

EVALUASI DAYA TAAHAN TEKUK PORTAL RANGKA BAJA PADA GEDUNG ROVIE AUDITORIUM UNIVERSITAS NUSA LONTAR ROTE

Jermias Matius Johanis

Dosen Program Studi Teknik sipil, Fakultas Teknik Universitas Nusa Lontar Rote

Email: j3m14s.j0h4n15@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan yang terjadi terhadap tegangan yang di ijinakan, besarnya daya tekuk yang terjadi akibat beban kerja serta besarnya angka keamanan kontruksi portal rangka baja pada gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai Februari 2020. Sampel dalam penelitian ini adalah struktur portal baja yang meliputi kolom dan kuda-kuda. Dalam proses penelitian ini yang dihitung yaitu beban-beban yang bekerja diantaranya beban mati dan beban hidup. Kemudian menghitung sambungan pada profil baja yang menggunakan baut dan las, Mencari koefisien kekakuan, koefisien distribusi, momen primer akibat beban sendiri, momen primer akibat beban angin, kombinasi pembebanan, tegangan yang terjadi dan bahaya tekuk.

Berdasarkan hasil penelitian, evaluasi dan perhitungan pada Gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote dapat disimpulkan kondisi gedung aman. Disarankan agar penggunaan baut dalam proses penyambungan, digunakan kunci khusus akan terjadi *clamping force* yang membuat kedua bagian yang disambung akan ditekan satu sama lain. Pada bidang sambungan terjadi shear resistance (tahan geser). Perlu dilakukan perawatan terhadap baja agar tidak mudah terjadi korosi.

Kata kunci : daya tahan tekuk portal rangka baja-rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the stress that occurs with the allowable stress, the amount of buckling that occurs due to workloads and the magnitude of the construction of the steel frame portal in the Rovie Auditorium building at Nusa Lontar Rote University.

The study was conducted in December 2014 until February 2015. The sample in this study was a steel portal structure that includes columns and horses. In this research process that is calculated is the burdens that work including dead load and live load. Then calculate the connection on the steel profile using bolts and welds, looking for the coefficient of stiffness, the coefficient of distribution, the primary moment due to the load itself, the primary moment due to wind load, the combination of loading, stress that occurs and the danger of buckling.

Based on the results of research, evaluation and calculations at the Rovie Auditorium Building, Nusa Lontar Rote University, it can be concluded that the building's condition is safe. It is recommended that the use of bolts in the connection process, a special key will occur clamping force that makes the two parts that are connected will be pressed against each other. In the field of connection shear resistance occurs. Care needs to be taken on steel so that corrosion does not easily occur.

Keywords: bending strength of the steel-rovie steel frame portal Auditorium of the University of Nusa Lontar Rote

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan di Kabupaten Rote Ndao dewasa ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Di Kabupaten Rote Ndao ada beberapa gedung yang struktur gedungnya menggunakan struktur profil baja. Salah gedung yang menggunakan struktur profil baja adalah gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote.

Gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote, dibangun pada tahun 2004 dengan menggunakan struktur baja pada kolom dan kuda-kuda gedung tersebut. gedung tersebut digunakan sebagai gedung serbaguna (yang biasanya difungsikan sebagai tempat rapat senat terbuka (wisudah), tempat diadakannya kuliah umum serta pertemuan-pertemuan yang biasanya didakan dikampus Universitas Nusa Lontar Rote. Namun dengan berjalannya waktu gedung tersebut dibangun kembali pada tahun 2013 dengan diperbesar gedung tersebut dengan ukuran gedung 16 x 28 meter dan tinggi gedung 6 meter. Profil baja yang digunakan pada gedung tersebut adalah profil baja IWF 250 X 125 yang digunakan pada kolom dan kuda-kuda. Sedangkan untuk gording menggunakan profil baja C 50 x 20 dengan penyabungan menggunakan baut dan las.

Perencanaan suatu struktur adalah bertujuan untuk menghasilkan suatu

struktur yang stabil, aman dan nyaman serta memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi, kemudahan pelaksanaan dan umur rencana yang panjang. Suatu struktur disebut stabil bila ia tidak mudah runtuh, miring atau tergeser selama umur bangunan yang direncanakan. Suatu struktur disebut cukup kuat aman dan nyaman bila kemungkinan terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan kemampuan layang selama masa yang direncanakan adalah kecil dan dalam batas yang dapat diterima (Schodek, Struktur, 1998).

Suatu struktur disebut awet bila struktur tersebut dapat menerima keausan dan kerusakan yang diharapkan terjadi selama umur bangunan yang direncanakan tanpa pemeliharaan yang berlebihan. Untuk mencapai tujuan perencanaan yang ditetapkan oleh pemerintah berupa standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan gedung dengan struktur baja harus direncanakan dengan tata cara perencanaan struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002 (Sumargo, 2009). dalam perencanaan struktur portal baja pada suatu gedung harus diketahui beban – beban yang kan diterima oleh gedung tersebut dan bagaimana cara mengontrol perhitungan apakah baja tersebut memenuhi syarat keamanan pada struktur portal rangka baja serta mengevaluasi penampang terhadap bahaya tekuk yang

akan terjadi pada gedung yang akan dibangun. Oleh karena itu perlu diadakannya suatu penelitian dengan judul “Evaluasi Daya Tahan Tekuk Portal Rangka Baja pada Gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote”.

B. Rumusan Masalah

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa besar daya tekuk portal rangka baja yang terjadi akibat beban kerja pada gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

- a. Tegangan yang terjadi terhadap yang diijinkan
- b. Besarnya daya tekuk yang terjadi akibat beban kerja.
- c. Besarnya angka keamanan konstruksi portal rangka baja pada gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Profil diberikan singkatan berdasarkan suatu system yang untuk digunakan dalam penggambaran, spesifikasi, dan desain. Berikut ini adalah sistem singkatan dari profil baja yang

digunakan kelebihan dari sistem penamaan (kodifikasi) yang a pada lebih memudahkan karena didasarkan pada berat baja persatuan panjang, selain juga didasarkan pada di mensi tinggi profil. Oleh karenanya dalam buku ini juga akan digunakan sistem pengkodean yang serupa.

1. W27 x 114 adalah penampang *Wide – flange* dengan tinggi penampang mendekati 27 in dengan berat 114 lb/ft.
2. S12 x 35 adalah penampang standar Amerika dengan tinggi penampang mendekati 12 in dan berat 35 lb/ft.
3. HP 12 x 74 adalah profil untuk tiang pondasi dengan tinggi profil mendekati 12 in dan berat 74 lb/ft. Profil ini dibuat dengan material yang sama yang sama seperti profil W tetapi dengan web yang lebih tebal dengan tujuan supaya lebih kuat terhadap proses pemancangan.
4. M8 x 6,5 adalah profil dengan tinggi 8 in dan berat 6,5 lb/ft. Berdasarkan dimensinya, profil ini tidak dapat digolongkan dalam penampang W, S, atau HP.
5. C10 x 30 adalah profil tipe kanal 10 in dan berat 30 lb/ft.
6. MC18 x 58 adalah sejenis kanal tetapi dari dimensinya tidak dapat dikelompokkan sebagai C.

