperti perkantoran, gedung ibadah, hotel, gedung bioskop, stasiun dan sebagainya.

Maka fungsi dari struktur ialah untuk melindungi suatu ruang tertentu terhadap iklim, bahaya-bahaya yang ditimbulkan alam dan menyalurkannya semua macam beban ke tanah. Beban-beban yang dipikulnya, berat bahan dari elemen-elemen beserta berat strukturnya sendiri disalurkan oleh struktur atau kerangka bangunan kekulit bumi. Kecuali beban tersebut, struktur harus dapt memikul beban lain akibat dari angin dan gempa bumi.

Konstruksi Bangunan

Konstruksi merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam sebuah bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area.

Secara ringkas konstruksi didefinisikan sebagai objek keseluruhan bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur. Misal, Konstruksi Struktur Bangunan adalah

bentuk/bangun secara keseluruhan dari struktur bangunan.

Konstruksi dapat juga didefinisikan sebagai susunan (model, tata letak) suatu bangunan (jembatan, rumah, dan lain sebagainya). Kegiatan konstruksi dikenal sebagai satu pekerjaan, tetapi dalam kenyataannya konstruksi merupakan satuan kegiatan yang terdiri dari beberapa pekerjaan lain yang berbeda.

Bentuk Konstruksi Rangka Gudang

Banyak bentuk - bentuk konstruksi untuk gudang yang bisa digunakan. Hal - hal yang mempengaruhi antara lain :

- Pemakaian gudang tersebut
- Keadaan suasana gudang akan dibangun :
 - Keadaan tanah
 - Besar dan kecilnya beban angin

Bentuk yang dipilih tentunya akan menentukan cara penyelesaian struktur dan biayanya.

1. Konstruksi kap rangka sendi – roll

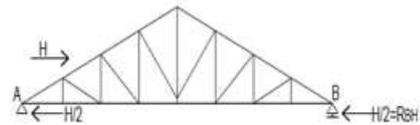


Gambar 1 Konstruksi kap sendi rol

Konstruksi kuda-kuda dengan tumpuan A sendi, B rol merupakan konstruksi statis tertentu, maka penyelesaian statiknya dengan statis tertentu. Namun sering didalam praktek dibuat A sendi, B

sendi, dengan demikian konstruksi menjadi statis tak tentu. Tetapi sering diselesaikan dengan cara pendekatan dengan menganggap perletakan $A = B$ didalam menerima beban H.

$$RAH = RBH = 2H$$

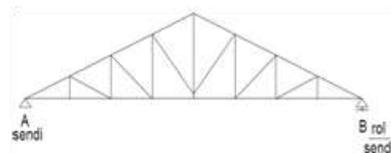


Gambar 2 Konstruksi kuda-kuda

Untuk mencari gaya-gaya batangnya dapat digunakan cara:

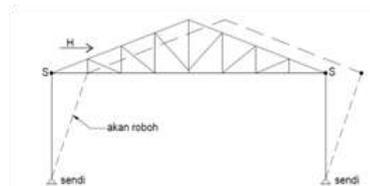
1. Cremona
2. Keseimbangan titik
3. Ritter, Dan lain-lain

Kemudian untuk mendukung kuda-kuda diperlukan kolom. Apabila dipakai kolom dengan perletakan bawah sendi, maka struktur menjadi tidak stabil bila ada beban H (angin/gempa).



Gambar 3 Kolom dengan perletakan bawah sendi

Karena itu untuk mendukung kuda-kuda ini, harus dipakai kolom dengan perletakan bawah jepit.



Gambar 4 Kolom dengan perletakan bawah jepit

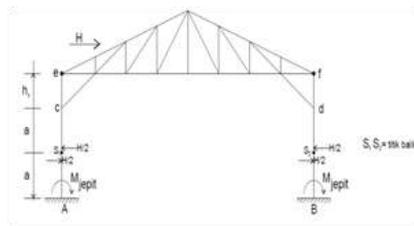
Bila gaya H bekerja maka struktur/konstruksi ini akan stabil/kokoh. Pada perletakan bawah kolom terjadi gaya V, H dan M. Besarnya M = adalah cukup besar. Maka bila struktur ini yang dipilih pada tanah yang jelek, pondasinya akan mahal.

Dicari penyelesaian suatu bentuk struktur agar pondasi tidak terlalu mahal.

2. Kuda-kuda dihubungkan dengan pengaku pada kolom

- a. Kuda-kuda dengan pengaku dan perletakan bawah kolom jepitan.

Struktur dengan sistem ini cukup kaku dan memberikan momen M lebih kecil dari pada struktur sebelumnya.



Gambar 5 Kuda-kuda dengan pengaku

Struktur semacam ini adalah statis tak tentu, maka statistiknya diselesaikan dengan cara statis tak tentu. Namun sering didalam prakteknya diselesaikan dengan cara pendekatan/ sederhana yaitu :

- Bila beban vertikal (gravitasi) yang bekerja, struktur dianggap statis tertentu, yang bekerja pada kolom gaya V saja.

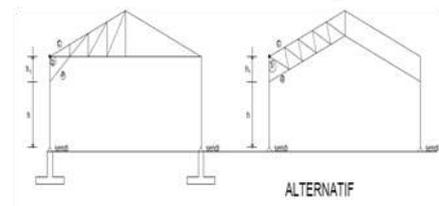
Selanjutnya gaya-gaya batang KRB dicari dengan : Cremona, Kesetimbangan Titik, Ritter, dan sebagainya.

