

**PERENCANAAN GUDANG PABRIK BRONJONG
ROMOKALISARI SURABAYA
JLN. BUMI MASPION SELATAN NO.37**

Irawan Agustiar, Mohammad Khoirul Anam
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gresik

ABSTRAKSI

Struktur baja (*steel structure*) adalah material yang banyak digunakan dalam bangunan industri khususnya bangunan dengan fungsi sebagai refinery dan fraksinasi. Namun, dibutuhkan perencanaan yang optimum agar kinerja dari bangunan tersebut dapat memenuhi standart keamanan dan kenyamanan.

Penelitian ini menggunakan struktur baja sebagai rangka utama. Beban mati dihitung berdasarkan berat jenis, beban hidup dan angin dihitung berdasarkan peraturan pembebanan indonesia untuk gedung 1983, sedangkan struktur baja sendiri dihitung berdasarkan tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung 2002 departemen pekerjaan umum. Sedangkan untuk perhitungannya menggunakan program excel dan staad proo.

Hasil dari perencanaan adalah konstruksi atap dengan panjang bentang 8 m, lebar total 8,41 m, tinggi kolom 4 m, untuk profil gording yang digunakan menggunakan baja kanal c 200x75x20x3,2, untuk trekstang digunakan tulangan dengan \square 6 mm, untuk ikatan angin digunakan tulangan dengan \square 5 mm, profil kuda-kuda menggunakan baja IWF 350x250x9x14, dan profil kolom menggunakan baja IWF 350x250x9x14. Dari hasil perhitungan gaya-gaya pada konstruksi tersebut sudah memenuhi syarat pada pedoman Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (1984).

Kata kunci : Konstruksi, Baja, Gording, Rafter, Kolom.

PENDAHULUAN

Semakin banyaknya persaingan industri pengolahan kayu memaksa pengusaha untuk lebih meningkatkan produksinya, seiring peningkatan produksi pengusaha pun tidak hanya membuat gudang sebagai tempat memproduksi tetapi pengusaha juga membuat gudang untuk penempatan hasil produksi sementara, menampung hasil produksi untuk kebutuhan konsumen lokal maupun ekspor, sehingga industri mampu bersaing di kancah perindustrian, dan dapat memberikan pelayanan yang tepat, cepat sesuai permintaan pelanggan.

Kayu merupakan sumber daya alam yang banyak dibutuhkan oleh manusia, mulai dari pembuatan rumah yang masih banyak memakai kayu untuk pembuatan pintu, kusen, kuda-kuda rumah, reng atap. Banyak juga perabotan rumah yang memakai bahan kayu seperti bangku, meja, lemari dan lain-lain. Masih banyaknya kebutuhan kayu inilah yang mendorong pengusaha kayu memajukan produksinya.

Di era baru ini kebutuhan kayu tidak hanya untuk kebutuhan dalam negeri saja, melainkan kebutuhan kayu saat ini sudah berkembang sampai ke luar negeri, kebanyakan kayu dibutuhkan untuk *furniture* meja, kursi, pintu lemari dan lain-lain. Yang membutuhkan kayu kualitas baik dan diproses lagi di pabrik molding sehingga kayu terlihat halus dan mengkilap.

Indonesia merupakan salah satu penghasil kayu terbanyak di dunia, karena lebih dari 90% wilayah Indonesia adalah hutan yang memiliki sumber daya alam berupa kayu.

Peneliti bermaksud merencanakan gudang yang dapat memberikan rasa aman nyaman dan ekonomis dalam pembuatan serta pemeliharanya, perencanaan memakai struktur baja pada kolom dan aluminium pada atapnya, pondasi juga merupakan bagian pembahasan yang sering kali dirasakan keberhasilan dan kegagalanya.

Macam gudang menurut bahan rangka terbagi menjadi gudang rangka kayu dan gudang rangka baja, dahulu gudang rangka kayu sering dipakai baik di perusahaan kayu daerah perkotaan maupun perusahaan kayu daerah pedesaan karena mudahnya mendapatkan bahan kayu sebagai rangka gudang, sering kali membuat pengusaha memilih pembangunan kayu, kayu balok ukuran 8 cm x 20 cm, 10 cm x 20 cm, dengan panjang 4 meter sampai 5 meter sering dipakai sebagai kolom gudang kayu. dengan gording kayu ukuran 8 cm x 12 cm atau 8 cm x 15 cm atap terbuat dari seng.

Bahan pembuatan gudang kayu terkadang memakai kayu jenis meranti, keruing, kamper, ulin dan banyak jenis kayu lain yang sering dipakai sebagai bahan pembuatan gudang kayu, pemakaian kayu sebagai gudang sering kali banyak memiliki kekurangan seperti, umur

kayu semakin tua semakin menurun sehingga kayu menjadi rapuh, kendala lain biasanya rayap memakan kolom kayu, hal ini dapat membahayakan pekerja yang berada di area gudang tersebut. Belum lagi pemakaian atap seng sering keropos sehingga pada saat hujan, mesin dibawahnya sering kali terbanjiri air yang mengakibatkan rusaknya mesin.