7. L6 x 6x ½ adalah siku sama kaki dengan panjang kaki 6 in dan tebal ½ in.
8. WT18 x140 adalah profil T yang didapat dengan memotong separuh profil W36x240
9. Penampang baja persegi dikelompokkan menjadi pelat dan bar. Pada umumnya penampang lebih besar dari 8 in. Disebut pelat, sedangkan yang lebih kecil dari 8 in tulangan/batang. Informasi detail penampang ini diberikan dalam part 1 dari manual LRFD. Pelat umumnya diberi notasi berdasarkan tebal x lebar x panjang, misalnya: PL ½ x 6 x 1 ft 4 in.
10. IWF 100x100x17,2 adalah profil wide-flange dengan lebar flens 100 mm, tinggi profil 100 mm, dan berat per meter 17,5 kg. (sumargo, *perancangan struktur baja metode LRFD Elemen Aksial*, 2009,).

Portal rangka baja

Menurut sumargo dalam buku, *perancangan struktur baja metode LRFD Elemen aksial*, 2009. Struktur baja adalah suatu jenis baja yang berdasarkan pertimbangan kekuatan dan sifatnya, cocok sebagai pemikul beban. Baja struktur banyak di pakai untuk kolom dan balok pada gedung bertingkat, sistim penyangga atap ,hanggar, jembatan,

menara, antena, penahan tanah, pondasi tiang pancang, serta berbagai konstruksi sipil lainnya.

Penggunaan baja di bidang konstruksi sangat diminati karena baja mempunyai beberapa sifat menguntungkan, seperti:

- a. Kekuatan yang tinggi dari baja persatuan berat mempunyai konskuensi bahwa beban mati akan kecil. Hal ini sangat penting untuk bangunan bentang panjang, bangunan tinggi, dan bangunan dengan kondisi tanah buruk.
- b. Seragam, sifat baja tidak berubah terhadap waktu, tidak seperti halnya pada struktur beton bertulang.
- c. Kelebihan lainnya:
 - Kemudahan penyambungan baik dalam baut, las maupun paku keling.
 - Cepat dalam pemasangan.
 - Dapat dibentuk menjadi profil yang di inginkan.
 - Kemungkinan untuk dapat digunakan kembali setelah pembongkaran.
 - Masih bernilai meskipun tidak digunakan sebagai elemen struktur.

Kekeutan maupun tegangan yang dapat dikerahkan oleh baja tergantung dari mutu baja .tegangan leleh dan tegangan dasar dari berbagai macam baja pembangunan adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Tegangan Leleh dan Tegangan Dasar Baja

Macam Baja		Tegangan Leleh		Tegangan Dasar	
Sebutan Lama	Sebutan Baru	σ_l		σ	
		kg /cm ²	M pa	kg /cm ²	M pa
St. 33	Bj. 33 (Fe. 310)	2000	200	1333	133,3
St. 37	Bj. 37 (Fe. 360)	2400	2406	1600	160
St. 44	Bj. 44 (Fe. 430)	2800	280	1867	186,7
St.52	Bj. 52 (Fe. 510)	3600	360	2400	24

Sumber : Suggono Teknik-sipil, 1995 Hal. 211

1 Mpa = 10 Kg/cm²

Mpa = **mega** pascal (satuan sistem internasional)

Untuk elemen-elemen baja yang tebalnya lebih dari 40 mm, tetapi kurang dari 100 mm, harga-harga dalam tebal harus dikurangi 10 %. Tegangan geser yang diijinkan untuk pembebanan tetap, besarnya sama dengan 0,58 kali tegangan dasar. Untuk elemen baja yang mengalami kombinasi tegangan normal dan geser, maka tagangan ideal yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan dasar.

$$I = 0,5 \bar{\sigma}$$

Untuk pembebanan sementara (akibat berat sendiri, beban bangunan, beban atau gaya gempa dan angin, besarnya tegangan dasar baja dapat dinaikan 30 %).

$\bar{v}_i \leq \bar{v}$ dimana \bar{v} = Tegangan Geser ijin

\bar{v} = Tegangan tekan ijin

(Sugono, Teknik-Sipil, 1995 Hal. 212)

Tegangan yang diizinkan pada konstruksi baja

Dari sifat bahan dengan percobaan-percobaan yang telah dilakukan telah diketahui sifat-sifat keteguhan baja. Keteguhan ada batas-batas tegangannya dimana baja itu akan memulai perputuhnya → $\sigma_B = S_B$ = tegangan putus. Pada perencanaan konstruksi nilai-nilai keteguhan itu tidak digunakan langsung sebagai dasar, tetapi juga dibagi dengan suatu coef keselamatan

V = coef keselamatan, ditentukan oleh instansi yang berwenang dengan memperhatikan antara lain

- Konruksi harus cukup kuat, pula untuk memikul faktor-faktor yang tidak termasuk dalam perhitungan (tegangan-tegangan sekunder dll)
 - Kontruksi harus cukup hemat, agar terdapat konstruksi yang ekonomis dapat dipertanggung jawabkan
- Darmawan, *konstruksi Baja I*, 1978.

Tabel : Tegangan yang diijinkan dalam bentang

PU	St 37		Tegangan geser Dalam (kg/kg ²)
	$\bar{\sigma}_t = \bar{\sigma}_b = (\text{lentur}) \sigma \text{ (kg/kg}^2\text{)}$		
	perhitungan tanpa angin	perhitungan dengan angin	
10	850	1000	0.6 x $\bar{\sigma}$
20	900	1050	
40	1000	1100	
80	1100	1200	
120	1200	1300	
160	1250	1350	
> 160	1300	1400	

Sumber : Loa W. Darmawan, 1978

Besar tegangan yang diijinkan diturunkan dengan mengecilnya bentang, agar untuk bentang kecil yang menurut perhitungan hanya dapat memikul gaya berpusat yang sedikit jumlahnya terpaksa dapat memikul beban yang lebih besar.

