



# ANALISIS STRUKTUR ATAS RANGKA BAJA PADA BANGUNAN INDUSTRI PETERNAKAN UNGGAS

Oleh : Singgih Subagyo<sup>1</sup>, Nurokhman<sup>1</sup>, Indra Suharyanto<sup>1</sup>  
e-mail : singgihsubagyo@gmail.com, nurokhman.jogja@gmail.com  
indrasuharyanto.ir.mt@gmail.com

**Abstrak.** Dalam pembangunan industri peternakan unggas, umumnya struktur bangunan yang digunakan adalah struktur baja. Jarak antar kolom dapat dibuat pada lebar yang cukup besar, hal ini karena kebutuhan jarak antar kolom yang jauh sedangkan atap biasanya merupakan atap metal yang ringan seperti galvalume atau sejenisnya. Material baja juga memiliki kekakuan sekitar 10x lipat dari kekakuan beton sehingga jika digunakan struktur ukurannya bisa lebih kecil dan ringan. Untuk bentang antar kolom yang tidak terlalu panjang misal 10 m, bisa digunakan baja profil biasa, sedangkan jika lebih panjang dapat digunakan castileted, yaitu profil baja misal baja I/WF (wide flange). Pada studi kasus perencanaan bangunan industri PT. Widodo Makmur Unggas umumnya digunakan konstruksi baja gabler dengan bentang 18 m dan penutup atap baja metal. Pemilihan konstruksi diharapkan cepat pelaksanaannya dengan tetap memperhatikan aspek kekuatan dan efisiensi. Tujuan penelitian untuk mengetahui struktur atas rangka baja sebagai model bangunan industri untuk fungsi usaha peternakan unggas dan menganalisis hasil perencanaan struktur atas dengan mempertimbangkan terhadap tegangan-tegangan yang diijinkan.

Dalam perencanaan bangunan industry dengan konstruksi baja perlu dipertimbangkan kombinasi pembebanan yang dominan besar untuk menentukan hasil gaya-gaya batang dalam menentukan dimensi elemen struktur. Pembebanan dengan memperhitungkan kombinasi gaya batang maksimum pada elemen ikatan angin, kolom, pengaku balok, pengaku kolom, dan pelat dasar kolom. Konstruksi baja dengan bentang portal 18 m dipilih rangka atap dicoba profil C 125.50.20.3,2 mm, profil balok baja kran C32, profil kolom baja WF 450.300.11.18 mm. Hasil analisis pemilihan profil perencanaan pembangunan gedung industry telah memenuhi persyaratan dibawah tegangan ijin dalam menahan gaya tarik, gaya tekan dan momen lentur.

**Kata kunci:** bangunan industri, profil baja, tegangan,

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bangunan Industri adalah bangunan yang digunakan untuk kepentingan industri seperti penyimpanan, proses produksi, pengelolaan manajemen industry yang berupa gudang, pabrik, perakitan, pengolahan bahan mentah, peternakan dan sebagainya. Dalam perkembangannya, model konstruksi bangunan industry saat ini maju pesat digunakan untuk rumah sakit, rumah susun, dan ruang public, ruang kuliner yang bertujuan efisiensi waktu dan praktis.

Bangunan industri umumnya dirancang agar ruang fungsional lebih optimal dan dengan pertimbangan pengembangan yang menyediakan sarana crane overhead dan ruang kantor di lantai mezanin. Konstruksi umumnya terbuat dari struktur baja dan dibuat dari pabrik untuk struktur atas, dan dan footplate untuk konstruksi bawah. Pada struktur bawah tergantung pada daya dukung tanahnya dan beban konstruksi yang direncanakan sehingga bisa jadi pondasi yang digunakan menjadi opsi apakah sumuran, cyclope, tiang pancang, atau bore pile.

---

1) adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Pada kssu salah satu bangunan industri PT. Widodo Makmur Unggas yang merupakan industri peternakan besar di Indonesia bergerak pada sector bisnis unggas yang terintegrasi secara vertikal yang mengendalikan pabrik pakan skala besar, peternakan pembibitan, pabrik pembenihan, peternakan komersial, peternakan layer, rumah potong hewan dan operasi kemitraan terkait. Sebagai pendukung bsnis maka diperlukan pengembanagn bangunan indiustri yang memenuhi syarat baik fungsi, ekonomi, maupun keamanannya. Dalam meningkatkan kualitas dan kwanntitas produksi maka efisiensi menjadi pertimbangan utama pembangunan konstruksi industry sehingga pemilihan desain bangunan yang sederhana dan cepat pengerjaannya menjadi pertimbangan utama.