Pekembangan saat ini pengusaha mulai memakai struktur baja sebagai rangka gudang yang dinilai ekonomis dalam pembuatannya, serta memiliki banyak kelebihan seperti sifat baja yang tahan lama untuk rangka gudang, gudang baja memiliki bagian-bagian meliputi: atap, gording, kuda-kuda, kolom, sambungan dan pondasi.

Penggunaan atap aluminium gelombang belakangan ini menjadi sering dipakai di gudang-gudang pabrik, dengan kemiringan 15° atap aluminium ini bisa tahan terhadap tekanan angin dan bisa meneruskan air hujan dengan baik. Atap aluminium ini juga memiliki kelebihan tahan akan cuaca panas maupun hujan sehingga kecil kemungkinan terjadi karat yang mengakibatkan keropos.

Bagian lain pada gudang struktur baja adalah gording, Gording yang dahulu biasa memakai kayu ukuran 8 cm x 12 cm atau 8 cm x 15 cm kini telah tersedia rangka baja WF dari pabrikan baja, memiliki kelebihan berat ringan, kuat dan tahan terhadap tekanan dari beban diatasnya. begitu pula dengan kuda-kuda (*rafter*) yang

dulu memakai kayu sekarang bisa pakai rangka baja WF. Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan penelitian terkait perencanaan gording gudang, perencanaan kuda-kuda (*rafter*) gudang, perencanaan kolom gudang, dan perencanaan pondasi gudang Pabrik Bronjong Romokalisari Surabaya sesuai dengan regulasi yang berlaku di Indonesia.

KAJIAN PUSTAKA

Ulya, Tamit (2010) dalam penelitiannya mengemukakan tentang komponen non struktural dan struktur utama dalam pembangunan gedung kuliah, dimana:

Komponen Non Sruktural, meliputi struktur atap, terbuat dari konstruksi baja profil siku dengan sambungan baut sehingga dapat mencapi bentang yang panjang, penutup menggunakan genting. Plat lantai direncanakan sistem plat dua arah dengan ketebalan 12 cm tipikal untkseluruh tingkat. Tangga menggunakan perhitungan tangga dengan balok bordes.

Struktur utama portal didesain dengan menggunakan beton dengan $f_c' = 25$ Mpa dan mutu baja $f_y = 240$ Mpa.

Adapun ukuran struktur yang digunakan :

- Balok Induk I = 30 X 50 cm²
- Balok Induk II = 25 X 40 cm²
- Kolom I = 40 X 60 cm²
- Kolom II = 40 X 40 cm²
- Sloof I = 25 X 40 cm²
- Sloof II = 25 X 30 cm²

- Struktur Bawah = Pondasi Tiang Pancang

Sedangkan Ikhwaluddin, Wahyuli (2015) dalam penelitiannya mengenai perencanaan gedung BLK Kabupaten Gresik menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

- Pada perencanaan gedung BLK Gresik ini direncanakan sesuai dengan Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI) tahun 1984 dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) tahun 1983.
- Pembebanan yang digunakan pada kuda-kuda adalah beban mati sebesar 651,68 kg/m, beban hidup sebesar 8,24 kg, beban angin sebesar 36,25 kg.
- Baja untuk gording menggunakan baja kanal C 150x75x20x4,5 dan Kuda-kuda dan kolom menggunakan baja WF 150x150x7x10.
- Trekstang menggunakan tulangan \varnothing 12mm dan ikatang angin menggunakan tulangan \varnothing 12mm.
- Baja yang digunakan adalah baja dengan kualitas BJ-37.
- Dari perhitungan struktur menggunakan alat bantu software STAAD Pro 2004.

Penelitian tentang Perencanaan Konstruksi Baja Bangunan Gedung yang diteliti Zakaria, Riza (2013) menghasilkan suatu kesimpulan bahwa:

- Baja merupakan bahan yang mempunyai sifat struktur yang sangat baik, terlebih untuk bangunan gudang karena kebutuhan jarak antar kolom yang jauh sedangkan atap biasanya merupakan atap metal yang ringan.
- Profil baja yang digunakan dalam perencanaan ini adalah baja I WF 300.200.8.12 untuk struktur balok dan kolom, sedangkan untuk gording digunakan profil baja Light Lip Channel C 150.75.20.4,5.
- Dengan kondisi tanah setempat yang keadaan tanahnya tidak keras dan daya dukungnya cukup baik, maka pondasi telapak atau foot plate yang digunakan. Dengan kedalaman pondasi 3,0 meter lebar pondasi 2,3 x 2,8 meter, tebal pondasi 0,6 meter, dan lebar kolom 0,40 x 0,35 meter.
- Ketelitian dari cara dan data perencanaan akan sangat berpengaruh pada tingkat kekuatan struktur.