Kecepatan angin menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari pada yang ditentukan maka tekanan tiup ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{V^2}{16} \dots \text{kg/cm (rumus 1)}$$

Tabel : Baut Pada Baja

Diameter Nominal (d_n)		Tinggi mur (mm)	Diameter Inti (d_k) (mm)	ket
Inchi	mm			
1/2	12,70	13	9,99	M ₁₂
5/8	15,87	16	12,92	M ₁₆
3/4	19,05	19	15,80	M ₂₀
1	25,40	25	21,34	M ₂₅

Diameter yang dipergunakan untuk menghitung luas penampang (baut A) ialah :

$$A_{\text{baut}} = \frac{1}{4} \pi \cdot d_n^2$$

Dimana : A_{baut} = Luas Penampang baut

$$d_s = \frac{d_n + 3 \cdot d_k}{4}$$

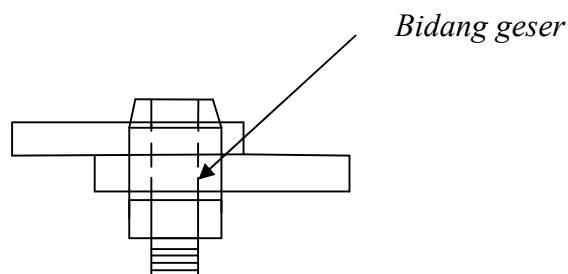
Jadi kalau ada angin mengetahui luas penampang baut M16 diulir penuh, maka dapat menghitung dengan rumus dari tabel diatas, yaitu :

$$d_s = \frac{15,87 + (3 \times 12,92)}{4} = 13,66 \text{ mm} = 1,366 \text{ cm}$$

$$\text{maka } A_{\text{baut}} = \frac{1}{4} \pi \cdot d_n^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 (1,366)^2 = 1,46 \text{ cm}^2$$

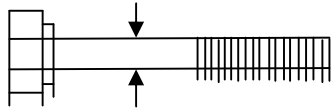
Jika baut yang diulir penuh digunakan sebagai alat penyambung, maka ulir baut akan berada pada bidang geser. Untuk lebih jelasnya, perhatikan berikut :



Gambar baut pada bidang geser

Baut yang tidak diulir penuh ialah baut yang hanya bagian ujungnya diulir

untuk lebih jelasnya, perhatiakn gambar berikut :



Gambar baut yang tidak diulir penuh

Diameter yang tidak diulir penuh ialah diameter terluar dari batang baut. Diameter nominal ialah diameter yang tercantum pada nama perdagangan, misalnya baut M16 berarti diameter nominal baut tersebut = 16 mm. Mengenai kekuatan tarik baut, anda dapat melihat pada tabel konstruksi baja. Sebagai contoh, berikut ini diuraikan kekuatan baut masing-masing dari baut hitam dan baut berkekuatan tinggi. Kalau baut hitam, ada tertulis dikepala baut 4,6 ini berarti tegangan leleh minimum baut = $4 \times 6 \times 100 = 2400 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan, baut berkekuatan tinggi, ada tertulis dikepala

baut A325 atau A490. Untuk baut A325 dengan diameter 16 mm, maka kekuatan tarik baut = 10700 kg. Untuk menghitung luas penampang baut tidak diulir penuh digunakan rumus.

$$A_{\text{baut}} = \frac{1}{4} \pi \cdot d_s^2$$

Besarnya tegangan izin baut pada sambungan yang menggunakan baut telah diatur pada PPBBI pasal. 8.2 yaitu :

$$\text{Tegangan geser izin} : \tau = 0,6 \cdot \sigma$$

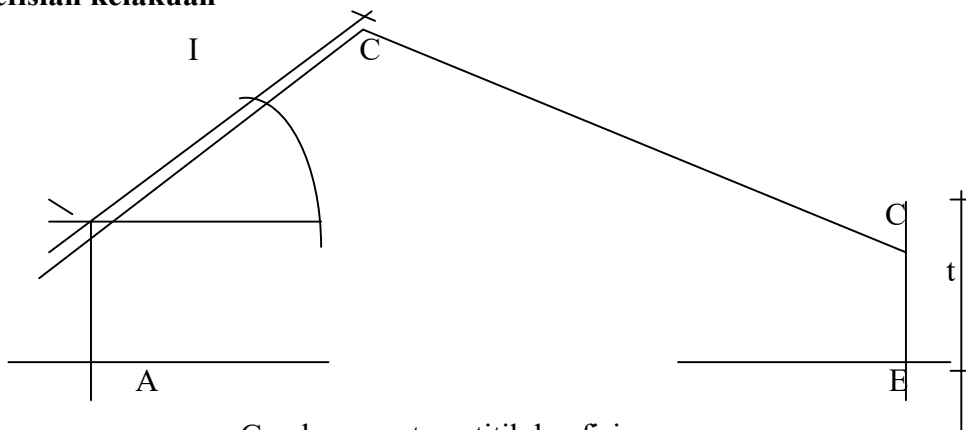
$$\text{Tegangan tarik izin} : 0,7 \cdot \sigma$$

$$\text{Tegangan tumpuan izin} : \sigma_{\text{ttumpu}} = 1,5 \cdot \sigma \text{ untuk } St \geq 2d : \sigma_{\text{ttumpu}} = 1,2 \cdot \sigma$$

$$\text{Untuk } 1,5 \leq St \leq 2d$$

(Ket. St = jarak sumbu baut paling luar ketepi pelat yang di sambung)

Koefisien kelakuan



Gambar penentuan titik koefisien

Dalam kasus ini kolom terbuat dari profil yang sama dengan kuda-kuda yakni IWF 250 x125 koefisien kolom adalah :

$$K_{ba} = .K_{de} = \frac{3EI}{t}$$

$$K_{bc} = K_{cb} = .K_{cd} \text{ (Dermawan, 1978)}$$

Koefisien distribusi

- Koefisien distribusi dititik B

$$\omega_{BA} = \frac{K_{BA}}{K_{BA}+K}$$

$$\omega = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD}}$$

- koefisien distribusi dititik c

$$\omega_{CB} = \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{CD}}$$

$$\omega_{CD} = \frac{K_{CB}}{K_{BC} + K_{CD}}$$

- koefisien distribusi dititik D

$$\omega_{DC} = \omega_{BC}$$

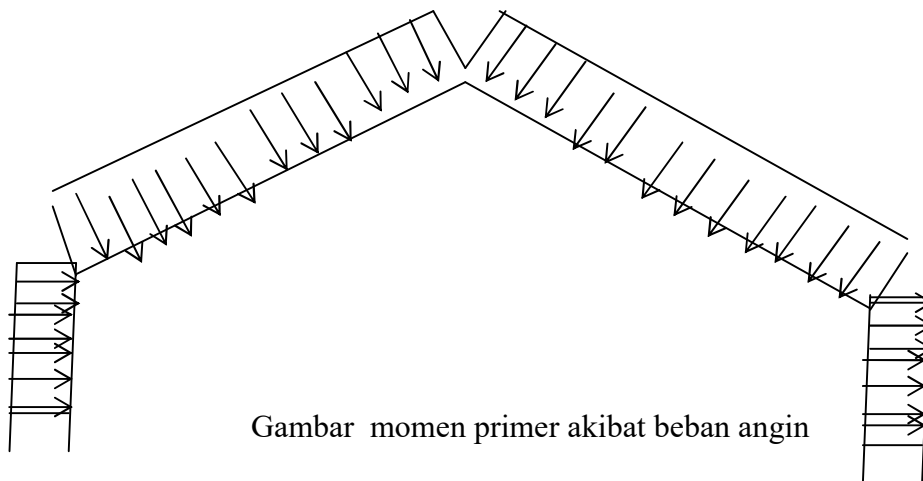
$$\omega_{DE} = \omega_{BA}$$

Momen primer

a. Momen Primer Akibat Berat Sendiri

$$M_{BC} = -M_{CB} = \frac{1}{2} \times Q \text{ bsl} \times L^2$$

b. Momen Primer Akibat Beban Angin



Gambar momen primer akibat beban angin

Maka :