Desain gudang industry peternakan unggas dengan struktur baja pada bentang portal 18 m. Jarak antar kolom dapat dibuat pada lebar yang cukup besar, hal ini karena kebutuhan jarak antar kolom yang jauh sedangkan atap biasanya merupakan atap metal yang ringan seperti galvalume atau sejenisnya. Material baja juga memeiliki kekakuan sekitar 10x lipat dari kekakuan beton sehingga jika digunakan strutkur ukurannya bisa lebih kecil dan ringan. Untuk bentang antar kolom yang tidak terlalu panjang misal 10 m, bisa digunakan baja profil biasa, sedangkan jika lebih panjang dapat digunakan castileted, yaitu profil baja misal baja I/WF (wide flange) dibelah menjadi dua dengan irisan membentuk trapesium kemudian badan baja di geser ke samping dan keatas sedemikian hingga badan baja yang bawah bertemu dengan yang atas, badan ini kemudian di las, dan akan terbentuk lubang berbentuk segi enam. Castileted beam ini sangat efektif karena tinggi baja akan menjadi 2 kali lipat sehingga kekakuan dan kekuatan lenturnya jauh bertambah. Dan karena terdapat lubang segi enam tadi akan mengurangi berat sendiri struktur yang menjadikannya lebih efektif.

## 1.2. Tujuan

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui struktur atas rangka baja sebagai model bangunan industri untuk usaha peternakan dan pengolahan unggas dan menganalisis hasil perencanaan suatu bangunan industri struktur atas pada PT. Widodo Makmur Unggas dengan mempertimbangkan terhadap tegangan-tegangan yang diijinkan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Struktur Baja

Baja struktur banyak dipakai untuk kolom serta balok bangunan bertingkat, system penyangga atap, hanggar, jembatan, menara antena, penahan tanah, fondasi tiang pancang, pabrik, dan lain-lain. Sifat-sifat baja dalam penggunaan konstruksi merupakan kekuatan yang tinggi, dibandingkan terhadap setiap bahan lain yang tersedia, dan sifat keliatannya.

Baja konstruksi memiliki keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat-sifatnya yang dapat diduga secara cukup cepat. Kestabilan dimensional, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal-hal yang menguntungkan dari baja struktural ini. Kita dapat juga menuliskan kerugian-kerugiannya seperti mudahnya bahan ini mengalami korosi (kebanyakan baja, tapi tidak semua jenis baja) dan berkurangnya kekuatan pada temperatur tinggi. Baja tidak mudah terbakar tapi harus anti api. Keliatan (ductility) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangang maupun dalam kompresi sebelum terjadi kegagalan. Pertimbangan-pertimbangan penting yang lain dalam penggunaan baja termasuk mudahnya untuk menyediakannya secara luas dan daya tahan (durability), khususnya dengan menyediakan porteksi terhadap cuaca.

Perencanaan struktur adalah suatu proses dalam pembangunan didasarkan pada parameter fungsi bangunan, property bahan struktur, kondisi lingkungan dan peraturan yang dipakai rujukan untuk menghasilkan penyelesaian optimal. Dalam perencanaan struktur baja harus menetapkan kriteria-kriteria untuk menilai tercapai atau tidaknya penyelesaian secara optimal. Dalam perencanaan ini peraturan yang dipakai, diantaranya : Pedoman Perencanaan Bangunan Baja untuk Gedung (PPBBG) 1987, SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002), dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPI) 1983.

## 2.2. Bangunan Industri

Bangunan industri adalah konstruksi bertingkat satu atau dua yang digunakan untuk keperluan industri (seperti pabrik, penyimpanan, atau operasi eceran atau penjualan besar) dan untuk keperluan institusi (termasuk sekolah, rumah sakit, hotel, apartemen). Konstruksi lain dapat meliputi gymnasium. Pada dasarnya bangunan industri mempunyai bagian-bagian yang terpenting, terutama strukturnya yang menggunakan baja. Konfigurasi masing-masing bangunan tergantung pada persyaratan, jumlah ruang dapat dibangun berdampingan satu sama lain. Pilihan konfigurasi struktural tergantung pada rentang antara baris kolom, sifat bahan atap dan jenisnya dan ruang utama. Rangka portal terbuat dari rangka baja atau rangka atap dapat digunakan jika bentang relatif kecil. Struktu bentang lebar dapat digunakan jika rentang bangunan besar.

## 2.3. Struktur Atap

Sistem atap dari semua bangunan terdiri dari kerangka, semacam lantai, dan penutup tahan air. Bangunan industri menggunakan kerangka baja untuk struktur sebuah atap, yang ditopang oleh bagian konstruksi baja yang terletak diam di atas dinding dukung beban. Sistem atap dari semua bangunan terdiri dari kerangka, semacam lantai, dan penutup tahan air. Kerangka atap utama terdiri dari usuk atau rangka di dalam setiap kerangka rata dan yang membentang jarak ruangan adalah gording (purlin) yang berjarak antara sebesar antara 0,6 sampai 2 m atau lebih diantara pusat-pusatnya, bergantung pada jenis atap yang digunakan. Lantai atap terletak diam pada gording dan dapat berupa sebuah lantai logam, lempeng beton pracor, papan kayu, asbes, atau dengan lembar gips.