Materi Pembuatan

1. Konstruksi Penutup Atap

Konstruksi atap adalah bagian paling atas dari suatu bangunan, permasalahan konstruksi atap tergantung pada luasnya rungan yang harus dilindungi, bentuk dan konstruksi yang dipilih, dan lapisan penutupnya.

Pengaruh lingkungan luar terhadap atap menentukan pilihan

penyelesaian yang baik terhadap suhu (sinar matahari), cuaca (air hujan dan kelembaban udara), serta keamanan terhadap kebakaran (petir dan bunga api) sehingga atap harus memenuhi kebutuhan terhadap keamanan dan kenyamanan.

a. Genteng

- Kemiringan atap : $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$
- $\alpha \geq 60^\circ$: dipakai genteng khusus, dipaku pada reng
- $\alpha \leq 30^\circ$: dipakai genteng dengan presisi tinggi, dan diberi lapisan *aluminium foil* di bawah reng.
- Usuk dan reng harus mampu memikul beban hidup merata q dan terpusat p .

b. Sirap

Dilengkapi dengan usuk dan reng yang harus mampu memikul beban hidup merata q terpusat p . Dapat dipakai pada sudut α besar. Bila $\alpha < 30^\circ$: tumpukan sirap diperbanyak dan diberi lapisan *aluminium foil*.

c. Seng gelombang, asbes gelombang dan aluminium gelombang dipakai pada bangunan industri, kemiringan atap lebih bebas ; $5^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ semakin kecil α , *overlap* semakin besar *overlap* :

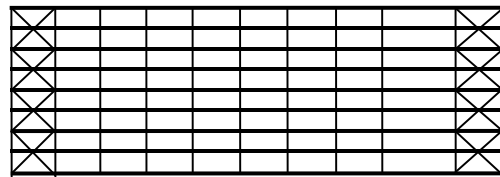
- pada arah mengalir air
- pada // arah mengalir air, penulis pada penelitian ini menggunakan aluminium gelombang.

Tabel 1 Over Lap Atap Gelombang

Sudut	Arah memanjang	Arah melintang
10-20°	20 cm	2,5 gelombang
20-40°	15 cm	1,5-2,5 gelombang
45°	10 cm	1,5 gelombang

Sumber : www.kemiringan.atap.gelombang

2. Gording



Gambar 1 Tampak Atas Gording

Untuk bentangan yang tak begitu lebar dan tergantung pada beratnya konstruksi, untuk gording biasa dipakai I,[,C. Sedangkan untuk yang bentang besar biasa dipakai gording dari rangka batang. Pada umumnya pemakaian gording INP lebih ringan bila dibandingkan dengan gording CNP, Gording dapat diperhitungkan terhadap beban-beban:

- Muatan berat sendiri gording dan penutup atap
- Tekanan angin
- Beban satu orang ditempatkan pada suatu titik yang menentukan, sebesar 100 kg
- Beban hidup sesuai dengan peraturan muatan $q = (40-0,8 \alpha) \text{ kg/m}^2 \leq 20 \text{ kg/m}^2$ dan hanya untuk $\alpha \leq 50^\circ$.

Bila gording tak berdiri vertikal, maka beban yang vertikal diuraikan kearah sumbu-sumbu gording menjadi $q \cos$ dan $q \sin \sigma$ bila atap

membuat sudut σ dengan bidang horizontal. Perlu diperhatikan bahwa beban-beban tersebut di atas bekerja menurut kombinasi pembebanan. Ketentuan mengenai pembebanan:

- a. Struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan-pembebanan oleh:
 - Beban mati, dinyatakan dengan lambang M
 - Beban hidup, dinyatakan dengan lambang H
 - Beban angin, dinyatakan dengan lambang A
 - Beban gempa, dinyatakan dengan lambang G
 - Beban khusus, dinyatakan dengan lambang K
- b. Kombinasi pembebanan yang harus ditinjau adalah sebagai berikut :
 - Pembebanan tetap : $m+H$
 - Pembebanan sementara:
 $M+H+A, M + H + G$
 - Pembebanan khusus :
 $M+H+A+M+H+A+K,$
 $M+H+G+K$
- c. Apabila beban hidup, baik yang membebani gedung atau bagian gedung secara penuh maupun sebagian, secara tersendiri atau dalam kombinasi dengan beban-beban lain, memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi struktur atau unsur struktur gedung itu, maka pembebanan atau kombinasi pembebanan tersebut tidak boleh ditinjau

dalam perencanaan stuktur atau unsur struktur tersebut.