$$M_{BA} = 1/8 \times Q_1 \times t^2$$

$$M_{BC} = 1/12 \times Q_2 \times t^2$$

$$M_{CD} = 1/12 \times Q_3 \times t^2$$

$$M_{DE} = 1/8 \times Q_4 \times t^2$$

ω = faktor tekuk

A = luas penampang balok

M = momen kolom searah sumbu yang ditinjau

$$B = 0.6 + M/M^{2.4}, \text{ B harus } \geq 0.4$$

Balok kolom melentur

Pada kolom tidak ada gaya lintang suatu balok-kolom hanya akan menerima gaya aksial dan momen lentur. Pada umumnya sumbu tersebut ditunjukkan oleh sumbu x dan y. Persyaratan interaksi balok-kolom secara umum harus memenuhi :

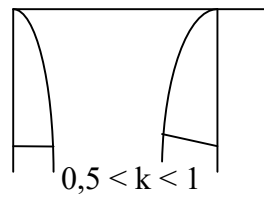
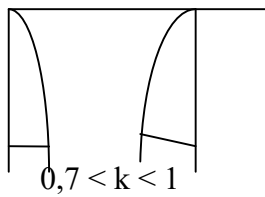
$$\omega = \frac{N}{A} + B \frac{M}{W} \leq \sigma$$

Dimana :

Tekuk

Menurut sumargo 2009, umumnya keadaan ujung-ujung batang tekan dipengaruhi oleh bagian-bagian konstruksi yang berhubungan dengannya. Misalnya untuk suatu portal simetri didapatkan sebagai berikut :

a. portal yang mempunyai leteral ideal support, hingga tak dapat bergoyangan kesamping



Tekuk lentur

Persamaan euler yang digunakan yaitu untuk penampang lurus, dibebani secara konsentris, homogen, kolom panjang dengan ujung bulat.

$$EL = \frac{d^2y}{dx^2} = -py$$

Untuk memudahkan perhitungan integrasi kalikan kedua ruas dengan 2 dy

$$EL = \frac{dy}{dx} \times \frac{dy}{dx} = -2 pydy$$

$$EL = \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 = py^2 + C_1$$

Jika $y = \sigma dy/dx = 0$, dan nilai C_1 akan sama dengan $p\sigma^2$ dan

$$EL = \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 = py^2 + p\sigma^2$$

III. METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

- a. populasi yang menjadi dalam penelitian ini adalah seluruh portal baja dan beban kerja pada gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote

- b. sampel dalam dalam penelitian ini adalah

ditentukan secara langsung pada struktur portal rangka baja, yang meliputi Atap, kuda-kuda, gording, dan kolom yang menerima beban terbesar pada gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar Rote

B. Jenis sumber dan data

- a. jenis data : data kuantitatif yaitu profil baja dan beban-beban kerja.
- b. Sumber data :
 - a) Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan
 - b) Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari pustakaan

C. Teknik pengumpulan data

- a. Study lapangan (Feld Study) Dengan cara pengukuran dan pengamatan lapangan sehingga menghasilkan

data-data primer seperti data panjang dan lebar gedung tersebut, dan profil baja apa yang digunakan pada gedung Aula Universitas Nusa Lontar

- b. Study kepustakaan (Literature)
Menghasilkan data-data sekunder yaitu data dari buku-buku yang menulis tentang konstruksi baja, beban-beban, momen serta yang lain diperlukan dalam penelitian ini.

D. Teknik analisa data

Data hasil editing dikomplikasi untuk dijadikan dasar analisa sesuai dengan dasar teori yang dipelajari. Jenis data masing-masing akan digunakan untuk kepentingan analisa.

Pembebanan struktur

1. Beban mati : Menghitung beban mati yang dipikul oleh struktur.
 - Berat atap seng
 $L = \frac{1}{2} (a+b) \times t$ dan $L = \frac{1}{2} a \times t$
 Luas atap seng x berat seng/m² =kg

- Berat kuda-kuda dan gording
 Panjang seluruh profil x berat profil baja/m
- Beban merata pada gelagar
 $(Q \quad bsl) = \frac{\text{Berat total seluruh Bentang gelagar}}{\text{Bentang gelagar}}$

2. Beban Hidup

- a. Beban angin

$$EL = \frac{v^2}{16} \text{.. kg/cm}$$

$$Q = K \times Q \text{ angin} \times t$$

- b. Sambunagn pada profil baja

Tegangan tarik

$$\sigma = \frac{P}{Fn}$$

Tegangan geser

$$\tau = P/n \times F_s$$

Tegangan tumpul

$$\sigma_{tp} = P/n \times F_{tp}$$

- c. Tegangan pada baut

Tegangan tarik

$$\sigma_{tr} = < 0.7 \sigma$$

Tegangan geser

$$\tau = < 0.6 \sigma$$

Tegangan tumpul

$$\sigma_{tr} = > 1.5 \sigma$$

E. Hipotesis

H₀ : T₁ < T₂ : Jika daya tahan tekuk portal baja lebih kecil daya tekuk yang diijinkan.

$H_1 : T_1 < T_2$: Jika daya tahan tekuk portal baja lebih besar daya tekuk yang diijinkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Rovie Auditorium Universitas Nusa Lontar merupakan gedung tinggi dan memiliki bentang yang cukup panjang. Struktur dari gedung tersebut menggunakan profil baja IWF 250 pada kuda-kuda dan kolom sedangkan untuk gording menggunakan baja 125 x 50 dan atap dari Gedung Rovie Auditorium Unstar menggunakan baja dek. Pada penyambungan profil baja menggunakan system penyambungan baut dan las.