- Bila beban H bekerja, dianggap terjadi titik balik (= inflection point) terjadi ditengah-tengah yaitu S1 dan S2.

M pada titik balik = 0 (seperti sendi)

Gaya geser pada S1 dan S2 adalah $\frac{H}{2}$

M pada kolom bawah = $\frac{H}{2}xa$



Gambar 6 Titik balik (Inflection point)

V dapat dicari dengan $\sum MS2 = 0$, dari seluruh struktur S1 C E F D S2.

Dengan meninjau kolom S1 . CE :

$$1. \sum ME = 0$$

$$\frac{H}{2} \times (h1 + a) - (a) \cos \alpha 2 \times h1 = 0 \rightarrow (a) \text{ didapat}$$

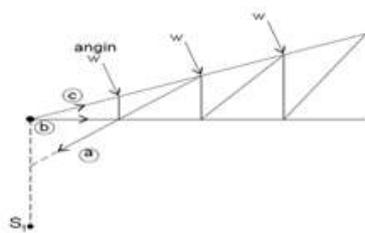
$$2. \sum KV = 0$$

$$-V + (a) \sin \alpha 2 - (c) \sin \alpha 2 = 0 \rightarrow (c) \text{ didapat}$$

$$3. \sum MS1 = 0$$

$$\frac{H}{2} \times (h_1 + a) - (b) \times (h_1 + a) - (c) \cos \alpha \times (h_1 + a) + (a) \cos \alpha \times a = 0 \rightarrow (b) \text{ didapat}$$

Setelah didapatkan gaya, (a), (b), dan (c), maka gaya batang yang lain dari kuda-kuda dapat dicari dengan Cremona, Keseimbangan titik, Ritter, dan sebagainya.



Gambar 7 Keseimbangan titik, Ritter

- b. Kuda-kuda dengan pengaku dan perletakan bawah kolom sendi.



Gambar 8 Kuda-kuda dengan perletakan bawah kolom sendi

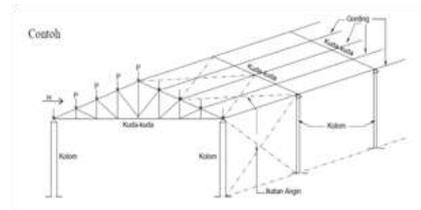
Struktur ini sama seperti pada perletakan bawah kolom jepit. Gaya batang (a), (b) dan (c) dapat dihitung seperti sebelumnya, hanya mengganti jarak a dengan h.

Keuntungan kolom dengan perletakan sendi ini adalah :

- Momen pada perletakan bawah/sendi = 0

- Momen pada pondasi menjadi kecil, pondasinya menjadi murah
- Namun momen pada kolomnya menjadi besar ∞ 2 kali dari pada kolom perletakan jepit ($h = 2a$).

Dalam kenyataannya konstruksi adalah berbentuk ruang, sehingga secara keseluruhan konstruksi belum stabil, maka perlu diatur lagi dalam arah yang lain



Gambar 9 Rangka bangunan

- Pada bidang kuda-kuda, konstruksi ini stabil, sebab sudah diperhitungkan terhadap beban yang bekerja yaitu P dan H (angin / gempa)
- Pada bidang yang \perp bidang kuda-kuda, bila ada beban H bekerja dalam arah ini, konstruksi akan roboh/terguling, jadi masih labil. Maka perlu distabilkan dalam arah ini.

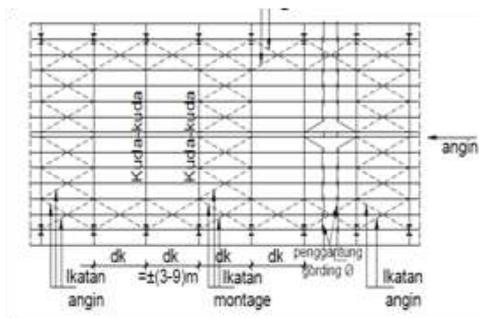
Konstruksi untuk memberikan stabilitas dalam arah ini dinamakan :

- Ikatan angin
- Ikatan pemasangan

Yang dipasang pada bidang atap dan pada bidang dinding. Bangunan gudang dengan ikatan angin merupakan untuk menjaga kestabilan struktur rangka kuda-kuda akibat tiupan angin/gempa diberikan ikatan angin dalam arah memanjang gudang. Ikatan angin bersama-sama dengan gording dan rangka kuda-kuda membentuk suatu rangka batang.

Karena ikatan angin ini diperlukan untuk menjamin stabilitas dalam arah memanjang gudang, biasanya ditempatkan pada daerah ujung-ujung gudang saja. Sedangkan bila gudangnya cukup panjang, maka diantaranya ditempatkan lagi ikatan-ikatan pemasangan/Montage.

Contoh :



Gambar 10 Ikatan pemasangan montage

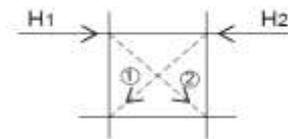


Gambar 11 Rangka atap (Tristang)

Seringnya dipasang ikatan angin memanjang, untuk memperkaku bidang atap arah melintang. Biasanya untuk ikatan angin digunakan batang lemas. Batang ini hanya dapat menahan gaya tarik, tidak dapat menahan gaya tekan.