- d. Untuk keadaan-keadaan tertentu beban mati, beban hidup dan beban angin dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi. Pengurangan beban-beban tersebut harus dilakukan apabila hal itu menghasilkan keadaan yang lebih berbahaya untuk struktur atau unsur struktur yang ditinjau.

3. Ikatan Angin

Untuk menjaga kestabilan rangka batang kuda-kuda akibat tiupan angin diberikan ikatan angin. Pada konstruksi rangka atap, ikatan angin bersama-sama dengan gording dan rangka itu sendiri membentuk suatu rangka batang.

Karena ikatan ini diperlukan untuk menjamin kestabilan kuda-kuda dalam arah memanjang gudang, maka cukup hanya diberi pada daerah ujung gudang saja. Mengenai apakah ditempatkan lapangan kesatu atau kedua, tergantung pada dapat tidaknya dibentuk suatu rangka batang ikatan angin pada lapangan pertama. Untuk memeperhitungkan rangka ini karena beban angin dikerjakan sebagai berikut: Beban-beban W_1 s/d W_n dihitung dan dikerjakan pada masing-masing titik. Dengan beban tersebut dicari gaya-gaya batangnya, kemudian dicari profil-profil yang sesuai.

Sering untuk ikatan angin ini dipakai batang-batang lemas, sehingga batang-batang tersebut

dianggap sama sekali tak dapat menerima beban tekan.

Yang perlu kita diperhatikan bahwa :

- Apakah gording-gording yang ada dapat menerima beban tambahan ini? Jika tidak kuat, tentu saja harus diberi batang khusus atau gordingnya diperbesar.
- Akibat sistim ini juga batang atas dari rangka kuda-kuda mendapat beban tambahan, dengan demikian dalam mendimensi batang tersebut juga harus kuat memikul beban angin ini.
- Beban angin dari kuda-kuda ini harus diteruskan kepondasi, ini dapat dilaksanakan dengan meneruskan ikatan angin tersebut pada bidang dinding samapai ke pondasi. Disamping ikatan angin pada tiap selang 2 @ 3 lapangan harus juga diberikan ikatan montage.

Dengan adanya ikatan angin dan *montage* ini maka panjang tekuk dari pada batang tepi atas kuda-kuda dapat diambil jarak antara dua gording (untuk tekuk dalam bidang atap).

4. Dinding

Dinding merupakan salah satu element bangunan yang berfungsi memisahkan/membentuk ruang. Ditinjau dari segi struktur dan konstruksi, dinding ada yang berupa dinding partisi/pengisi (tidak menahan beban) dan ada yang berupa dinding structural (*bearing wall*). Dinding pengisi/partisi yang sifatnya non structural harus di perkuat dengan rangka (untuk kayu) dan

kolom praktis-sloof-ringbalk (untuk bata). Dinding dapat dibuat dari bermacam-macam material sesuai kebutuhannya, antara lain :

- Dinding Bata

Dinding bata merah terbuat dari tanah liat/lempung yang dibakar. Untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan yang aman maka pengolahannya harus memenuhi standart peraturan bahan bangunan indonesia NI-3 dan NI-10 (peraturan bata merah).

Dinding dari pasangan bata dapat dibuat dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ batu (*non structural*) dan min. 1 batu (*structural*). Dinding pengisi dari pasanganbata $\frac{1}{2}$ batu harus diperkuat dengan kolom praktis,sloof/rollag, dan ringbalk yang berfungsi untuk mengikat pasangan bata dan menahan/menyalurkan beban structural pada bangunan agar tidak mengenai pasangan dinding bata tsb. Pengerjaan dinding pasangan bata dan plesteranya harus sesuai dengan syarat-syarat yang ada, baik dari campuran plesteranya maupun teknik pengerjaanya.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Bronjong Jln. Bumi Maspion Selatan No.37 Romokalisari Surabaya pergudangan BUMI MASPION, romo kalisari surabaya. Pada tanggal 10 januari 2017 – 10 maret 2017.

Data Teknis

Dalam penyusunan proposal penelitian ini, dikumpulkan data-data yang mewakili penjelasan mengenai gambaran gudang. Data struktur gudang yang direncanakan sebagai berikut :

- Jenis rangka : a). Gording (BJ 37)
 b). Rafter (BJ 37)
 c). Kolom (BJ 37)
- Penutup atap : Aluminium gelombang
- Beban angin : Untuk 40 kg/m²
- Tinggi H : 5 meter
- Lebar L : 46 meter
- Sudut atap : 18^o
- Jarak kuda-ku : 6 meter
- Tegangan ijin σ : 3700 kg/m²
- Tegangan tanah : sedang (daya dukung yang di ijin kan 2-5) kg/m²
- Dinding : tembok batu bata