Material pada struktur untuk kolom dan kuda-kuda rangka baja terbuat dari profil IWF 250 x 125 dengan data-data profil sebagai berikut :

Tegangan leleh = 2400 kg/cm

Tegangan dasar = 1600 kg/cm

Baja = BJ.37

A = Luas penampang = 37,66 cm²

Q = Berat profil = 29,6 kg/m'

Ix = Momen inersia penampang 5b.x
= 4,050 cm⁴

Iy = Momen Inersia penampang 5b.y
= 294 cm⁴

Wx = Momen taharan 5b.x = 324 cm³

Wy = Momen taharan 5b.y = 47 cm³

Dan materi untuk gording digunakan daari profil baja I 125 x 50 x 20 dengan data-data sebagai berikut :

A = Luas penampang = 25,747 cm²

Q = Berat profil = 4,51 kg/m'

Ix = Momen inersia penampang 5b.x
= 137 cm⁴

Iy = Momen Inersia penampang 5b.y
= 20,6 cm⁴

Wx = Momen taharan 5b.x = 21,9 cm³

Wy = Momen taharan 5b.y = 6,22 cm³

Untuk data-data dari besi polos Φ 10 sampai dengan Φ 20 polos adalah :

Φ 10 = 0,62 kg/m

Φ 12 = 0,887 kg/m

Φ 14 = 0,209 kg/m

Φ 16 = 1,58 kg/m

Φ 18 = 1,994 kg/m

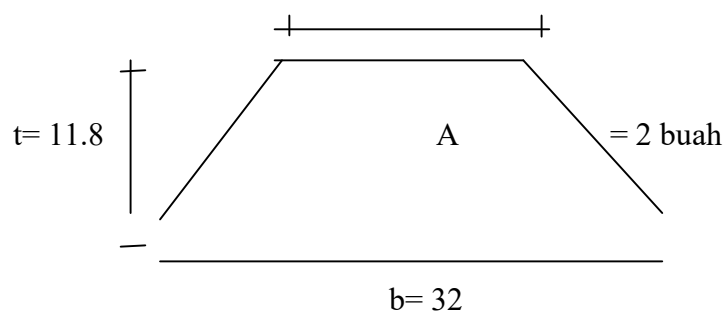
Φ 20 = 2,465 kg/m

Pembebanan Pada Struktur

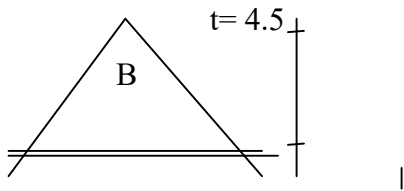
Beban mati

Beban gelagan/span

➤ Berat atap seng
a = 21



$$\begin{aligned}
L &= \frac{1}{2} (a+b) \times t \\
&= \frac{1}{2} (21+32) \times 11.8 \\
&= 0.5 \times 53 \times 11.8 \\
&= 312.7 \text{ cm}^2 \\
&= 312.7 \times 2 \\
&= 625 \text{ cm}^2
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
L &= \frac{1}{2} a \times t \\
&= 0.5 \times 20 \times 4.5 \\
&= 45 \\
&= 45 \times 2 \\
&= 90 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Luas atap seng seluruh :

$$\begin{aligned}
&= A + B \\
&= 625 + 90 \\
&= 715 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Berat atap seng seluruh = luas atap seng x
Berat seng / m²

$$\begin{aligned}
&= 715 \times 3.5 \text{ kg/m}^2 \\
&= 2502.5 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Berat gording = panjang seluruh
gording x berat profil/m

$$\begin{aligned}
&= 823 \times 4.51 \text{ kg/m}^2 \\
&= 3711.6 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Berat gelagar = 141 x 29.6 kg/m²

$$= 4173.6 \text{ kg}$$

Berat ikat angin = 297 m x
1158 kg/m²

$$= 469 \text{ kg}$$

Total berat seluruh atap adalah

= berat atap seng + berat gording + berat
kuda-kuda + berat ikat angin

$$= 2503 + 3711 + 4174 + 469$$

$$= 10857 \text{ kg}$$

Diperhitungkan untuk berat
penyambungan 25 %

$$= 0,25 \times 10857$$

$$= 2714 \text{ kg}$$

Untuk berat sambungan 2714 kg

Total berat seluruh ditambah berat
penyambungan

$$= 10857 + 2714$$

$$= 13571 \text{ kg}$$

Maka beban merata pada gelagar adalah

$$(\Phi \text{ bsl}) = \frac{\text{Berat total seluruh}}{\text{Bentang gelagar}}$$

$$= \frac{13571}{16}$$

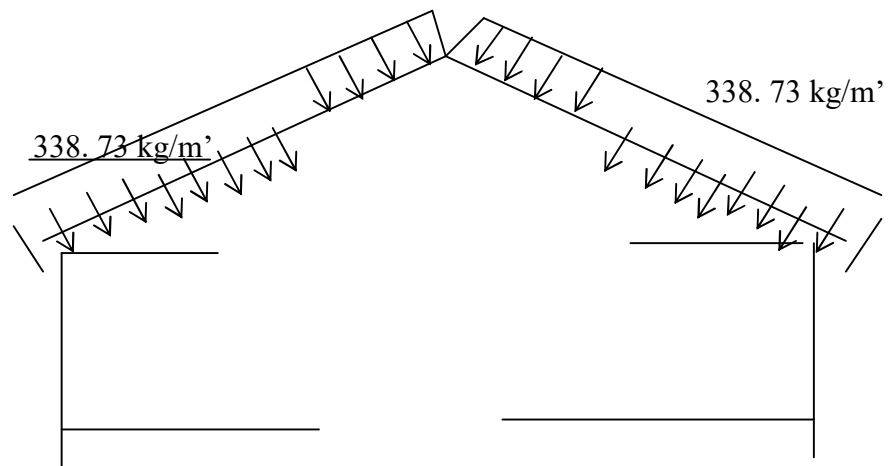
$$= 848.1 \text{ kg/m'}$$

Beban merata tegak lurus bidang atap :

$$= 848.1 \cos 30.256^\circ$$

$$= 338.73 \text{ kg/m'}$$

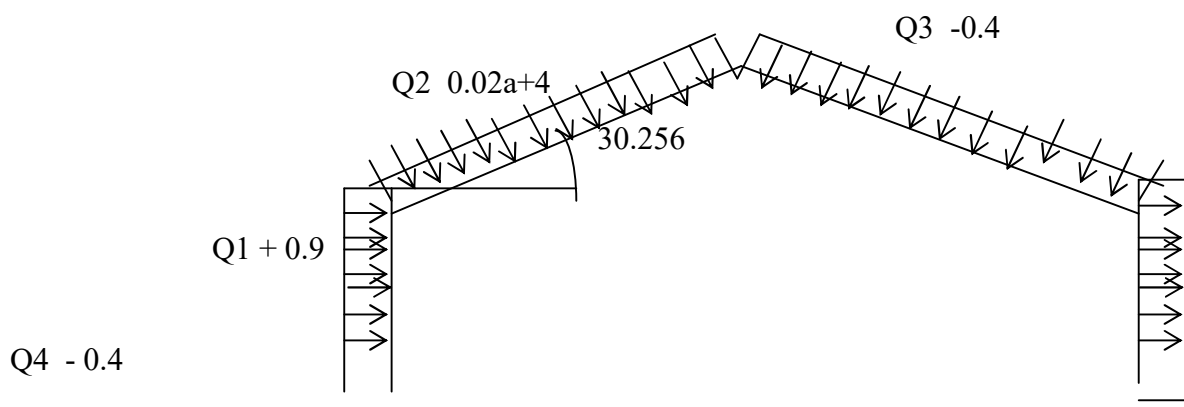
$$(\Phi \text{ bsl}) = 338.73 \text{ kg/m'}$$