Bila ada H1, yang bekerja batang (1) tarik

Bila ada H2, yang bekerja batang (2) tarik



- Termasuk tepi/akhir dipasang kuda-kuda
- Pengaku/bracing/ikatan memanjang pada kolom biasanya dipasang sepanjang bangunan.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan langkah penelitian ini, berikut adalah diagram aliran perencanaan :

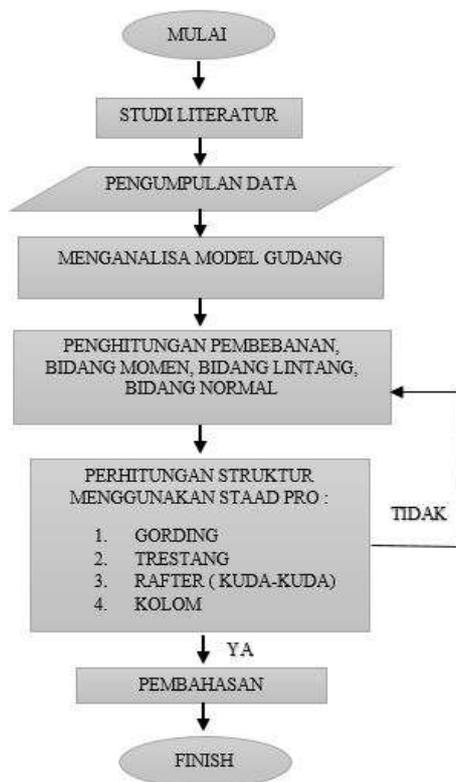


Diagram 1 Alur Penelitian

Studi Literatur

Melakukan studi referensi berupa: Buku pustaka, jurnal konstruksi baja, penelitian terdahulu, serta mengenai perencanaan struktur gudang antara lain: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, (SNI-1727-1898) oleh Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan untuk merencanakan bangunan rumah serta gedung. Ketentuan ini memuat beban-beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan bangunan; Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung, SNI 03-1729-2002. Oleh Badan Standardisasi Nasional. Buku yang

memuat seluruh peraturan-peraturan konstruksi baja yang digunakan secara ekonomis dan aman; Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI). Bandung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan; Agus setiawan, Perencanaan Struktur Baja Dan Metode LRFD Edisi Kedua, Penerbit erlangga, Jakarta 2008; Tabel Profil Konstruksi Baja, oleh Ir. Rudy Gunawan. Buku ini memuat Spesifikasi dan Dimensi dari Profil-profil Baja yang digunakan dalam konstruksi baja.

Data

Data umum perencanaan awal :

1. Struktur utama : Struktur Baja
2. Project owner : PT.BOGATAMA MARINUSA Makasar
3. General kontraktor : PT.BANGUN SARANA BAJA

Data-data perencanaan :

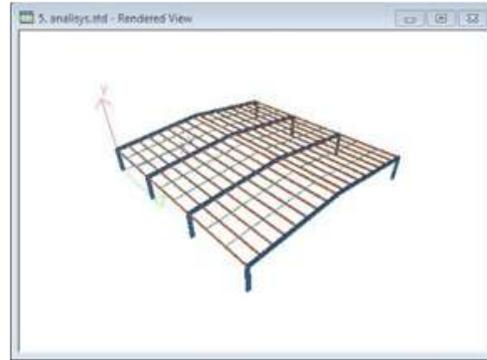
1. Panjang bentang : 20 m
2. Lebar bentang : 26 m
3. Tinggi kuda-kuda : 3,65 m
4. Jarak antar kuda-kuda : Grid 1-2 = 7 m dan grid 2-3 = 6 m di pakai jarak antar kuda-kuda = 6,5 m
5. Jenis atap : Gavalum bergelombang
6. Jenis Sambungan : Baut
7. Tegan ijin σ : 1600 kg/m²
8. Beban angin : 40 kg/m²
9. Beban air Hujan : 20 kg/m² (PPIUG 1983)

10. Beban Pekerja dll : 100 kg/m^2

11. Mutu baja : Bj 37

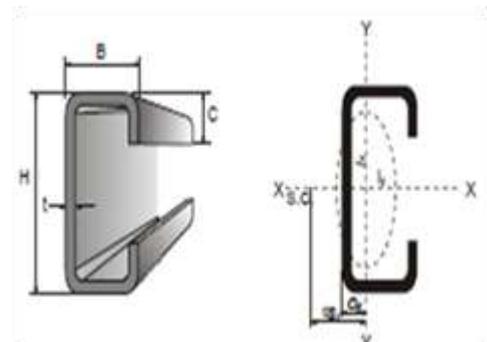
Perhitungan Beban

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur bangunan, perlu adanya perhitungan beban bangunan baik dari struktur atas seperti rangka atap sampai struktur bagian bawah, baik perhitungan secara manual maupun dengan menggunakan program komputer. Perhitungan beban dimaksudkan untuk mengetahui berapa beban yang dipikul oleh struktur tersebut. Setelah beban bangunan diketahui tinggal input beban kedalam program komputer untuk mengetahui gaya yang bekerja pada bangunan tersebut.