## 2.4. Struktur Rangka

Rangka konstruksi bangunan industri berbentuk kaku dan bertingkat satu yang bentangnya adalah lebih dari 200 ft. Kelebihan dari rangka-rangka kaku adalah mudah didirikan dan indah dipandang. Momen-momen yang ditimbulkan pada sambungan-sambungan dalam rangka-rangka ini mengurangi momen ditengah-tengah bentang dari bagian-bagian yang ada di bagian atas dari rangka, sehingga diperlukan bahan-bahan yang lebih ringan dan diperlukan kolom-kolom yang lebih berat. Struktur rangka pada bangunan industri berupa kolom-kolom yang menjadi penumpu dari rangka atap, dinding bangunan biasanya dipakai bata, atau asbes atau seng. Papan samping dapat berupa lembar logam, lembar lapis sisip logam (dinding tirai) yang terdiri dari dua lembar logam dengan suatu jenis bahan isian pengisolasi, lembar asbes, bata, blok beton, genteng, atau beton pracor atau beton tuang. Papan samping yang ringan diangkut oleh batang desak tritisan dan balok kecil untuk bangunan industri.



### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Studi

Lokasi studi adalah area PT Widodo Makmur Unggas Tbk berupa Rumah Potong Ayam (RPA) baru di Wonogiri, Jawa Tengah. Lokasi ini merupakan pengembangan dari bisnis yang berada di wilayah timur untuk mempermudah pengelolaan.

#### 3.2. Pengumpulan Data

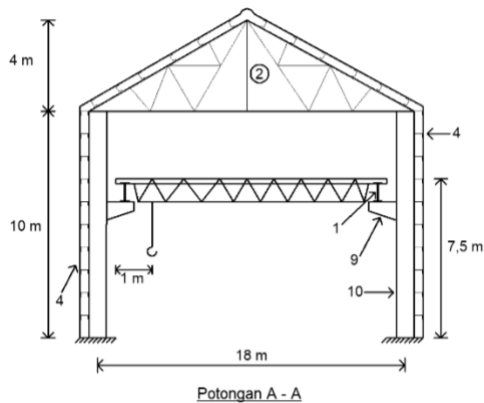
Pengumpulan data merupakan salah satu langkah dalam penelitian dan menyelesaikan penelitian. Data Primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan. Kegiatan surve lapangan dimaksudkan untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang memungkinkan layaknya kualitas pembangunan konstruksi. Data Sekunder adalah merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa dokumen perencanaan, dokumen laporan, dokumen peraturan, dan juga artikel ilmiah dari media online dalam bentuk jurnal ataupun narasi ilmiah.

#### 3.3. Analisis Data dan Pembahasan

Dalam evaluasi sebagaimana tujuan penelitian maka dilakukan secara sistematis mulai dari permasalahan yang menjadi isu penelitian, dukungan teori yang menjadi acuan standar dari berbagai karya ilmiah dan peraturan yang terkait dalam analisis tujuan.

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Teknis

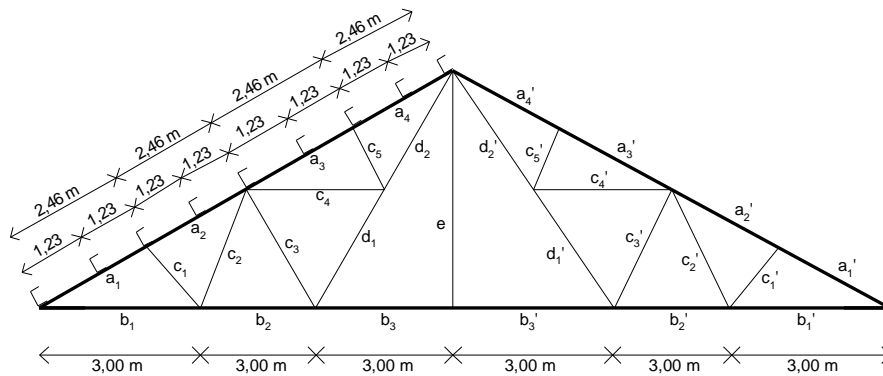


Data-data teknis adalah:

- Bentang rangka atap = 18 m,
- Atap memakai *spandek*,
- Kapasitas keran = 20 ton,
- Berat keran tanpa *takei* (tanpa *crab*) = 16 ton,
- Berat *takei* (*crab*) = 6 ton, Berat rel = 0,015 t/m,
- Beban pada rel = 0,03 t/m,
- Balok keran direncanakan memikul 2 buah keran, masing-masing berkapasitas 20 ton