Beban Hidup

Diperhitungkan lokasi gedung penempatan rangka Baja sejauh ± 9 km dari tepi laut

maka muatan angin yang diperhitungkan 30 kg/m²



Beban angin

Q1 : $K \times Q \text{ angin} \times t = 0.9 \times 30 \text{ kg/cm}^2 \times 6$

= 161 kg (tekan)

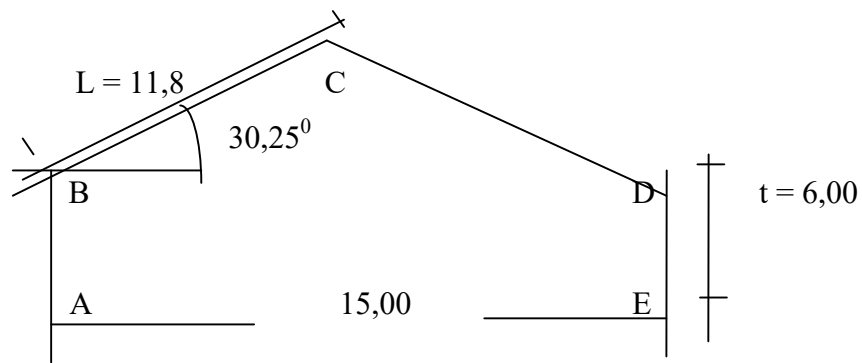
Q2 : $K \times Q \text{ angin} \times t = (0.02 \times 20.256 - 0.4) \times 30 \text{ kg/cm}^2 \times 6$

= 71.48 kg (Hisap)

Q3 : $K \times Q \text{ angin} \times t = 0.4 \times 30 \text{ kg/cm}^2 \times 6$
= 72 kg (Hisap)

Q4 : $K \times Q \text{ angin} \times t = 0.4 \times 30 \text{ kg/cm}^2 \times 6$
= 72 kg (Hisap)

Menentukan Koefisien Kelakuan



Dalam kasus ini kolom tersebut dari profil sama dengan kuda-kuda yakni IWF 250 x 125 koefisien kolom adalah :

$$.K_{BA} = .K_{DE} = \frac{3EI}{t} = \frac{3EI}{600} = 0,5 EI$$

$$.K_{BC} = .K_{CB} = K_{CD} = K_{DC} = \frac{4EI}{11,80} = 0,338 EI$$

EI

Menentukan Koefisien Distribusi

Koefisien distribusi dititik B

$$.\omega_{BA} = \frac{K_{BA}}{K_{BA}+K_{BC}} = \frac{0,5 EI}{0,5 EI+0,338 EI} = 0,597$$

$$.\omega_{BC} = \frac{K_{BC}}{K_{BA}+K_{BC}} = \frac{0,338 EI}{0,5 EI+0,338 EI} = 0,403$$

Kontrol titik tumpu

$$.\omega_{BA} + .\omega_{BC} = 1$$

$$0,597 + 0,403 = 1$$

Koefisien distribusi dititik C

$$.\omega_{CB} = \frac{K_{CB}}{K_{CB}+K_{CD}} = \frac{0,338 EI}{0,338 EI+0,338 EI} = 0,5$$

$$.\omega_{CD} = \frac{K_{CD}}{K_{CB}+K_{CD}} = \frac{0,338 EI}{0,338 EI+0,338 EI} = 0,5$$

Koefisien distribusi dititik D

$$.\omega_{DC} = .\omega_{BC} = 0,403$$

$$.\omega_{DE} = .\omega_{BA} = 0,592$$

$$.\omega_{DC} + .\omega_{DE} = 1$$

$$0,403 + 0,592 = 1$$

Menentukan momen primer

Momen primer akibat berat sendiri

$$\begin{aligned} MBC - MCB &= 1/12 \times Q_{bsl} \times L^2 \\ &= 1/12 \times 338,73 \times 11,2^2 \\ &= 0,083 \times 338,73 \times 139,24 \\ &= 3.914 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MDC - MCD &= 1/12 \times Q_{bsl} \times L^2 \\ &= 1/12 \times 338,73 \times 11,2^2 \\ &= 0,083 \times 338,73 \times 139,24 \\ &= 3.914 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Momen primer pergoyangan

Pergeseran tiang kolom sebesar $\Delta/\sin \alpha$ E''E''' = $\Delta/\sin \alpha$ maka momen-momen primer akibat pergoyangan adalah :

$$MCB = \frac{2EI}{L^2} = \frac{3 \times 4.050}{600} 0,020 E\Delta$$

$$MBS = - MDE$$

$$\begin{aligned} MBC &= \frac{6EI\Delta/\sin \alpha}{L^2} \\ &= \frac{6 \times 7.792 / \sin 20,256}{11,82} \\ &= \frac{6 \times 7.792 / 0,986}{139,24} \end{aligned}$$

$$= 0,340 \text{ E} \Delta$$

Misalkan : MBA 100 x

$$: \text{MBC} = 337,958$$

Momen prima akibat beban angin

$$\text{MBA} = 1/8 \times Q_1 \times t^2 = 0,125 \times 162 \text{ kg/cm}^2 \times (6)^2 = 724,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{MBA} = 1/8 \times Q_1 \times t^2 = 0,125 \times 162 \text{ kg/cm}^2 \times (6)^2 = - 724,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{MBC} = 1/12 \times Q_2 \times t^2 = 0,0854 \times 71,48 \text{ kg/cm}^2 \times 11,8^2 = 826 \text{ kg/m}$$

$$\text{MBC} = \text{MCB}$$

$$\text{MCB} = 826 \text{ kg/m}$$

$$\text{MCD} = 1/8 \times Q_3 \times L^2 = 0,083 \times 72 \times 11,8^2 = 832 \text{ kg/m}$$

$$\text{MDC} = \text{MCD}$$

$$\text{MCD} = 832 \text{ kg/m}$$

$$\text{MDE} = 1/8 \times Q_4 \times t^2 = 0,125 \times 72 \times 6^2 = 324 \text{ kg/m}$$

$$\text{MED} = 1/8 \times Q_4 \times t^2 = 0,125 \times 72 \times 6^2 = - 324 \text{ kg/m}$$