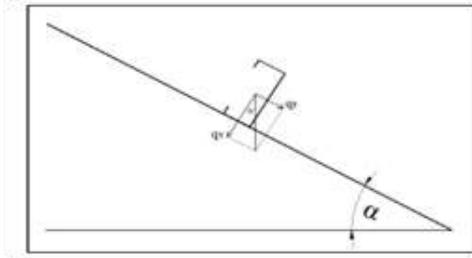
Gambar 12 Modeling Staad Pro

Data-data Perencanaan :



CNP 125 x 50 x 20 x 3,2

- Berat Sendiri = $6,13 \text{ kg/m}$
- Momen Inersia (I_x) = 181 cm^4
- Momen Inersia (I_y) = $26,6 \text{ cm}^4$
- Modulus Section (S_x) = 29 cm^3
- Modulus Section (S_y) = $8,02 \text{ cm}^3$
- Plastic Modulus (Z_x) = $37,2 \text{ cm}^3$
- Plastic Modulus (Z_y) = $13,1 \text{ cm}^3$
- Jari2 girasi (i_x) = $4,82 \text{ cm}$
- Jari2 girasi (i_y) = $1,85 \text{ cm}$
- Luas Penampang = $7,81 \text{ cm}^2$
- Tegangan Leleh (f_y) = 2400 kg/cm^2
- Tegangan Putus (f_u) = 3700 kg/cm^2
- Corner Radius (r) = 0 mm



Gambar 13 momen qx & qy

- Jarak Miring Antar Gording = 1,2 m
- Jarak Datar Antar Gording = 1,195433638 m
- Jarak Antar Kuda-kuda = 6,5 m (Dipakai jarak yang paling besar)
- Berat Penutup Atap = 5 kg/m²
- Lebar Bersih Penutup Atap = 1,1 m
- Sudut Atap = 5° = 0,087 rad
- Tinggi Profil = 125 mm
- Lebar Profil = 50 mm
- Lebar Tekukan = 20 mm
- Tebal Profil = 3,2 mm

Pembebanan gording

a. Beban Mati

$$\text{Beban Gording} = \frac{6,13 \text{ kg/m}}{1,195433638 \text{ m}} =$$

$$5,128 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Penutup Atap} = \frac{5 \text{ kg/m}^2}{\cos 5} \times$$

$$1,19 = 5,98 \text{ kg/m}^2$$

$$qD = 5,128 \text{ kg/m}^2 + 5,978 \text{ kg/m}^2 = 11,100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Lain-lain (10% x qD)} = (10\% \times 11,100 \text{ kg/m}^2) = 1,110 \text{ kg/m}^2$$

$$qD \text{ total} = 11,100 \text{ kg/m}^2 + 1,110 \text{ kg/m}^2 = 12,210 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 12,210 \text{ kg/m}^2 \times 1,195 \text{ m} = 14,59 \text{ kg/m}$$

$$qD_x = qD \text{ total} \times \cos a = 14,597 \text{ kg/m} \times \cos 5 = 14,54145401 \text{ kg/m}$$

$$qD_y = qD \text{ total} \times \sin a = 14,597 \text{ kg/m} \times \sin 5 = 1,272212377 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup

$$\text{Beban Pekerja (P)} = 100 \text{ kg}$$

$$P_x = P \times \cos a = 100 \text{ kg} \times \cos 5 = 99,61946981 \text{ kg}$$

$$P_y = P \times \sin a = 100 \text{ kg} \times \sin 5 = 8,715574275 \text{ kg}$$

$$\text{Beban Air Hujan (PPIUG 1983)} = (40 - 0,8 a) = 36 \text{ kg/m}^2 > 20 \text{ kg/m}^2$$

(**DIPAKAI 36 kg/m²**)

$$\text{Beban Air Sepanjang Gording (qH)} = 36 \text{ kg/m}^2 \times 1,195433638 = 43,03561096 \text{ kg/m}$$

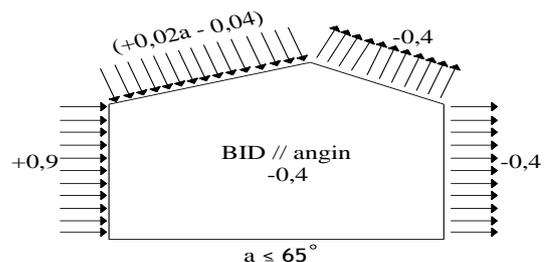
$$qH_x = qD \text{ total} \times \cos a = 43,03561096 \text{ kg/m} \times \cos 5 = 42,87184747 \text{ kg/m}$$

$$qH_y = qD \text{ total} \times \sin a = 43,03561096 \text{ kg/m} \times \sin 5 = 3,750800638 \text{ kg/m}$$

c. Beban Angin

$$\text{Tekanan Tiup Angin} = 40 \text{ kg/m}^2.$$

Tekanan tiup angin bekerja tegak lurus dengan sumbu x. Berdasarkan PPIUG 1983, maka koefisien angin menurut pasal 4.3 pada gedung terbuka dengan α (sudut kemiringan atap) $0^\circ < \alpha \leq 20^\circ$ adalah sebagai berikut:



Koefisien Angin Tekan (0.02a - 0.4) = -0,3 (mengalami hisap)
Koefisien Angin Hisap = 0,4

Beban angin tekan = -0,3 x 40 kg/m² = -12 kg/m

Beban angin hisap = -0,4 x 40 kg/m² = -16 kg/m²

qA = Beban angin x Jarak Miring Antar Gording

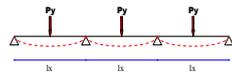
qA tekan = -12 kg/m² x 1,2 m = -14,4 kg/m

qA hisap = -16 kg/m² x 1,2 m = -19,2 kg/m < (D + H)
= 57,4133 kg/m

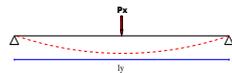
(Beban Hisap Tidak menentukan)