Diagram Alur Penelitian

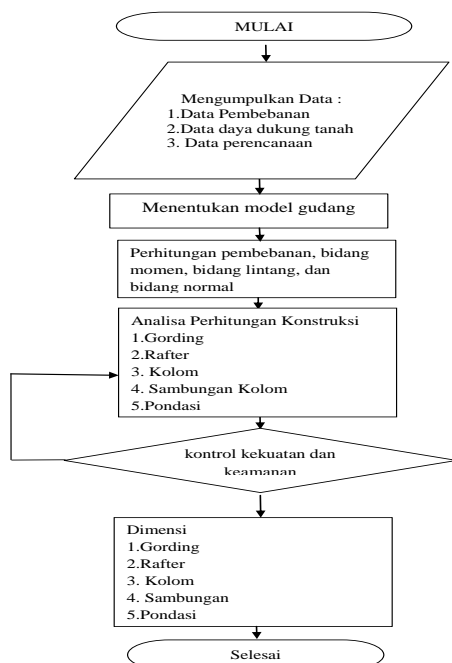


Diagram 1 Alur Penelitian

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Struktur gording

Penjelasan cara analisa struktur memakai program excel dan staad pro 2004

- Mutu baja
 $f_y = 240 \text{ MPa}$
 $f_u = 370 \text{ MPa}$
- Jarak kuda-kuda = 8 m
- Bentang kuda-kuda = 23 m
- Jarak antar gording (*horizontal*) = 1,427 m
- Kemiringan atap = 18^o
- Berat penutup atap = 0,150044 kN/m²
- Beban orang = 1 kN/m²
- Beban air hujan = 0,300087 kN/m²
- Beban angin = 0,4 kN/m²

Perhitungan Gording

- Beban mati
 $\text{Profil} = C200 \times 75 \times 20 \times 3,2 = 0,093 \text{ kN/m}$ (data profil)
 $\text{berat penutup atap} = 0,15 \text{ kN/m}$
 $\text{Total} = 0,093 + 0,15 = 0,243 \text{ kN/m}$
- Beban hidup
 $\text{Beban air hujan} = 0,300087 \text{ kN/m}$
 $\text{Beban pekerja} = 1 \text{ kN/m}$
- Beban angin
 $\text{angin tekan} = \frac{1,427}{\cos 18^\circ \times 0,1 \times 0,4} = 0,060017 \text{ kN/m}$
 $\text{angin hisap} = \frac{1,427}{\cos 18^\circ \times 0,4 \times 0,4} = -0,24007 \text{ kN/m}$

Analisis pembebanan

1. Akibat beban mati

- $M1 = 0,07 \times qd \times l^2 = 0,07 \times 0,243 \times 8^2 = 1,0888356 \text{ kNm}$
- $M2 = 0,125 \times qd \times l^2 = 0,125 \times 0,243 \times 8^2 = 1,9443493 \text{ kNm}$
- $V1 = 0,375 \times qd \times l = 0,375 \times 0,243 \times 8 = 0,729131 \text{ kN}$
- $V2 = 0,625 \times qd \times l = 0,625 \times 0,243 \times 8 = 1,2152183 \text{ kN}$

2. Akibat beban hidup

- Air hujan
 $M1 = 0,07 \times qah \times l^2 = 0,07 \times 0,300087 \times 8^2 = 1,3443912 \text{ kNm}$
 $M2 = 0,125 \times qah \times l^2 = 0,125 \times 0,300087 \times 8^2 = 2,4006986 \text{ kNm}$
 $V1 = 0,375 \times qah \times l = 0,375 \times 0,300087 \times 8 = 0,900262 \text{ kNm}$
 $V2 = 0,625 \times qah \times l = 0,625 \times 0,300087 \times 8 = 1,5004366 \text{ kN}$
- Beban orang
 $M1 = 0,098 \times 1 \times \cos 18 \times 8 = 0,7456283 \text{ kNm}$
 $M2 = 0,375 \times 1 \times \cos 18 \times 8 = 2,8531695 \text{ kNm}$
 $V1 = 0,31 \times 1 \times \cos 18 = 0,2948275 \text{ kN}$
 $V2 = 0,69 \times 1 \times \cos 18 = 0,656229 \text{ kN}$

3. Akibat beban angin

- Angin tekan
 $M1 = 0,07 \times 0,060017 \times 8^2 = 0,2688782 \text{ kNm}$
 $M2 = 0,125 \times 0,060017 \times 8^2 = 0,4801397 \text{ kNm}$

$$V1 = 0,375 \times 0,060017 \times 8 = 0,1800524 \text{ kN}$$

$$V2 = 0,625 \times 0,060017 \times 8 = 0,3000873 \text{ kNm}$$

- Angin hisap
 $M1 = 0,07 \times (-0,24007) \times 8^2 = 1,075513 \text{ kNm}$
 $M2 = 0,125 \times (-0,24007) \times 8^2 = 1,9205588 \text{ kNm}$
 $V1 = 0,375 \times (-0,24007) \times 8 = 0,7202096 \text{ kN}$
 $V2 = 0,625 \times (-0,24007) \times 8 = 1,2003493 \text{ kN}$