Momen primer pergoyangan beban angin kekiri

$$\text{MBA} = \frac{3EIA}{t^2} = \frac{3 \times 4,050}{600} = 0,020 \text{ E} \Delta$$

$$\text{MDC} = -\text{MBA}$$

$$\text{MBC} = \frac{6EAI \sin \alpha}{12} = \frac{6 \times 7,792 / \sin 20,256}{11,82} =$$

$$0,340 \text{ E} \Delta$$

Misalkan MBA = 100 x

$$= 100 \text{ x}$$

Hitung sambungan dengan baut

Berdasarkan peraturan PPBBI Pasal 8.2 maka setelah ditinjau maka memenuhi syarat :

- Jarak antara sumbu baut keujung bagian yang disambung tidak boleh lebih dari 1,2 d dan tidak boleh lebih besar dari 3 d atau 6 t.
- Pada sambungan yang terdiri dari satu baris baut maka jarak dari satu sumbu kesumbu dari 2 baut yang berurutan tidak boleh kurang dari 2,5 d dan tidak boleh lebih besar dari 7 d atau 14 t.
- Banyaknya baut yang dipasang pada satu baris yang sejajar arah gaya tidak boleh lebih dari 5 buah. Setelah ditinjau dilapangan (Auditorium Unstar) maka sambungan yang dipakai MEMENUHI SYARAT untuk menentukan JUMLAH DAN JARAK BAUT.
- Setelah jumlah dan syarat baut telah memenuhi maka dihitung tegangan yang timbul.

Untuk itu diketahui bahwa profil penyambungan antar kolom dan balok adalah profil baja IWF250 x 125

Mutu baja BJ 37

Lebar plat = 250

Tebal plat = 6 mm

Menggunakan Baut $\Phi = 16 \text{ mm}$

Beban yang bekerja = 338.73 kg/cm

a. Besarnya tegangan yang timbul

$$\text{❖ Tegangan tarik pada baut, } \sigma_{tr} = \frac{P}{F_n}$$

$$F_n = F_{br} - t (d + 0,1 \text{ mm}) 5$$

lubang

$$= (25 \times 1,8) - 1,8 (1,6 + 0,1) 4$$

$$= 45 - 12,24$$

$$= 32,76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Maka } \sigma = \frac{P}{F_n}$$

$$= \frac{33873}{32,76}$$

$$= 1035 \text{ kg/cm}$$

$$\text{❖ Tegangan geser pada baut, } \tau = \frac{P}{n \times F_s}$$

$$F_s = 4 (1/4 \pi d^2)$$

$$= 4 (1/4 \times 3,14 \times 1,6^2)$$

$$= 4 (0,785 \times 3,2)$$

$$= 10,05 \text{ cm}^2$$

$$\text{Maka } \tau = \frac{P}{n \times F_s}$$

$$= \frac{33873}{4 \times 10,05}$$

$$= \frac{33873}{40,2}$$

$$= 842,6 \text{ kg/cm}$$

$$\text{❖ Tegangan tumpu pada baut,}$$

$$\sigma_{tp} = \frac{P}{n \times F_{tp}}$$

$$F_{tp} = d \times t$$

$$= 1,6 \times 1,8$$

$$= 2,88 \text{ kg/cm}$$

$$\text{Maka } \sigma_{tp} = \frac{P}{n \times F_{tp}}$$

$$= \frac{33873}{4 \times 2,88}$$

$$= 4940 \text{ kg/cm}^2$$

b. Periksa tegangan yang diijinkan pada sambungan dengan menggunakan baut tersebut.

$$\text{❖ Tegangan tarik} = \sigma_{tr} < 0,7 \bar{\sigma}$$

$$= 1035 < 0,7 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Ternyata} = 1035 < 1120 \times \text{kg/cm}^2$$

(MEMENUHI)

$$\text{❖ Tegangan geser} = \tau < 0,6 \bar{\sigma}$$

$$= 842,6 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Ternyata} = 842,6 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2 \text{ (MEMENUHI)}$$

$$\text{❖ Tegangan tumpu pada baut, } \sigma_{tp} \geq 1,5 \bar{\sigma}$$

$$= 2940 \text{ kg/cm}^2 \geq 1,5 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Ternyata} = 2940 \text{ kg/cm}^2 \geq 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (MEMENUHI)}$$

c. Besaran gaya yang didukung baut

$$\text{❖ Gaya tarik, } P_{trk} = F_n \times 0,7 \bar{\sigma}$$

$$= 32,76 \times 0,7 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 32,76 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 36691 \text{ kg}$$

$$= 36,691 \text{ ton}$$

$$\text{❖ Gaya geser, } P_{gs} = n F_s \times 0,6 \bar{\sigma}$$

$$= 4 \times 10,5 \times 0,6 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 40,2 \times 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 38592 \text{ kg}$$

$$= 38,592 \text{ ton}$$

$$\text{❖ Kekuatan tumpu } P_{tp} = F_{tp} \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 4 \times 2,88 \times 1,5 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 27648 \text{ kg}$$

$$= 27,648 \text{ ton}$$

Menggunakan baut Φ 16 mm

1. Besarnya tegangan yang timbul

❖ Tegangan tarik pada baut,

$$\sigma_{tr} = \frac{P}{F_n}$$

$$\begin{aligned} F_n &= F_{br} - t (d + 0,1 \text{ mm}) \cdot 5 \text{ lubang} \\ &= (25 \times 1,9) - 1,9 (1,6 + 0,1) \cdot 5 \\ &= 47 - 16,15 \\ &= 31,35 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \sigma &= \frac{P}{F_n} \\ &= \frac{33873}{31,35} \\ &= 1080 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

❖ Tegangan geser pada baut,

$$\tau = \frac{P}{n \times F_s}$$

$$\begin{aligned} F_s &= 5 (1/4 \pi d^2) \\ &= 5 (1/4 \times 3,14 \times 1,6^2) \\ &= 5 (0,785 \times 3,2) \\ &= 12,6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \tau &= \frac{P}{n \times F_s} \\ &= \frac{33873}{5 \times 12,6} \\ &= \frac{33873}{63} \\ &= 538 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

❖ Tegangan tumpu pada baut, σ_{tp}

$$= \frac{P}{n \times F_{tp}}$$

$$\begin{aligned} F_{tp} &= d \times t \\ &= 1,6 \times 1,8 \\ &= 2,88 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \sigma_{tp} &= \frac{P}{n \times F_{tp}} \\ &= \frac{33873}{4 \times 3,04} \\ &= 2786 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

2. Periksa tegangan yang diijinkan pada sambungan dengan menggunakan baut tersebut.

$$\begin{aligned} \text{❖ Tegangan tarik} &= \sigma_{tr} < 0,7 \bar{\sigma} \\ &= 1080 < 0,7 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ternyata} &= 1080 < 1120 \text{ kg/cm}^2 \\ &(\text{MEMENUHI}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ Tegangan geser} &= \tau < 0,6 \bar{\sigma} \\ &= 583 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ternyata} &= 583 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2 \\ &(\text{MEMENUHI}) \end{aligned}$$

