

## **ANALISIS PERHITUNGAN KEKUATAN PADA STRUKTUR ATAP GUDANG STG-BOILER BATU BARA**

Ikhtisoliyah, Hamid Suroyo  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gresik

### **ABSTRAK**

Dalam hal perkembangan pembangunan semakin meningkat baik di desa maupun di kota-kota. Pembangunan itu berupa pembangunan gedung, jalan, maupun pembangunan jembatan. Dimana struktur baja merupakan bangunan yang cukup di minati oleh para pengembang karena akan kualitas yang lebih tahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hasil perhitungan pada atap, menentukan kontrol perhitungan dan dimensi suatu profil yang di dapat dari penyusunan yang di ambil dalam sebagian struktur yang akan di hitung. Perencanaan penelitian untuk membuat perhitungan dalam tugas ini menggunakan bantuan dari program SAP2000.

Hasil analisa struktur gudang yang telah diperhitungkan dalam penelitian ini telah di dapat untuk kontrol beban dimana hasilnya lebih kecil dari tegangan izin baja yaitu  $1600 \text{ kg/cm}^2$ , beban tetap =  $455 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$  (OK), beban sementara =  $460 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$  (OK). Di peroleh hasil profil pada atap sebagai berikut 1) Gording / purlin dengan jarak 1,1 m memakai profil CNP 150 x 56 x 20 x 3,2 dengan mutu SS400, 2) batang tarik / sagrod 12 mm, 3) dimensi ikatan angin 16 mm, 4) Rafter, Column dan sambungan menggunakan profil WF 150 x 75 x 5 x 7 dengan mutu SS400, 5) Dimensi baut sambungan puncak dan tepi menggunakan M16 A325, 6) Dimensi BasePL dan EndPL menggunakan tebal 9 mm. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dalam menentukan profil pada desain dapat menggunakan program serta menentukan nilai moment yang bekerja.

**Kata kunci : Perkuatan struktur, SAP2000, Perolehan Profil**

## PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan semakin meningkat baik di desa maupun di kota-kota. Pembangunan itu berupa pembangunan gedung, jalan, maupun pembangunan jembatan. Dimana struktur baja merupakan bangunan yang cukup diminati oleh para pengembang karena akan kualitas yang lebih tahan lama.

Pabrikasi penulangan meliputi pemotongan, pembentukan dan perakitan. Pelaksanaan pekerjaan tersebut bergantung pada shop drawing (gambar kerja) yang dibuat oleh kontraktor, seperti yang telah diketahui sebagian besar sumber daya manusia pada suatu proyek konstruksi yang ada saat ini tidak begitu memahami masalah pada pemasangan struktur di lapangan. Mereka mendasarkan pengetahuan mereka pada pengalaman dan apa yang telah mereka lihat, padahal apa yang mereka lihat belum tentu benar. Sehingga jika terjadi permasalahan dalam pemasangan struktur tersebut, mereka mengalami kesulitan untuk menyelesaikannya. Hal ini membuat penyelenggara proyek menaruh perhatian besar dalam proses pengadaan material sehingga memperoleh biaya serendah mungkin yang berarti telah melakukan penghematan biaya proyek.

Untuk dapat mengetahui dari hasil perhitungan program, disini akan di gunakan program SAP2000 untuk perhitungan kekuatan struktur, dan juga program bantu Aveva Bocad 3D sebagai pembuat gambar kerja (shop drawing) dengan di lengkapi perhitungan berat profil itu sendiri secara otomatis serta dapat menunjukkan beberapa jenis detail

yang ada, dan untuk dapat mengetahui hasil perhitungan dengan program, maka kita gunakan program SAP2000 tersebut sebagai aplikasinya.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dirasa perlu untuk membuat suatu alternatif pekerjaan perhitungan analisis bangunan gudang khususnya pada struktur. Dengan adanya alternatif tersebut diharapkan mampu mempermudah pekerjaan dalam membuat perhitungan struktur dan kegiatan shop drawing struktur khususnya struktur yang lebih kecil. Struktur yang akan di hitung dalam penelitian ini meliputi perhitungan bagian atap dengan menggunakan program aplikasi SAP dan diimensi yang di dapat dari perhitungan program pada atap. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kekuatan struktur dengan menggunakan program bantu SAP2000 serta mencari dan mengetahui hasil yang terdapat pada perhitungan program bantu SAP2000.

Batasan-batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah menghitung rangka atap. Menghitung kekuatan struktur dan sebagai perbandingan dari perhitungan manual menggunakan SAP. Aveva bocad 3D di gunakan sebagai *erection drawing* dan *shop drawing*.