Momen Pembebanan Gording

ARAH Y



Arah X



a. Beban Mati (D)

$$M_y = \frac{1}{8} \times q_{Dy} \times L_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{8} \times 1,2722 \times 4,6944^2 = 0,7465 \text{ kg.m}$$

b. Beban Pekerja (La)

$$M_y = \frac{1}{4} \times P_y \times L_x$$

$$M_y = \frac{1}{4} \times 8,715 \times 2,1666 = 4,7209 \text{ kg.m}$$

c. Beban Air Hujan (H)

$$M_y = \frac{1}{8} \times q_{Hy} \times L_x^2$$

$$M_y = \frac{1}{8} \times 3,7508 \times 4,694^2 = 2,20 \text{ kg.m}$$

d. Arah Y Beban Mati (D)

$$M_x = \frac{1}{8} \times q_{Dx} \times L_y^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} \times 14,541 \times 42,25^2 = 76,7971 \text{ kg.m}$$

e. Beban Pekerja (La)

$$M_x = \frac{1}{4} \times P_x \times L_y$$

$$M_x = \frac{1}{4} \times 99,619 \times 6,5 = 161,8816 \text{ kg.m}$$

f. Beban Air Hujan (H)

$$M_x = \frac{1}{8} \times q_{Hx} \times L_y^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} \times 42,871 \times 42,25^2 = 226,4169 \text{ kg.m}$$

g. Beban Angin (Tekan) (W)

$$M_x = \frac{1}{8} \times q_{Ax} \times L_y^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} \times 0 \times 42,25^2 = 0,0000 \text{ kg.m}^2$$

h. Beban Angin (Hisap) (W)

Beban Hisap Tidak Menentukan

$$M_x = \frac{1}{8} \times q_{Ax} \times L_y^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} \times 0 \times 42,25^2 = 0,0000 \text{ kg.m}$$

Kombinasi Pembebanan Gording

a. Kombinasi 1 : (1,4 D)

$$M_x = 1,4 \times 76,7971 \text{ kg.m}$$

$$M_x = 107,5159 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 1,4 \times 0,7465 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 1,0452 \text{ kg.m}$$

b. Kombinasi 2 : (1,2 D + 0,5 La)

$$M_x = 1,2 \times 76,8 \text{ kg.m} + 0,5 \times 161,88 \text{ kg.m}$$

$$M_x = 173,0973 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 0,5 \times 4,7209 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 3,2563 \text{ kg.m}$$

- c. Kombinasi 2 : (1,2 D + 0,5 H)
 $M_x = 1,2 \times 76,7971 \text{ kg.m} + 0,5 \times 226,4169 \text{ kg.m}$
 $M_x = 205,3649 \text{ kg.m}$
 $M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 0,5 \times 2,2010 \text{ kg.m}$
 $M_y = 1,9963 \text{ kg.m}$
- d. Kombinasi 3: (1,2 D+1,6 La+0,8 W)
 $M_x = 1,2 \times 76,7971 \text{ kg.m} + 1,6 \times 161,8816 \text{ kg.m} + 0,8 \times 0,0000 \text{ kg.m}$
 $M_x = 351,1671 \text{ kg.m}$
 $M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 1,6 \times 4,7209 \text{ kg.m}$
 $M_y = 8,4493 \text{ kg.m}$
- e. Kombinasi 3: (1,2 D+1,6 H+0,8 W)
 $M_x = 1,2 \times 76,7971 \text{ kg.m} + 1,6 \times 226,4169 \text{ kg.m} + 0,8 \times 0,0000 \text{ kg.m}$
 $M_x = 454,4236 \text{ kg.m}$
 $M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 1,6 \times 2,2010 \text{ kg.m}$
 $M_y = 4,4174 \text{ kg.m}$
- f. Kombinasi 4: (1,2 D+1,3 W+0,5 La)
 $M_x = 1,2 \times 76,7971 \text{ kg.m} + 1,3 \times 0,0000 \text{ kg.m} + 0,5 \times 161,8816 \text{ kg.m}$
 $M_x = 173,0973 \text{ kg.m}$
 $M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 0,5 \times 4,7209 \text{ kg.m}$
 $M_y = 3,2563 \text{ kg.m}$
- g. Kombinasi 4: (1,2 D+1,3 W+0,5 H)
 $M_x = 1,2 \times 76,7971 \text{ kg.m} + 1,3 \times 0,0000 \text{ kg.m} + 0,5 \times 226,4169 \text{ kg.m}$

$$M_x = 205,3649 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 1,2 \times 0,7465 \text{ kg.m} + 0,5 \times 2,2010 \text{ kg.m}$$

$$M_y = 1,9963 \text{ kg.m}$$

Tabel 1 Kombinasi Beban

No	Kombinasi Beban	Arah x (kg.m)	Arah y (kg.m)
1	1,4 D	107,5159	1,0452
2	1,2 D + 0,5 LA	173,0973	3,2563
3	1,2 D + 0,5 H	205,3649	1,9963
4	1,2 D + 1,6 LA + 0,8 W	351,1671	8,4493
5	1,2 D + 1,6 H + 0,8 W	454,4236	4,4174
6	1,2 D + 1,3 W + 0,5 LA	173,0973	3,2563
7	1,2 D + 1,3 W + 0,5 H	205,3649	1,9963