Gambar 1. Portal Dan Denah Atap Bangunan Industri

4.2. Analisis Perencanaan Atap



Gambar 2. Struktur rangka atap

4.2.1. Analisis Perencanaan Atap

Berat spandek diambil 5 kg/m<sup>2</sup>, jarak gording untuk tepi atas dan bawah 1,5 m, untuk tengah bentang 1,7 m, diambil jarak gording = 1,23 m. Sudut atap = 23,96° ,

- Dicoba gording dengan profil C 125.50.20.3,2 Data-data : I<sub>x</sub> = 181 cm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub> = 8,02 cm<sup>3</sup>, W<sub>x</sub> = 29 cm<sup>3</sup>, g = 6,13 kg/m, I<sub>y</sub> = 26,6 cm<sup>4</sup>
- Beban mati dari berat gording = 6,1 kg/m,
- berat penutup atap = 6,15 kg/m,
- Jumlah beban mati, Q = 12,28 kg/m
- Beban hidup digunakan P = 100 kg ditengah gording
- Beban angin, diambil tekanan angin = 40 kg/m<sup>2</sup>, sudut kemiringan atap = 23,96°

a. Kombinasi pembebanan

Tabel 1. Kombinasi pembebanan

Ket	Beban Mati (kgm)	Beban Hidup (kgm)	Angin ka (kgm)	Angin ki (kgm)	Kombinasi (kgm)
M <sub>x</sub>	22,44	91,38	7,794	-39,36	43,1035
M <sub>y</sub>	2,4935	40,61	-	-	

b. Tegangan yang terjadi

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{121,614 \times 100}{29} + \frac{43,1035 \times 100}{8,02} = 956,809 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 956,809 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

c. Cek lendutan

Lendutan dalam arah sumbu y dinamakan δ<sub>y</sub>, L = 4 m

Lendutan dalam arah sumbu x = δ<sub>x</sub>, L = 2 m



$$\delta_y = \left( \frac{5}{384} \times \frac{(q \cos \alpha) \times L^4}{E \times I_x} \right) + \left( \frac{1}{48} \times \frac{(P \cos \alpha) \times L^3}{E \times I_x} \right) = 0,173 \text{ cm}$$

$$\delta_x = 0,140 \text{ cm}$$

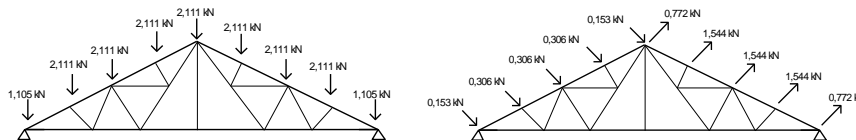
$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = \sqrt{0,140^2 + 0,173^2} = 0,223 \text{ cm}$$

$$\delta_{maks} = \frac{L}{250} = \frac{400}{250} = 1,60 \text{ cm}$$

Profil lip *channel* C 125 × 50 × 20 × 3.2 terlalu boros, jadi untuk *gording* menggunakan profil C 125 × 50 × 20 × 2.3

#### 4.2.2. Analisis Perencanaan Atap

Kuda-kuda baja dengan berat sendiri per m<sup>2</sup> = 2 + (0,66 · 18) = 13,88 kg/m<sup>2</sup> 14 kg/m<sup>2</sup>. Berat sendiri *gording* (C 125 50 20 2.3), g = 4,61. kg/m dan berat penutup atap = 5 kg/m<sup>2</sup>. Jumlah *gording* = 18 buah. Beban mati, terdiri dari berat *gording* 331,92 kg, berat penutup 387,20 kg, berat rangka 1084,16 kg, sehingga berat mati total 1803,28 kg. Besarnya beban pada titik buhul tengah 2,111 kN. sedangkan pada titik buhul tepi bawah stengahnya 1,105 kN. Beban hidup dianggap P = 100 kg pada titik buhul tengah dan 50 kg pada titik buhul pinggir. Beban angin dengan koefisien angin tekan 0,0792 dan koefisien angin hisap -0,4. Beban titik P tekan (tegak lurus batang tepi atas) titik buhul tengah sebesar = 0,306 kN, P tekan titik buhul tepi = 0,153 kN, P hisap titik buhul tengah = -1,544 kN, P hisap titik buhul tepi = -0,772 kN

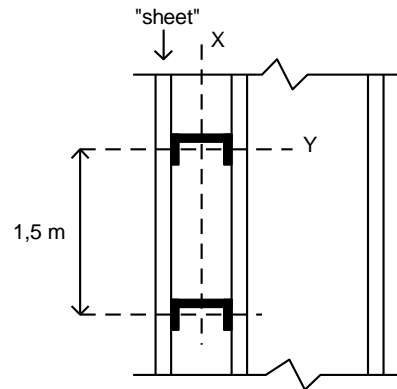


Gambar 3. Beban pada rangka atap

Profil rangka atap dipilih profil sebagai berikut batang tepi atas dan batang tepi bawah digunakan profil double siku.  $\angle$  60.60.6, batang miring, dan vertical digunakan profil double siku  $\angle$  40.40.4.