Perhitungan struktur dalam pengerjaan RUKO 2 Lantai Balikpapan (agus santoso, 2014) dimana penelitian lebih efisien dalam mengambil contoh. Berikut gambar dan profil utama yang di ketahui dalam struktur tersebut: pada profil kolom dan girder di gunakan WF300.150.6,5.9; Pada profil beam di gunakan WF250.125.6.9; Pada profil

Baseplate di gunakan PL9x250; Sambungan menggunakan baut M19-A325; Panjang lebar bentang bangunan struktur 9,m x 18m; Jarak antara kolom di sumbu (X) 4,5m dan sumbu (Y) 4,8m; Tinggi Elevation LT1 T.O.S + 4m dan LT2 T.O.S + 8m.

Drawing Untuk membuat sebuah gambar kerja di perlukan dalam beberapa hal diantaranya adalah persiapan desain yang sudah di perhitungkan kekuatannya dan standart drawing besertadetailsambungan untuk proses input dalam pembuatan shop drawing.

Desain Struktur Perencanaan struktur bangunan merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam desain sebuah bangunan karena menyangkut keamanan sebuah bangunan secara struktural. Desain struktur yang dimaksud adalah perencanaan pondasi, ukuran dan penulangan kolom dan balok serta plat lantai bangunan. Desain tersebut disajikan dalam gambar struktur yang jelas dan mudah dipahami untuk pengerjaan di lapangan. Perhitungan struktur dikerjakan secara teliti dan menggunakan software khusus untuk perhitungan struktur.

Konstruksi atap adalah bagian paling atas pada suatu bangunan, permasalahan konstruksi atap tergantung pada luasnya ruang yang harus dilindungi, bentuk dan konstruksi yangn 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.

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 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  $q \cos \sigma$  dan  $q \sin \sigma$  bila atap membuat sudut  $\sigma$  dengan bidang horizontal. Perlu diperhatikan bahwa beban-beban tersebut di atas bekerja menurut kombinasi pembebanan.

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 diiperlukan 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 ikatan angin ini dipakai batang-batang lemas, sehingga batang-batang tersebut dianggap sama sekali tak dapat menerima beban tekan. 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).

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 diperkuat dengan rangka (untuk kayu) dan kolom praktis-sloof-ringbalk (untuk bata).

Dinding dapat dibuat dari bermacam-macam material sesuai kebutuhannya, antara lain 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 pasangan bata  $\frac{1}{2}$  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 tersebut.

Penutup dari rangka bangunan adalah pasangan dinding tembok bata yang

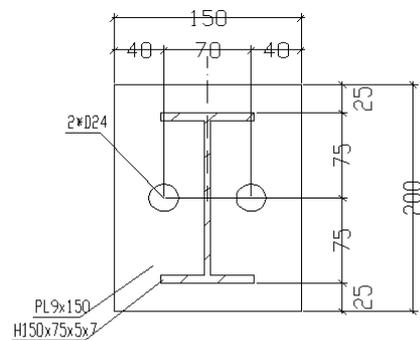
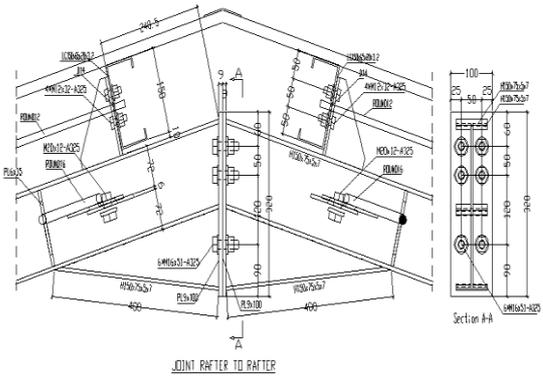
mempunyai fungsi pembatas antar ruangan.

Pasangan dinding batu bata dibuat dengan pasangan  $\frac{1}{2}$  batu yang disusun berigi atau bertangga dengan menggunakan spesi/ adukan 1 Pc : 4 Ps atau satu bagian Portland cement berbanding empat bagian pasir ditambah dengan air secukupnya. Bangunan yang dari sisi pengamanan, atau dari sisi arsitektoris mungkin dapat ditempatkan pada bangunan yang mempunyai bentang yang panjang. Kualitas batu bata harus yang baik dan matang pembakarannya, yang harus diperhatikan juga persediaan bata dan tata cara memasang juga harus lebih diperhatikan. Untuk menjaga agar dinding pasangan batu bata dapat kuat berdiri ada beberapa hal yang perlu diperhatikan: mutu bahan batu bata; adukan harus merata dan sistem pemasangan; pemasangan kolom-kolom praktis. Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu penempatan kusen atau kolom praktisnya, sehingga pada pekerjaannya saling mengisi dan memperkuat konstruksi dinding bata tersebut.