Tabel 2 Momen

Beban	Momen	Mx	My
Beban mati (DL)	1,944	1,849	0,610
Beban hidup (LL)	2,853	2,714	0,882
Beban hujan (Qah)	2,401	2,283	0,742
Beban angin (Qw)	1,921	1,827	0,593

Tabel 3 Gaya Lintang

Beban	V	Vx	Vy
Beban mati (DL)	1,215	1,156	0,376
Beban hidup (LL)	0,656	0,624	0,203
Beban hujan (Qah)	1,500	1,427	0,464
Beban angin (Qw)	1,200	1,142	0,371

Tabel 4 Kombinasi Pembebanan

Kombina si	M x	My	Vx	Vy
1,4DL	2, 58 9	0,8 411 72	1,61 8037 79	0,525 7323 48
1,2DL+1, 6LL+0,5 Qah	7, 70 2	2,5 026 17	3,09 8966 92	1,006 9153 89
1,2DL+1, 6LL+0,8 Qw	8, 02 2	2,6 064 77	3,29 8746 92	1,071 8278 46
1,2DI+1, 3Qw+0,5 Qah	5, 73 5	1,8 634 64	3,58 4469 54	1,164 6647 53
0,9DL+1, 3Qw	4, 03 9	1,3 122 84	2,52 4247 15	0,820 1776 18
Beban terbesar	8, 02	2,6 1	3,58	1,16

Profil Gording C200 x 75 x 20 x 3,2

$$A = 11,81 \text{ cm}^2 \quad E = 200000 \text{ MPa}$$

$$w = 9,27 \text{ kg/m} \quad G = 80000 \text{ MPa}$$

$$S_x = 72,1 \text{ cm}^3 \quad f_r = 70 \text{ MPa}$$

$$S_y = 16,8 \text{ cm}^3 \quad H = 200 \text{ mm}$$

$$I_x = 721 \text{ cm}^4 \quad B = 75 \text{ mm}$$

$$I_y = 87,5 \text{ cm}^4 \quad t_w = 3,2 \text{ mm}$$

$$r_x = 7,77 \text{ cm} \quad C = 20 \text{ mm}$$

$$r_y = 2,71 \text{ cm} \quad t_f = 3,2 \text{ mm}$$

$$Z_x = (B \times t_f) (H - t_f) + t_w (0,5H - t_f) (0,5H - t_f)$$

$$Z_x = (75 \times 3,2) (200 - 3,2) + 3,2 (0,5 \times 200 - 3,2) (0,5 \times 200 - 3,2)$$

$$Z_x = 77216,768 \text{ mm}^3 = 77,22 \text{ cm}^3$$

Tinjauan terhadap tekuk lokal pelat sayap

$$\lambda = B/t = 75/3,2 = 23,4375$$

$$\lambda_p = 170/\sqrt{f_y} = 170/\sqrt{240} = 10,973453$$

$$\lambda_r = 370/\sqrt{f_y - f_r} = 370/\sqrt{240 - 70} = 28,377705$$

Profil termasuk penampang tidak kompak

$$M_p = Z_x \times f_y = 77,22 \text{ cm}^3/1000 \times 240 = 18,532 \text{ kNm}$$

$$M_r = S_x(f_y - f_r) = 72,1 (240 - 70)/1000 = 12,257 \text{ kNm}$$

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \left[\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda} \right] = 18,532 - (18,532 - 12,257) \left[\frac{23,43785 - 10,973453}{28,377705 - 10,973453} \right]$$

$$M_n = 14,038 \text{ kNm}$$

Tinjauan terhadap tekuk lokal pelat badan

$$\lambda = H/t_w = 200/3,2 = 62,5$$

$$\lambda_p = 1680/\sqrt{f_y} = 1680/\sqrt{240} = 108,44353$$

$$\lambda_r = 2550/\sqrt{f_y} = 2550/\sqrt{240} = 164,60179$$

Profil termasuk penampang sayap kompak

$$M_n = M_p = Z_x(f_y) = 77,22/1000(240) = 18,532 \text{ kNm}$$

Tinjauan Terhadap Tekuk Lateral

Lb (jarak antara pengaku/sokongan lateral) = 2000 mm

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{E/f_y} = 1,76(2,71) \sqrt{(200.000/240)} = 1377 \text{ mm}$$