#### 4.3. Perencanaan Side Rail

Side rail dipasang sebagai tulangan untuk lapisan penutup dinding. Jarak vertikal diambil 1,5 m dan dengan bentang 4 m



Gambar 4. Detail side rail pada dinding

Beban-belan yang bekerja antara lain beban vertical dan beban horosontal.

- Beban vertical.
  - Beban yang diperhitungkan anatar lain berat spandek 30 kg, berat sendiri (dengan kanal) taksiran 30 kg, sehingga jumlah berat vertical 60 kg.
  - M maks (balok 2 perletakan bentang 4m) =  $1/8 \cdot 60 \cdot 4 = 30 \text{ kgm}$ .
  - Tegangan dasar Bj 37, dengan  $\bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow W_x = M.y/ \bar{\sigma} = 1,875 \text{ cm}^3$

Meskipun harga  $W_x$  yang diperoleh kecil, dicoba memakai profil C10 dengan ukuran  $100 \times 50 \times 6 \times 8.5$  yang mempunyai  $W_x = 8,49 \text{ cm}^3$ .

Cek lendutan

$$\delta_y = \frac{5}{384} \times \frac{(qL) \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \times \frac{(60) \cdot 400^3}{2,1 \cdot 10^6 \times 29,3} = 0,81 \text{ cm}$$

$$\text{Syarat : } \bar{\delta} = \frac{1}{250} \times 400 = 1,2 \text{ cm} > \delta_y = 0,81 \text{ cm} \dots(\text{OK})$$

- Beban horizontal (beban angin)

Beban horizontal dengan koefisien angin tekan 0,9 , koefisien angin tarik 0,4, bentang *side rail* diambil 4 m, tekanan angin  $40 \text{ kg/m}^2$  .

Beban merata ,  $Q = (0,9) (40) (1,5) = 54 \text{ kg/m}$

M maks =  $1/8 (54) (4)^2 = 108 \text{ kgm}$

$$\delta_x = \frac{M}{W_x} = \frac{108 \times 100}{\left( \frac{206}{3,45} \right)} = 181 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots(\text{OK})$$

Jadi profil side rail dipilih profil C10 dengan ukuran C100.50.6.8,5

#### 4.4. Perencanaan Kolom

##### • Beban mati (D)

Beban mati terdiri dari:

- Rangka batang kuda-kuda tepi atas ( $\perp$ L60.60.6) = 213,331 kg,
- Rangka batang kuda-kuda tepi bawah ( $\perp$ L50.50.5)= 135,72 kg,

- Batang rangka atap ( $\perp$  40.40.4) = 508,2 kg + 24,2 kg + 19,36 kg. Jumlah beban mati pada kuda-kuda = 1619,131 kg. Berat baut ditaksir 10 % berat kuda-kuda, jadi berat kuda-kuda = 1781,044 kg.
- Reaksi perletakan kuda-kuda = 222,631 kg dan reaksi perletakan kuda-kuda pada tepi atas dan bawah titik buhul = 111,315 kg

Reaksi berasal dari keran + rel dihitung sebagai berikut:

- Berat rel = 30 kg/m, Berat balok keran (WF 400 × 300 × 10 × 16) + kanal (C32), = 107 kg/m + 59,5 kg/m = 166,50 kg/m. Jadi reaksi perletakan yang berasal dari berat sendiri balok keran + rel = (166,50 kg/m + 30 kg/m) × 4 m = 786 kg = 7,708 kN. Berat dari penutup dinding dan "side rail", jumlah "side rail" (tiap 1,5 m) = 6,67 buah
- Berat profil C 100 × 50 × 6 × 8,5 = 10,6 kg/m,
- Jarak kolom ke kolom = 4 m, Jadi berat "side rail" = 7 × (4 m) × (10,6 kg/m) = 296,80 kg. Penutup dinding dari spandek = 5 kg/m<sup>2</sup>, Berat penutup = 4 m × 10 m × 5 kg/m<sup>2</sup> = 200 kg. Berat sendiri kolom ditaksir 1500 kg ,
- Jadi jumlah beban mati pada kolom : P<sub>D</sub> total = 111,315 + 786 + 296,80 + 200 + 1500 = 2894,115 kg = 28,382 kN. Reaksi dari balok keran dan rel bekerja pada jarak 250 mm dari muka kolom = 475 mm dari as kolom.
- Momen akibat reaksi balok keran = 786 (47,5 cm) = 37335 kg cm

#### • **Beban hidup (L)**

Beban hidup yang berasal dari kuda-kuda: P = 100 kg, diletakkan pada masing-masing titik buhul, kecuali titik buhul bawah = 50 kg. P total = 800 kg, reaksi perletakan (yang bekerja pada kolom) = 400 kg = 3,923 kN.