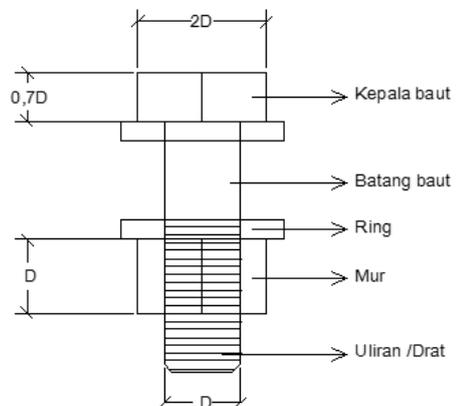
Kolom-kolom praktis merupakan bagian kerangka yang membantu dan memperkuat posisi dinding pasangan batu bata, dan pemasangan kolom ditempatkan pada sudut pertemuan pasangan batu bata dan tempat tertentu misalnya sebagai penjepit. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko,

1996). Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia 1984 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Kesimpulannya, sebuah bangunan akan aman dari kerusakan bila besar dan jenis pondasinya sesuai dengan perhitungan. Namun, kondisi tanah pun harus benar-benar sudah mampu menerima beban dari pondasi.

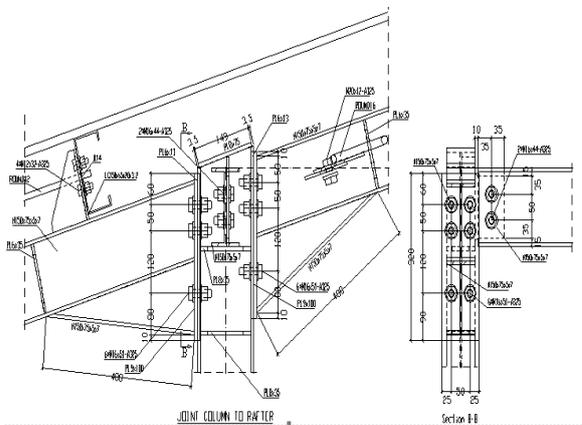
Detail Sambungan merupakan gambar yang dimana dapat menunjukkan lebih jelas dan detail pada suatu bentuk dari gambar tertentu, berikut contoh detail sambungan yang di buat:



DET BASEPL



Keuntungan sambungan menggunakan baut antara lain: Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan; Konstruksi sambungan dapat dibongkar-pasang; Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja  $> 4d$  ( tidak seperti paku keling dibatasi maksimum  $4d$  ).



- Dengan menggunakan jenis Baut Pass maka dapat digunakan untuk konstruksi berat /jembatan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana perencanaan diperhitungkan menggunakan SAP.

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini telah dilakukan di pabrik PT. Bangun Sarana Baja ,Jl. Mayjend Sungkono XII No 8, Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mendapatkan data primer melalui wawancara dan observasi di lapangan, selain itu diperoleh data sekunder dari PT. Bangun Sarana Baja.

### **Bagan Alur Penelitian**

Berikut bagan alur penelitian ini

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Perhitungan beban**

Untuk pembahasan perhitungan analisis hasil pada tiap-tiap beban yang ada khususnya pada bagian atap, penjelasan cara analisa struktur ini menggunakan program SAP.

Diketahui :

- Mutu baja  
Grade/Mutu = SS400  
 $f_y = 250 \text{ MPa}$   
 $f_u = 400 \text{ MPa}$
- Jarak kuda-kuda = 4 m
- Bentang kuda-kuda = 6 m

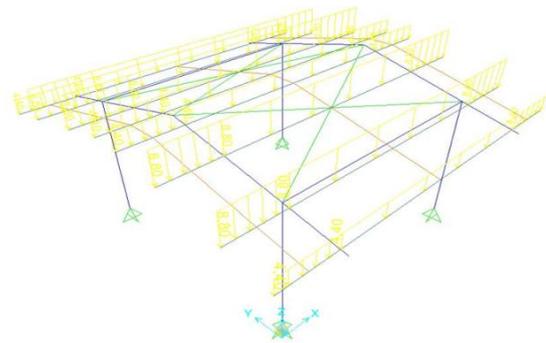
- jarak antar gording/ Purlin=1,1 m
- Kemiringan atap =  $15^\circ$
- Beban orang =  $100 \text{ kg/m}^2$
- Beban air hujan =  $20 \text{ kg/m}^2$
- Beban angin =  $40 \text{ kg/m}^2$