$$f_l = f_y - f_r = 240 - 70 = 170 \text{ MPa}$$

$$J \sum bt^3/3 = (75 \times 3,2^3 \times 3) + (3,2 \times 200^3) +$$

$$(3,2(20 - 3,2)^3/3) = 8537 \text{ mm}^4$$

$$X_1 = (\pi/S_x) \sqrt{E \cdot G \cdot J \cdot A/2}$$

$$X_1 = (3,14/72,1 \times 1000) \sqrt{200.000 \times 80.000 \times}$$

$$8.537 \times 11,81/2 = 12368 \text{ Nmm}$$

$$I_w = (I_y/4)(H/t)^2 = 8198960000$$

$$\text{mm}^6$$

$$X2 = 4 [Zx/GJ]^2 [Ix/Iy]$$

$$= 4[77,22 \times 10^3 / 80.000 \times 8537]^2 [8198960000 \times 875000]$$

$$X2 = 0,0004792 \text{ N/mm}^2$$

$$Lr = r_y \left[\frac{x^2}{f_l} \right] \sqrt{\left(1 + \sqrt{1 + x^2 x f l^2} \right)}$$

$$= 4344 \text{ mm}$$

$L_p < L < L_r$, penampang termasuk bentang menengah

$$M_n = C_b (M_p - (M_p - M_r) \left[\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right]) = 19,85 \text{ kNm}$$

$M_n = 14,038$ diambil M_n yang paling kecil

Kombinasi Antara Geser dan Lentur

$$K_n = 5 + 5/(a/h^2)^2 = 5$$

$$H/t_w = (200 - 2 \times 3,2)/3,2 = 60,5$$

batas-batas

$$= 1,10 \sqrt{(k_n \cdot E / f_y)} = 71,00469$$

$$= 1,37 \sqrt{(k_n \cdot E / f_y)} = 88,43312$$

Kuat geser badan tanpa adanya pengaku

$$A_w = H \cdot t_w = (200 - 2 \times 3,2) \cdot 3,2 = 619,52 \text{ mm}^2$$

$$V_n = 0,6 f_y A_w = 0,6(240)(619,52) = 89,21 \text{ kN}$$

$$V_u = 3,58 \text{ kN}$$

syarat

$$\frac{M_u}{(0,9 M_n)} + \frac{5x}{8} < 1,375$$

$$0,668412 < 1,375 \dots \text{OK}$$

Kontrol Lentutan

$$Q_{dx} = 0,243 \times \sin 18^\circ = 0,0751046 \text{ kN/m}$$

$$P_x = 1,00 \times \sin 18^\circ = 0,309017 \text{ kN/m}$$

$$\delta_x = \left[\frac{5 \times q_{dx} \times L^4}{384 \times E \times I_y} \right] \left[\frac{P_x \times L^3}{48 \times E \times I_y} \right] = 22,907863 \text{ mm}$$

$$Q_{dy} = 0,243 \times \cos 18^\circ = 0,2311483 \text{ kN/m}$$

$$P_y = 1,00 \times \cos 18^\circ = 0,9510565 \text{ kN/m}$$

$$\delta_y = \left[\frac{5 \times q_{dy} \times L^4}{384 \times E \times I_x} \right] \left[\frac{P_y \times L^3}{48 \times E \times I_x} \right] = 8,5562078 \text{ mm}$$

Syarat :

$$\delta < L/240$$

$24,45 \text{ mm} < 33,33 \text{ mm} \dots \text{OK}$
(profil *channel* 200 x 75 x 20 x 3,2 memenuhi persyaratan)

Perhitungan Trackstang

$$P_{\text{total}} (x) = 0,91 \text{ kN/m}$$

$$P = P_{\text{total}} / 2 = (q_l \cdot L) + P_x = 2,88 \text{ kN}$$

$$\sigma = P / F_n \leq \sigma = 160 \text{ MPa}$$

Syarat $\delta < \sigma$

maka diambil $\delta = 160 \text{ Mpa}$

$$F_n = P / \sigma = 2,88 \times 1000 / 160 = 17,99 \text{ mm}^2$$

$$F_{br} = 1,25 \% \times F_n = 22,49 \text{ mm}^2$$

$$F_{br} = 1/4 \pi d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{br}}{\pi}} = \sqrt{4 \times 22,49 / 3,14} = 5,35 \text{ mm}$$

diperoleh batang tarik diameter 6 mm

Perhitungan Ikatan Angin

$$\text{tg } \beta = 0,76$$

$$\beta = 37,0797^\circ$$

$$P = 1,51148 \text{ kN}$$

$$N = P / \cos \beta = 1,89456 \text{ kN}$$

$$\sigma = N / F_n = 11,841 \text{ mm}^2$$

$$F_{br} = 14,80 \text{ mm}^2$$

$$F_{br} = 1/4 \pi d^2$$

$$d = 4,34 \text{ mm}$$

diperoleh batang tarik diameter 5 mm

Perhitungan Struktur Rafter

Balok yg direncanakan menggunakan
WF 350x250x9x14

W = 79,7 kg/m $J_x = 21700 \text{ cm}^4$

H = 340 mm $J_y = 3650 \text{ cm}^4$

B = 250 mm $r_x = 14,6 \text{ cm}$

$t_1 = 9 \text{ mm}$ $r_y = 6 \text{ cm}$

$t_2 = 14 \text{ mm}$ $s_x = 1280 \text{ cm}^3$

$r = 20 \text{ mm}$ $s_y = 292 \text{ cm}^3$

$A = 101,5 \text{ cm}^2$

Pembebanan pada balok gable akibat
beban-belan yg dipikul oleh 1
gording dengan bentang 8 meter