#### • **Beban angin (W)**

Tekanan angin = 40 kg/m<sup>2</sup>, sudut kemiringan atap =  $\alpha = 23,96^\circ$

Koefisien angin :

Koefisien angin tekan = (0,02 . 23,96°) – 0,4 = 0,0792

Koefisien angin hisap = - 0,4

Beban angin kiri :

Beban angin kiri merata tekan

- Atap = 40 kg/m<sup>2</sup> × 0,0792 × 9,84 m = 31,173 kg/m = 0,305 kN/m
- Kolom = 40 kg/m<sup>2</sup> × 0,9 × 10 m = 360 kg/m = 3,530 kN/m

Beban angin kiri merata hisap

- Atap = 40 kg/m<sup>2</sup> × 0,4 × 9,84 m = 157,44 kg/m = 1,544 kN/m
- Kolom = 40 kg/m<sup>2</sup> × 0,4 × 10 m = 160 kg/m = 1,569 kN/m



Reaksi (kekiri) di A = 540 kg, Reaksi (kekiri) di B = 240 kg. Agar defleksi pada puncak kedua kolom sama besar maka gaya total 540 kg + 240 kg harus dibagi sama rata di A dan B. Reaksi horizontal di A = 150 kg (ke kiri), Reaksi horizontal di B = 150 kg (ke kanan)

- **Dimensi kolom**

Dimensi kolom dalam struktur bangunan industri dipilih profil WF 450.300.11.18.

#### 4.5. Analisis Struktur

- **Data input**

Dimensi profil

- a. Rangka kuda-kuda menggunakan *double* siku  $\text{JL } 60.60.6$  (batang atas dan bawah) dan  $\text{JL } 40.40.4$  (batang diagonal)
- b. Kolom menggunakan profil WF  $450 \times 300 \times 11 \times 18$
- c. Konsol menggunakan Rangka kuda-kuda menggunakan *double* siku  $\text{JL } 60.60.6$  (batang atas dan bawah) dan  $\text{JL } 40.40.4$  (batang diagonal)
- d. profil WF  $400 \times 200 \times 8 \times 13$

- **Hasil analisis struktur**

Dalam hasil analisis ini diperoleh kombinasi gaya masing-masing batang pada rangka atap yang dapat dilihat dalam tabel 4.2 dan kombinasi beban pada kolom.



**Tabel 2. Kombinasi gaya batang pada rangka atap**  
(*Out put* program SAP 2000)

No. Btg	Beban Mati (kN)	Beban Angin (kN)		Beban Tetap (kN)	Beban Sementara
		Kanan	Kiri		
a <sub>1</sub>	-17.880	11.878	3.296	-17.880	-6.002
a <sub>2</sub>	-16.635	11.575	3.411	-16.635	-5.060
a <sub>3</sub>	-15.431	10.482	3.805	-15.431	-4.949
a <sub>4</sub>	-14.143	9.926	3.920	-14.143	-4.217
b <sub>1</sub>	16.133	-12.794	-0.735	16.133	3.339
b <sub>2</sub>	13.966	-10.511	-1.389	13.966	3.455
b <sub>3</sub>	9.287	-2.947	-2.948	9.287	6.340
c <sub>1</sub>	-1.859	1.930	-0.495	-1.859	0.071
c <sub>2</sub>	1.797	-2.047	0.582	1.797	-0.250
c <sub>3</sub>	-3.889	6.317	-1.309	-3.889	2.428
c <sub>4</sub>	2.289	-2.302	0.444	2.289	-0.013
c <sub>5</sub>	-1.922	1.897	-0.365	-1.922	-0.025
d <sub>1</sub>	3.897	-6.292	1.297	3.897	-2.395
d <sub>2</sub>	5.807	-8.079	1.634	5.807	-2.272
a <sub>1</sub> '	-17.880	3.296	11.878	-17.880	-6.002
a <sub>2</sub> '	-16.635	3.411	11.575	-16.635	-5.060
a <sub>3</sub> '	-15.431	3.805	10.481	-15.431	-4.950
a <sub>4</sub> '	-14.143	3.920	9.926	-14.143	-4.217
b <sub>1</sub> '	16.133	-0.735	-12.793	16.133	3.340
b <sub>2</sub> '	13.966	-1.389	-10.510	13.966	3.456
b <sub>3</sub> '	9.287	-2.949	-2.947	9.287	6.340
c <sub>1</sub> '	-1.859	-0.495	1.930	-1.859	0.071
c <sub>2</sub> '	1.797	0.582	-2.047	1.797	-0.250
c <sub>3</sub> '	-3.889	-1.309	6.317	-3.889	2.428
c <sub>4</sub> '	2.289	0.444	-2.302	2.289	-0.013
c <sub>5</sub> '	-1.922	-0.365	1.896	-1.922	-0.026
d <sub>1</sub> '	3.897	1.297	-6.292	3.897	-2.395
d <sub>2</sub> '	5.807	1.634	-8.078	5.807	-2.271