Lokal Buckling

Check Penampang Profil

Bagian sayap :

$$\frac{Bf}{2tf} = \frac{50}{2 \times 3,2} = 3,9063$$

Lrfd

$$\lambda_p = \frac{170}{(240)^{0,5}} = 10,9735$$

$$\frac{Bf}{2tf} < \lambda_p$$

Bagian badan :

$$\frac{h}{tw} = \frac{125}{3,2} = 39,0625$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{(240)^{0,5}} = 108,4435$$

$$\frac{h}{tw} < \lambda_p$$

Kesimpulan : Penampang Kompak

($M_n = M_p$)

Arah Sumbu Kuat

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot F_y$$

$$M_{nx} = M_{px} = 37,237536 \text{ cm}^3 \times 2400 \text{ kg/cm}^2 = 89370,0864 \text{ kg.cm}$$

$$M_{nx} = M_{px} = 893,700864 \text{ kg.m}$$

Arah Sumbu Lemah

$$M_{ny} = Z_y \cdot F_y$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= 13,147 \text{ cm}^3 \times 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 31554,43384 \text{ kg.cm} \\ &= 315,5443384 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Lateral Buckling

Dipasang Pengait Seng 3 buah
Jarak Penahan Lateral (Lb) 0,55 m

$$L_p = 1,76 \cdot i_y \frac{(E)^{0,5}}{(f_y)^{0,5}} = 1,76 \times 1,85 \left(\frac{2 \times 10^{10,5}}{240^{0,5}} \right)^{0,5}$$

$$L_p = 93,9926 \text{ cm} = 0,9399 \text{ m}$$

$L_b < L_p$ (Plastic Buckling) $M_n = M_p < 1,5 \cdot M_y$ Arah Sumbu Kuat

$$M_{nx} = M_{px} = 893,700864 \text{ kg.m}$$

$$M_{ny} = S \times f_y = 29 \text{ cm}^3 \times 2400 \text{ kg/cm}^2 = 69600 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = 696 \text{ kg.m}$$

$$M_{nx} = M_{px} = 893,700864 \text{ kg.m} < 1,5 \cdot M_y = 1044 \text{ kg.cm}$$

(Ok Profil Memenuhi Syarat)

Arah Sumbu Lemah

$$M_{ny} = Z_y \cdot F_y$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= 13,1476 \text{ cm}^3 \times 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 31554,43384 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$M_{ny} = 315,5443384 \text{ kg.m}$$

Kontrol Interaksi

Syarat

$$\frac{M_x}{0,9 \cdot M_{nx}} + \frac{M_y}{0,9 \cdot M_{ny}} \leq 1$$

$$\leq 1$$

$$\frac{454,4236 \text{ kg.m}}{0,9 \times 893,700864 \text{ kg.m}} + \frac{8,4493 \text{ kh.m}}{0,9 \times 315,5443384 \text{ kg.m}} \leq 1$$

$$0,565 + 0,030 \leq 1$$

$$0,595 < 1$$

(Ok Profil Memenuhi Syarat)

Kontrol Lendutan

Syarat

$$\Delta \text{ ijin} = \left(\frac{L}{180} \right) = \left(\frac{650 \text{ cm}}{180} \right) = 3,61 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \Delta y &= \left(\frac{5 \cdot q_x \text{ maks} \cdot L_y^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \right) + \left(\frac{1 \cdot p_x \cdot L_y^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \right) \\ &= \left(\frac{5 \cdot 0,14541454 \text{ kg/m} \cdot 1,78506 \text{ E} + 11}{384 \cdot 2000000 \cdot 181} \right) + \\ &\quad \left(\frac{1 \cdot 99,619 \cdot 274625000}{48 \cdot 2000000 \cdot 181} \right) \end{aligned}$$

$$= (0,934 \text{ cm} + 1,574 \text{ cm})$$

$$\Delta y = 2,508136196 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= \left(\frac{5 \cdot q_y \text{ maks} \cdot L_x^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \right) + \left(\frac{1 \cdot f_y \cdot L_x^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \right) \\ &= \left(\frac{5 \cdot 0,012492033 \cdot 2203780864}{384 \cdot 2000000 \cdot 26,6} \right) + \\ &\quad \left(\frac{1 \cdot 8,715574275 \cdot 101712963}{48 \cdot 2000000 \cdot 26,6} \right) \end{aligned}$$

$$= (0,0068 \text{ cm} + 0,035 \text{ cm})$$

$$\Delta x = 0,041577252 \text{ cm}$$

$$\Delta 2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$$

$$= 0,001728668 \text{ cm}^2 + 6,29074718 \text{ cm}^2$$

$$= 6,292475848 \text{ cm}^2$$

$$\Delta = (0,001728668 \text{ cm}^2 + 6,29074718 \text{ cm}^2)^{0,5}$$

$$= 2,508480785 \text{ cm}$$

Syarat :

$$\Delta \leq \Delta \text{ ijin}$$

$$2,508480785 \text{ cm} < 3,611111111 \text{ cm}$$

(Ok)

Perhitungan Trestang

Untuk memperkuat gording dari lendutan, maka diberi trestang.