### *Dead Load*

*Weight of roofing* =  $8 \text{ kg/m}^2$

*Distance between purlin* = 1,1 m

*Load on purlin* =  $8 \times 1,1 = 8,8 \text{ kg/m}$



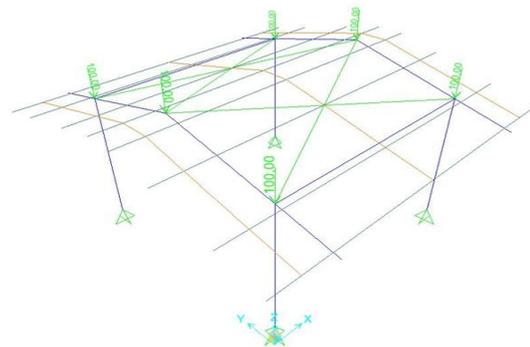
### *Live Load*

*Man with tools* = 100 kg

*Rain* =  $20 \text{ kg/m}^2$

*Distance between purlin* = 1,1 m

*Load on purlin* =  $20 \times 1,1 = 22 \text{ kg/m}$



### *Wind Load*

*Wind pressure* =  $40 \text{ kg/m}^2$

*Wind load on the roof*

*Coefficient of pressure* =  $0,02\alpha - 0,4 = (-) 0,1$

*Coefficient of suction* =  $(-) 0,4$

*Pressure load* =  $4 \text{ kg/m}^2$

Load on purlin =  $4 \times 1,1 = 4,4 \text{ kg/m}$   
 Suction load =  $16 \text{ kg/m}^2$   
 Load on purlin =  $16 \times 1,1 = 17,6 \text{ kg/m}$

**Seismic Load**

UBC-97 Seismic Loading Parameter:

Seismic zone = Zone 2  
 Seismic zone factor = 0,  
 Soil profile type = SC (soft rock)  
 Importance factor,  $I = 1$   
 Overstrength factor,  $R = 5,6$

**Combination Load**

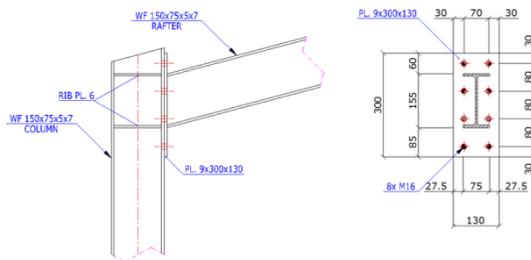
1,4D  
 1,2D + 1,6L  
 1,2D + 0,5L ± 1,3W  
 0,9D ± 1,3W  
 1,2D + 0,5L + 1E  
 0,9D + 1E

Where :

D = Dead load  
 L = Live Load  
 W = Wind Load  
 E = Seismic load

**Perhitungan Detail Sambungan Pada Atap**

**Perhitungan sambungan rafter-kolom**



Profil = WF150x75x5x7  
 Area(A) =  $17,85 \text{ cm}^2 = 1.785 \text{ mm}^2$   
 Tinggi penampang(d) = 150 mm  
 Tebal badan(tw) = 5 mm

Lebar sayap(bf) = 75 mm  
 Tebal sayap(tf) = 7 mm  
 Radius(r) = 8 mm  
 Modulus penampang plastis pada sumbu x (Zx) =  $88,8 \text{ cm}^3$   
 Grade = SS400  
 $F_y = 250 \text{ Mpa}$   
 $F_u = 400 \text{ Mpa}$   
 Bolt = M16 -> Grade A325 (HSB)  
 Plate thickness (tp) = 9 mm  
 Width of plate (bf) = 130 mm  
 Height of plate (hf) = 300 mm  
 Area of plate (Af) =  $39.000 \text{ mm}^2$   
 Grade = SS400  
 Tegangan leleh ( $F_y$ ) = 250 Mpa  
 Kekuatan tarik minimum( $F_u$ ) = 400 Mpa

**Loading data**

Kekuatan lentur nominal  $M_n = (-)$   
 $2,5107 \text{ kNm}$   
 Kekuatan geser nominal, kips  $V_n = (+)$   
 $3,471 \text{ kN}$   
 Kekuatan tekan nominal, kips  $P_n = (-)$   
 $1,035 \text{ kN}$

$$P_f = \frac{M_u}{d_m}$$

$$P_f = \frac{2,5107 \times 10^3}{143}$$

$$P_f = 17,56 \text{ kN}$$

**Bolt tension (tekanan–tarik geser baut)**

Kuat rencana Tekan nominal baut

$$\Phi R = \Phi F_n A_b$$

$$= 0,75 \times 621 \times 201 \times 10^{-3}$$

$$= 93,61575 \text{ kN}$$

**Bolt slip-critical design (batas pergerakan baut)**

Rencana tahanan batas gerak pada baut

$$\Phi R_{str} = \Phi 1,13 \mu T_m N_s$$

$$= 1,0 \times 1,13 \times 0,5 \times 84,5 \times 1$$

$$= 47,7425 \text{ kN}$$

*Bearing on column (tumpuan pada kolom)*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi (2,4 d t F_u)$$

$$= 0,75 \times 2,4 \times 16 \times 13 \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 49,76 \text{ kN}$$