#### • Perencanaan *Gable Wind Girder* (Ikatan Angin)

Ikatan angin dipasang pada bidang atap yang horizontal dengan koefisien tekanan angin 0,9 dan tekanan angin 40 kg/m<sup>2</sup>.

Gaya angin per meter panjang *gable wind girder* (ikatan angin), Q  
 $Q = 0,9 \cdot 40 \cdot (5 + (3,6)/2) = 244,8 \text{ kg/m}$ .

Sehingga beban titik P1 = 881,3 kg, P2 = 440,7 kg, P3 = 2203,2 kg

Perencanaan profil rangka batang untuk ikatan angin dicoba double siku  $\text{JL } 60.60.6$ , dengan data-data untuk 1 siku inersia  $I_x = I_y = 22,8 \text{ cm}^2$ ,  $i_x = i_y = 1,82 \text{ cm}$ ,  $e = 1,92 \text{ cm}$ , luas  $A = 6,91 \text{ cm}^2$ . Tebal pelat buhul diambil 8 mm,  $I_y = 2(22,8 + 6,91)(1,82 + 0,4) = 76,28 \text{ cm}^4$ ,  $I_x = 2(22,8) = 45,6 \text{ cm}^4$ ,  $\lambda_y = 153,2$ . L1 = jarak kopel pelat, diambil setiap 120 cm,  $\lambda_1 = 102,6$ ;  $\lambda_x = 153$ , 197,8. Karena  $\lambda_x > \lambda_y$ , terjadi tekuk terhadap sumbu x, maka  $\lambda_x = 197,8$ . Berdasarkan daftar faktor tekuk (Tabel 3, PPBBI) untuk mutu baja Fe 369 didapat  $\omega_x = 7,566$ ,  $\sigma = 1303 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$  (OK). Untuk profil batang double siku  $\text{JL } 50.50.5$ , mendapat penambahan gaya yang berasal dari *gable wind girder* dengan total = 2379,510 + 947,010 = 3326,520 kg.

Cek profil :

$$A_{\text{total}} = 2 \times 4,8 = 9,6 \text{ cm}^2; A_{\text{netto}} = 0,85 \times 9,6 = 8,16 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tegangan } \sigma = F / A = 407,662 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}$$

jadi batang diagonal dipakai profil  $\text{JL } 50.50.5$

- **Perencanaan Pengaku**

- **Pengaku vertikal (*bracing*)**

Pengaku vertical (*bracing*) digunakan untuk mentransfer reaksi dari *gable wind girder* ke perletakan kolom-kolom dipakai profil *double* siku  $\angle 60.60.6$ , dengan  $A_1 \text{ profil} = 6,91 \text{ cm}^2$

- **Pengaku balok (*rafter*)**

Pengaku *rafter* (*rafter bracing*) dengan gaya tekan maksimum pada batang tepi atas = 1765,388 kg. Pada hubungan gording dan ikatan angin (titik A), harus dianggap ada gaya  $P'$  yang arahnya sejajar sumbu gording, yang besarnya menurut rumus PPBBI pasal 7.3.1, yaitu:  $P' = 15,943 \text{ kg}$ . Harga  $P'$  terlalu kecil untuk menentukan profil ikatan angin, maka gaya  $P'$  diambil 7,5% gaya maksimum batang tepi atas.

$$P' = 75/100 \times 1437,53 = 107,815 \text{ kg, panjang } bracing = 12,57 \text{ m}$$

$$\text{Gaya pada } bracing = 107,815 \times \sec \theta$$

Dengan  $\theta =$  sudut antara bracing dengan arah memanjang denah bangunan =  $50,4^0$ . Jadi, gaya pada bracing = 169,141 kg (tarik), dicoba profil  $\angle 50.50.5$ , Anetto = 0,85 (2 . 4,8) = 8,16 cm<sup>2</sup>

$\sigma = 20,728 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow$  terlalu boros, jadi untuk ikatan angin dipakai double siku  $\angle 40.40.4$

#### 4.6. Perencanaan Kolom

Untuk perencanaan kolom baja dengan beban  $N = 13,577 \text{ kN}$ ,  $M = 458,308 \text{ kNm}$ , Tinggi kolom =  $L_k = L = 10 \text{ m}$ ,