Data Perhitungan:

- Jarak kuda-kuda = 7 m
- Beban terpusat (P_x) = 99,620 kg
- Beban merata (q_x) = 14,542 kg/m
- Jarak antar gording = 1,2 m
- Nilai (n) pembagian = 2

a. Pembebanan Trestang

$$P_{max} = \frac{q_x L}{n} + P_x$$

dengan : Pmax = beban yang diterima oleh trestang

qx = beban merata arah x

L = jarak antar kapstang (kuda-kuda)

n = jumlah pembagian

Px = beban hidup

$$P_{max} = \frac{14,542 \text{ kg/m} \times 7 \text{ m}}{2} + 99,620 \text{ kg} = 150,517 \text{ kg}$$

b. Dimensi Trestang

Jumlah medan trestang n = 8

y = jarak gording x = 1/2 . jarak kapstang

$$\tan \sigma = \frac{y}{x} = \frac{1,2 \text{ m}}{\frac{1}{3} \times 7 \text{ m}} = 1,5$$

$$\sin \alpha = 0,707$$

$$R \times \sin \alpha = n \times P_{max} ,$$

Di mana:

n = jumlah gording dalam satu sisi atap

R = gaya tarik yang diterima oleh trekstang

$$\text{Maka } R = \frac{n \cdot P_{max}}{\sin 1^\circ} = \frac{8 \times 150,517 \text{ kg}}{0,707} =$$

$$1703,163 \text{ kg}$$

Luas dimensi trekstang yang digunakan :

$$F = \frac{R}{\sigma_{ijin}}$$

$$F = \frac{1703,163 \text{ kg}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 1,06 \text{ cm}^2$$

Dimana : $F = \frac{1}{4} \pi d^2$

$$d = \sqrt{\frac{7 \times 1,06 \text{ cm}^2}{3,14}} = 1,53 \text{ cm} \sim 1,6 \text{ cm} =$$

$$16 \text{ mm.}$$

Maka dipakai trestang dengan diameter Ø16mm.

Jadi berdasarkan analisa perhitungan diatas maka didapatkan besar diameter trestang adalah Ø 16 mm.

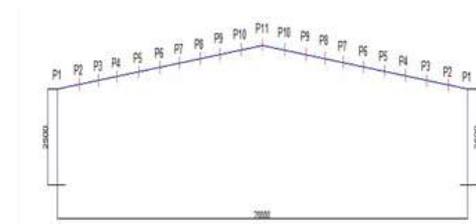
Perhitungan kuda-kuda (rafter)

Dipakai IWF 250 x x 125 x 6x 9

Data profil :

- A = 37,66 cm²
- Q = 29,6 kg/m
- Ix = 4,050 cm⁴
- Iy = 294 cm⁴
- Wx = 324 cm³
- Wy = 47 cm³
- ix = 10,4 cm
- iy = 2,79 cm

Pembebanan Kuda-kuda



Gambar 14 Pembebanan pada kuda-kuda

a. Beban mati

- Tepi(P1)

Karena terletak di ujung balok maka menerima beban setengah jarak gording (0,5 x 1,2 m) = 0,6 m).

- Beban gording : 6,13 kg/m . 6,5 m = 39,84 kg
- Beban atap : 0,6 m . 5 kg/m² . 6,5 m = 19,5kg
- Berat sendiri balok : 29,6 kg/m x 0,6 m = 17,76 kg = 77,1 kg
- Aksesoris 10 % = 7,71 kg

Berat Total = 84,81 kg

- **Tengah(P2-P11)**
 Karena terletak ditengah maka menerima beban dua kali setengah jarak gording (2 x 0,5 x 1,2 = 1,2 m).
 - Beban gording: 6,13 kg/m . 6,5m= 39,84kg
 - Beban atap : 1,2 m . 5 kg/m² . 6,5 m = 39 kg
 - Berat sendiri balok : 29,6 kg/m x 1.2 m = 35,52 kg
= 114,36 kg
 - Aksesoris 10 % = 11,436kg**Berat Total= 125,79 kg**
- **Puncak(P11)**
 Karena terletak di ujung balok maka menerima beban setengah jarak gording (0,5 x 1,2 = 0,6 m).
 - Beban gording: 6,13 kg/m² . 6,5 m= 39,84kg
 - Beban atap : 1,2 m . 5 kg/m² . 6,5 m = 39 kg
 - Berat sendiri balok : 29,6 kg/m x 1.2 m = 35,52 kg
= 114,36 kg
 - Aksesoris 10 % = 11,436kg**Berat Total= 125,79 kg**

Tabel 2 Rekapitulasi beban kuda-kuda

Perletakan beban	Jumlah bebannya	Jumlah Perletakan Beban	Jumlah total beban
Tepi	84,81 kg	1	84,81 kg
Tengah	125,79 kg	9	1132,11 kg
Puncak	125,79 kg	1	125,79 kg
Jumlah beban mati total			1342,71 kg

Maka didapat rumus, beban terbagi rata untuk beban mati yaitu :

wahana Teknik

Jurnal keilmuan dan Terapan Teknik

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

$$q = \frac{(1342,71)}{\frac{1}{2}20} \cdot \cos 5$$

$$= \frac{1342,71}{10} \cdot \cos 5$$

$$= 133,76 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup

Menurut PPIG 1983 pasal 3.2, Beban terpusat berasal dari beban pekerja dan peralatannya minimum 100 kg. Sedangkan jumlah gording (n) pada kuda-kuda = 18 .Maka didapat rumus, beban terbagi rata untuk beban hidup yaitu :

$$q = \frac{P}{n} = 100 / 18 = 5,55 \text{ kg/m}$$

$$q = q \times \cos 5$$

$$q = 5,55 \times \cos 5 = 5,52 \text{ kg/m}$$

Perhitungan Kolom

Data-data profi kolom baja
 WF 300 x 150 x 6,5 x 9
 A = 46,78cm², b = 30 cm
 Q = 36,7 kg/m, h = 15 cm
 Ix = 7,21 cm⁴, ts = 0,9 cm
 Iy = 508 cm⁴, tb = 0,65 cm
 Wx = 481 cm³, L = 0,25 m
 Wy = 67,7 cm³
 ix = 12,4 cm
 iy = 3,29 cm