Jarak kuda-kuda = 8 m

Bentang kuda-kuda = 23 m

jarak antar gording (horizontal) =
1,427 m

Kemiringan atap = 18°

Berat penutup atap = $0,150044 \text{ kN/m}^2$

Beban orang = 1 kN/m^2

Beban air hujan = $0,300087 \text{ KN/m}^2$

Beban angin = $0,4 \text{ kN/m}^2$

Perhitungan Beban

- Beban (P1) 1/2 jarak gording
berat sendiri penutup atap =
 $0,9005 \text{ kN}$

berat sendiri gording = $0,5580 \text{ kN}$

berat sendiri balok = $0,5979 \text{ kN}$

berat alat penyambung = $0,0598$
KN

Berat total = $2,1162 \text{ kN}$

- Beban (P1) 1/2 jarak gording
berat sendiri penutup atap =
 $1,8010 \text{ kN}$

berat sendiri gording = $0,5580 \text{ kN}$

berat sendiri balok = $1,1958 \text{ kN}$

berat alat penyambung = $0,1196$
KN

Berat total = $3,6745 \text{ kN}$

- Beban merata akibat beban mati

$$Q_{dl} = \frac{8 \times 3,6745 + 4,23}{12}$$

$Q_{dl} = 2,924202318 \text{ kN/m}$

- Beban merata akibat beban hidup

$$P = \left[\frac{1,427}{\cos 18^\circ} \right] \times 0,300087 \times 8$$

$Q_{ll} = 3,132257353 \text{ kN/m}$

- Tekanan angin pada bidang atap
(Q_w)

angin tekan = $0,32 \text{ kN/m}$

angin hisap = $-1,28 \text{ kN/m}$

- Tekanan angin pada bidang
dinding (Q_w)

angin tekan = $2,88 \text{ kN/m}$

angin hisap = $-1,28 \text{ kN/m}$

Mutu Baja

$f_y = 240 \text{ MPa}$

$f_u = 370 \text{ MPa}$

$f_r = 70 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

$G = 80000 \text{ MPa}$

Data Beban dan Geometri Struktur

$M_u = 238.000.000,00 \text{ Nmm}$

$V_u = 70.700,00 \text{ N}$

$N_u = 132.000,00 \text{ N}$

$M_{1x} = 238.000.000,00 \text{ Nmm}$

$M_{2x} = 238.000.000,00 \text{ Nmm}$

$M_a = 49.300.000,00 \text{ Nmm}$

$M_b = 51.500.000,00 \text{ Nmm}$

$M_c = 71.000.000,00 \text{ Nmm}$

$L_x = 12.091,82 \text{ mm}$

$L_y = 4.030,61 \text{ mm}$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Dari perencanaan struktur gudang yang telah diperhitungkan dalam tugas akhir ini, untuk bentang portal gudang 8 x 23 memakai profil gording C 200x75x20x3,2
- Dimensi batang tarik (trackstang) Ø 6 mm
- Dimensi ikatan angin 5 mm
- Direncanakan profil rafter memakai WF 350x250x9x14
- Direncanakan profil kolom memakai WF 350x250x9x14
- Direncanakan untuk sambungan kolom WF 350x250x9x14
- Dimensi baut sambungan puncak 22 mm
- Dimensi baut sambungan rafter bagian tepi 24 mm
- Dimensi base plat 400 x 500 (tebal 19 mm)
- Dimensi pondasi 1400 x 1400 mm
- Tulangan pondasi D12-14

Saran

- Untuk pembaca penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan pengetahuan tentang bagaimana merencanakan gudang dengan baik
- Untuk kontraktor perencanaan gudang, Tugas akhir ini dapat dipakai sebagai acuan dalam merencanakan gudang yang baik

dan ekonomis, Karena telah diperhitungkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Rudy Gunawan, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, 2011, Cetakan ke 20, Yogyakarta
SNI 03 – 1729 - 2002 , *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, 2002. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*
- Dian Ariestadi, *Teknik Struktur Bangunan Jilid II*
Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)
Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Konstruksi Gudang Baja. [online]. Tersedia : htt //www.google.com/Perencanaan Konstruksi Gudang. (Maret 2013).
Nt, Suyono. 2007.
Rangkuman Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung
www.ilmu-sipil.com.