- Dicoba profil kolom baja WF 450.300.11.18, dengan data-data:  $h = 440 \text{ mm}$ ;  $I_x = 56100 \text{ cm}^4$ ;  $I_y = 8110 \text{ cm}^4$ ;  $i_x = 18,9 \text{ cm}$ ;  $i_y = 7,18 \text{ cm}$ ;  $W_x = 2550 \text{ cm}^3$ ;  $W_y = 541 \text{ cm}^3$ ;  $A = 157,4 \text{ cm}^2$

- Cek menekuk terhadap sumbu x dan y:

$$\lambda_x = \frac{L}{i_x} = \frac{1000}{18,9} = 52,910, \quad \lambda_y = \frac{L}{i_y} = \frac{1000}{7,18} = 139,276$$

Karena sumbu lentur (sumbu x) tegak lurus sumbu tekuk (sumbu y), maka faktor amplifikasi  $\frac{n_x}{n_{x-1}} = 1$ , diambil  $\theta = 1$

Dari tabel faktor tekuk didapat:  $\lambda_x = 52,910 \Rightarrow \omega_x = 1,254$ ,  $\lambda_y = 139,276 \Rightarrow \omega_y = 3,729$ . Cek terhadap sayarat untuk portal dimana ujung bergoyang.

$$a. \quad \omega_x \frac{N}{A} + 0,85 \theta \frac{n_x}{n_x^{-1}} \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1568,830 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})$$

$$b. \omega_y \frac{N}{A} + 0,85 \theta \frac{n_x}{n_x^{-1}} \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma}$$

$$\left( 3,729 \frac{1384,469}{157,4} \right) + \left( 0,85 \times 1 \times 1 \frac{46,734 \cdot 10^5}{2550} \right) \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1590,6 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})$$

$$c. \frac{N}{A} + \theta \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma}$$

$$\left( \frac{1384,469}{157,4} \right) + \left( 1 \times \frac{46,734 \cdot 10^5}{2550} \right) \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1841,405 \text{ kg/cm}^2 \geq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi profil WF 450.300.11.18 dapat dipakai untuk kolom kanan dan kolom kiri.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- Dalam perencanaan bangunan industri dipilih struktur baja karena pekerjaannya lebih cepat dan dimensi elemen struktur yang kecil sehingga dapat mengoptimalkan ruang kerja.
- Perlu dipertimbangkan kombinasi gaya batang maksimum pada elemen ikatan angin, kolom, pengaku balok, pengaku kolom, dan pelat dasar kolom.
- Dari hasil perhitungan beban dengan bentang portal 18 m dipilih kuda-kuda menggunakan *double* siku  $\text{JL } 60.60.6$  (batang atas dan bawah) dan  $\text{JL } 40.40.4$  (batang diagonal), gording dengan profil C 125.50.20.3,2, rangka atap dicoba profil kuda-kuda C 125.50.20.2,3 mm, rangka atap *double* siku profil balok baja kran C32, profil kolom baja WF 450.300.11.18 mm.

### 5.2. Saran

Saran-saran yang dapat penyusun berikan untuk kemajuan Tugas Akhir yang akan datang adalah:

- Perencanaan bangunan industri yang lebih kompleks dan menyeluruh pada struktur bangunan industri yang lain.
- Untuk kemudahan analisis gaya batang dan mekanika Teknik sangat dianjurkan menggunakan software seperti program SAP 2000, program Etabs, Program Sanpro sehingga mempercepat proses hitungan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Cetakan Kedua, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Anonim, 1984, Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Anonim, 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002), Badan Standardisasi Nasional (BSN)
- Bowles J.E, 1985, Desain Baja Konstruksi, Erlangga, Jakarta
- Gunawan T. Ir, Margaret S. Ir, 2003, Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II Jilid 1, Delta Teknik Group, Jakarta
- Indrawati E, 2003, Tugas Akhir Perancangan Struktur Rangka Baja Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1729-2002), Program Sarjana Ekstensi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Padasbajayo, 1994, Bahan Kuliah Pengetahuan Dasar Struktur Baja, Edisi Ketiga, NAFIRI, Yogyakarta
- Potma A. P. Ir, De Vries J. E. Ir, 1991, Konstruksi Baja, Cetakan Keempat, PT. PERTJA, Jakarta.
- Alif Firman, 2014, Perencanaan Konstruksi Baja Tipe Gable Frame Pada Bangunan Pabrik, Jurnal
- Machado Roque Viana Bossa, 2014, Perencanaan Struktur Atap Gable Frame Dengan Menggunakan Profil Baja Wf Dengan Metode LRFD Pada Proyek Balroom Ijen Padjadjaran Suits Resorts And Convention Hall Malang, Skripsi ITN Bandung.