Tabel 3 Analisa kolom

No	Tumpuan	Beban
1	Momen	11008 kg.cm
2	Gaya Lintang	4403 kg
3	Gaya Normal	4255 kg

Momen max (M) = 11008 kg.cm
 Gaya geser (D) = 4403 kg
 Gaya aksial (N) = 4255 kg

a. Kontrol geser

Kontrol geser di cari dengan persamaan :

$$Sx = b \times t_s \left(\frac{h-t_s}{2}\right) + \left(\frac{h-t_b}{2}\right) \left(\frac{h}{4}\right) = 30 \times 0,9 \left(\frac{15-0,9}{2}\right) + \left(\frac{15-0,65}{2}\right) \left(\frac{15}{4}\right) = 217,25 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma \tau = 0,58 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 = 928 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{D \cdot Sx}{t_b \cdot l_x} = \frac{4403 \times 217,25}{0,65 \times 7210 \text{ cm}^4} = 204,11 \text{ kg cm}^2 < 928 \text{ kg/cm}^2 \text{..OK}$$

b. Kontrol tegangan

Kontrol tegangan batang dicari dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A} + \frac{M_{max}}{W_x} \\ &= \frac{4401}{46,78} + \frac{11008}{481} \\ &= 116,96 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 116,96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} 1600 < \text{kg.cm}^2 \text{..OK} \end{aligned}$$

c. Kontrol tekuk kolom

Kelangsingan batang tunggal dicari dengan persamaan :

$$L_k = 0,65 \cdot L = 0,65 \times 0,25 = 0,1625 \text{ m} = 16,25 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{L_k}{i_x} = \frac{16,25}{12,4} \\ &= 1,310 \dots \dots \omega \text{ didapat} \\ &= 1,000 \text{ (PPBBI hal 12)} \end{aligned}$$

(PPBBI 1984 pasal 1 hal : 9)

$$\begin{aligned} &= \omega \frac{N}{A} < \bar{\sigma} \\ &= 1,000 \cdot \frac{4401}{46,78} < 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$94,078 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{..OK}$$

d. Kontrol tegangan akibat faktor tekuk, gaya aksial, dan momen

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\omega \cdot N}{A} + \frac{M_{max}}{W_x} \\ &= \frac{1,000 \cdot 4401}{46,78} + \frac{11008}{481} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 116,96 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 116,96 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{..OK} \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan Analisa perencanaan bangunan gudang project PT. Bogatama marinus makassar ini maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa perhitungan struktur gording C125x50x20x3,2 diperoleh beban mati sebesar 12,21 kg/m², beban hidup air hujan sebesar 43,03 kg/m², dan beban angin tekan sebesar -12 kg/m², angin hisap sebesar -16 kg/m².
2. Dari hasil analisa perhitungan trestang beban yang di terima sebesar 150 kg dan diperoleh besar diameter trestang adalah Ø16 mm.
3. Dari hasil analisa perhitungan kuda-kuda rafter WF 250x125x6x9 diperoleh beban mati sebesar 133,76 kg/m, beban hidup sebesar 5,52 kg/m, beban angin sebesar 99,6 kg/m, kombinasi beban tetap sebesar 139,28 kg/m, dan kombinasi beban sementara sebesar 238,88 kg/m.
4. Dari hasil analisa perhitungan kolom WF 300x150x6x9 diperoleh momen max 11008 kg.cm, gaya geser 4403 kg, gaya aksial 4255 kg menggunakan tegangan izin <1600 kg/m.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapat oleh penulis maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan analisa struktur gording hendaknya mengacu pada standar peraturan pembebanan, agar memperoleh hasil perhitungan yang tepat.
2. Dalam melakukan analisa struktur trestang harus diperhitungkan dengan baik, agar dapat diketahui besaran diameter trestang.
3. Dalam melakukan analisa struktur kuda-kuda (rafter) harus diperhitungkan dengan teliti, sehingga diperoleh nilai momen dan beban yang sesuai.
4. Dalam melakukan analisa perhitungan kolom harus sesuai dengan standar peraturan pembebanan yang ada di indonesia, agar di peroleh hasil maksimal mengingat kolom merupakan elemen yang penting dalam struktur bangunan baja.

Istimawan Dipohusodo, “*Struktur Beton Bertulang*” Hal. 292

Rudi Gunawan dengan petunjuk. Moeisco, Desember 1988, “*Tabel Profil Kostruksi Baja*”, Yogyakarta, Penerbit Kansius.

Lilik Setiawan, “Struktur konstruksi 1” dari buku struktur konstruksi 1 Madya94.2013., “*Pengertian*

bangunan” melalui :
<http://madya94.blogspot.co.id/2013/02/pengertian-bangunan-dll-mengenai.html> diakses pada Februari 2013

Sabenatamsis.2015., “*Konstruksi dan struktur bangunan*” melalui :
<http://sabenatamsis.blogspot.co.id/2015/03/konstruksi-dan-struktur-bangunan.html>di akses pada Maret 2015

Sudarmoko.1996., “*Definisi kolom*” melalui:
<http://sabenatamsis.blogspot.co.id/2015/03/konstruksi-dan-struktur-bangunan.html>

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, “*Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-17292002)*”, Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 2008
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, “*Tata cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*”, SNI 03-1729-2002, Yayasan LPMB, Bandung.