*Bearing on plate (tumpuan pada plat)*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi (2,4 d t F_u)$$

$$= 0,75 \times 2,4 \times 16 \times 9 \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 103,68 \text{ kN}$$

*Tear-out through the edge (robek pada tepi yang melintas)*

*At end plate*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi 1,2 L_c t F_u$$

$$= 0,75 \times 1,2 \times 21 \times 9 \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 68,04 \text{ kN}$$

*Tear-out between bolt holes (robek diantar baut)*

*At end plate*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi 1,2 L_c t F_u$$

$$= 0,75 \times 1,2 \times 52 \times 9 \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 168,48 \text{ kN}$$

*Design strength with 2 rows of bolts (n= 4)*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi R_n \text{ bolt min} \times 4$$

$$= 47,7425 \times 4$$

$$= 190,97 \text{ kN} > 17,56 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

*Design strength for shear in end plate*

*Gross shear on end plate*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi 0,6 A_g v F_y$$

$$= 0,9 \times 0,6 \times (300 \times 9) \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 583,2 \text{ kN} > 17,56 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

*Net shear on end plate*

*Kuat rencana Tekan nominal baut*

$$\Phi R_n = \Phi 0,6 A_n v F_u$$

$$= 0,75 \times 0,6 \times ((300 - 5 \times 18) \times 9) \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 340,2 \text{ kN} > 17,56 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Tujuan dari tugas ini adalah menganalisa hasil perhitungan pada atap, yaitu berapa hasil kontrol perhitungan dan dimensi suatu profil yang di dapat dari penyusunan yang di ambil dalam sebagian struktur yang akan di hitung.

Perencanaan penelitian untuk membuat perhitungan dalam tugas ini menggunakan bantuan dari program SAP2000. Dimana dalam menentukan profil, dan menghitung beban serta menentukan nilai momen yang bekerja dapat menggunakan bantuan program tersebut.

Dari hasil analisa struktur gudang yang telah diperhitungkan dalam penelitian ini telah di dapat untuk kontrol beban dimana hasilnya lebih kecil dari tegangna izin baja yaitu 1600 kg/cm<sup>2</sup>.

- Permanent Load (beban tetap) = 455 kg/cm<sup>2</sup> < 1600 kg/cm<sup>2</sup> (OK)
- Temporary Load (beban sementara) = 460 kg/cm<sup>2</sup> < 1600 kg/cm<sup>2</sup> (OK)

Untuk Dimensi yang di peroleh dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

- Gording / purlin memakai profil CNP 150 x 56 x 20 x 3,2 (SS400)
- Dimensi batang tarik 12 mm , dimensi ikatan angin 16 mm
- Rafter dan Column dan sambungan menggunakan profil WF 150 x 75 x 5 x 7 (SS400)

- Dimensi baut sambungan puncak dan tepi menggunakan M16 A325
- Dimensi BasePL dan EndPL menggunakan tebal 9 mm

### Saran

Untuk pembaca penulisan Penelitian ini dapat memberikan sedikit tambahan tentang bagaimana merencanakan gudang dengan baik.

Dalam hal perhitungan gudang, Penelitian ini dapat membantu sebagai acuan dalam merencanakan gudang yang baik dan praktis, Karena telah diperhitungkan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. 1994. Mekanika Bangunan. Bandung, Penerbit PT Bumi Aksara.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia ( PPBBI ). Bandung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. Bandung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan
- Ir.Gunawan Rudy dengan petunjuk Ir.Morisco. 1987. Tabel Profil Konstruksi Baja. Yogyakarta, Penerbit KANISIUS.
- Ir.Nortier.I.W,Ir.Vink.F 1980. Ilmu Konstruksi Untuk Ahli Bangunan dan Ahli Bangunan Air Jilid 2.

Jakarta, Penerbit Bhratara Karya Aksara-Jakarta

Kh,Sunggono. 1995. Buku Teknik Sipil. Bandung, Penerbit NOVA

Syahril A. Rahim & Mulia, Diktat Perancangan Struktur Baja