❖ Tegangan tumpu, $\sigma_{tp} \geq 1,5 \bar{\sigma}$

$$= 2786 \text{ kg/cm}^2 \geq 1,5 \times 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Ternyata} &= 2786 \text{ kg/cm}^2 \geq 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &(\text{MEMENUHI}) \end{aligned}$$

3. Besar gaya yang didukung baut

$$\begin{aligned} \text{❖ Gaya tarik, } P_{trk} &= F_n \times 0,7 \bar{\sigma} \\ &= 31,35 \times 0,7 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 31,35 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 35112 \text{ kg} \\ &= 35,112 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ Gaya geser, } P_{gs} &= n F_s \times 0,6 \bar{\sigma} \\ &= 5 \times 12,6 \times 0,6 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 63 \times 960 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 60480 \text{ kg} \\ &= 60,480 \text{ ton} \end{aligned}$$

❖ Kekuatan tumpu

$$\begin{aligned} P_{tp} &= F_{tp} \times 1,5 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 4 \times 3,04 \times 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 29184 \text{ kg} \\ &= 29,184 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hitung sambungan dengan las

Lass selain harus memikul momen M 47160 kg/cm, juga memikul gaya geser P = 3387 kg/cm. Syarat las $a \leq \frac{1}{2} 10 \sqrt{2} = 7,07$ mm. Maka dipakai $a = 10$ mm akibat M = 47160 kg/cm terjadi :

I brotto = 180 mm

In = 180 - 3 x 7 = 15,9 cm

$$\alpha = \frac{2,12 m}{a l^2}$$

$$= \frac{1,12 \times 47160}{0,7 \times 15,9^2}$$

$$= \frac{99979}{176,967}$$

= 565 kg/cm

Akibat P 3387 kg/cm terjadi τ , ($\alpha = 0^0$)

$$\tau = \frac{P}{2 A}$$

$$= \frac{3387}{2 a l}$$

$$= \frac{3387}{2 \times 0,7 \times 1,9}$$

$$= 152 \text{ kg cm}$$

$$\tau = \sqrt{\tau_{,,}^2 + \tau_s^2}$$

$$= \sqrt{135 + 539}$$

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma + 35}$$

$$= \sqrt{565 + 3 (152 + 565)}$$

$$= 319225 + 3 (23104 + 319225)$$

$$= 1346 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 1346 \text{ kg/cm}^2 < 1600 (0_k)$$

Ditinjau

$$A_s = \frac{A_s}{0,5 \sigma} = \frac{3387}{0,58 \times 1600} = 3,64 \text{ cm}$$

$$B_s = \frac{B_s}{a} = \frac{3,64}{0,7} = 5,2 \text{ cm}$$

$$I_n = 3,64 + 5,2 = 8,84 \text{ cm}^2$$

In max = 115,9

Syarat In < max

$$= 8,84 < 15,9 \text{ (OK)}$$

Mencari gaya-gaya dalam dengan Metode Croos

- ❖ Distribusi momen akibat beban (berat sendiri)

Tabel : Distribusi momen akibat beban (berat sendiri)

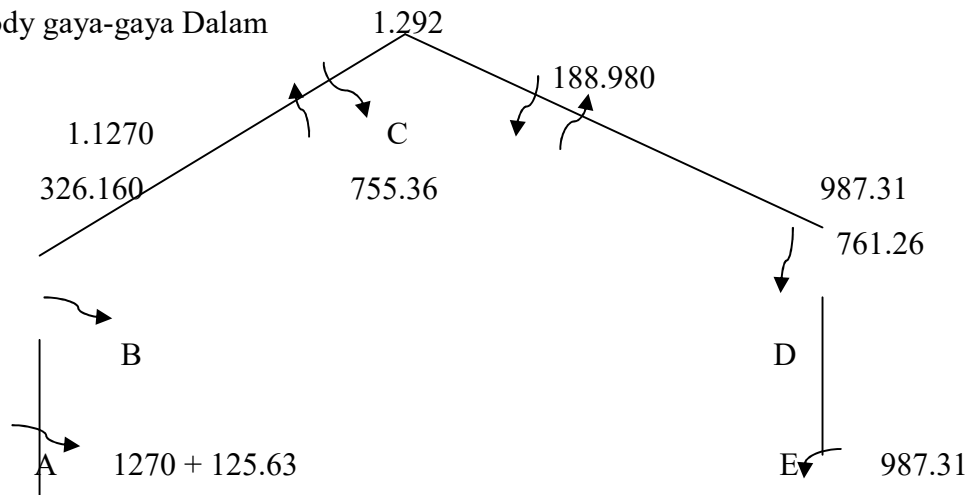
Titik	A		B		C		C	
	AB	BA	CB	BC	CD	DC	ED	DE
Distribusi	0,597	0,597	0,403	0,403	0,500	0,500	0,403	
Momen Primer	0,000	-1889	1,889	1,889	-1889	1,889	-1,889	0,000
		0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	1,127	1,127	761,26	-	-944,5	944,5	761,26	1,127
		0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	0,000	-1,127	761,26	-	-944,5	944,5	761,26	0,000
M. Akhir	1,724	-1,888	1,889	1,889	-1,889	1,889	-1,889	1,127

❖ Distribusi momen akibat angin

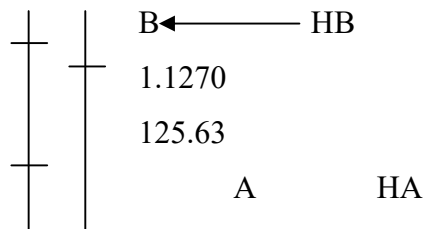
Tabel : Distribusi momen akibat beban angin

Titik	A		B		C		C	
	AB BA		CB BC		CD DC		ED DE	
Distribusi	0,597	0,597	0,403	0,403	0,500	0,500	0,403	- 787.000
Momen Primer	100,00	-100,00	377,96	377,96	377,96	- 377,96	- 100,00	-100,00
	125.63	0,000	0,000	-720	0,00	0,00	0,00	
	100,00	- 125.630	152.318	- 188.980	188..98	152.32	325.64	-100,00
	0,00	100,00	0,000	0,000	0,00	36,00	0,000	
	1.1270	-1.1270	761.26	- 761,26	-944,50	944,50	761,26	0,000
M. Akhir	326.160	- 326.160	1,292	-1,292	-755.02	755.36	987.31	-987.31
Kontrol	0		0		0		0	

❖ Freebody gaya-gaya Dalam



0,000



Mencari koefisien X

$$H_A = (127,733 + 255,64x) 6,00$$

$$H_A = 0,187 + 0,37x \dots (1)$$

$$V_A = V_B = 0,5 \times 615,779 = 1,615$$

$$\sum MB = 0$$

$$1,615,77 \times 6,75 - \frac{1}{2} \times 338,73 \times 11^2 \times 2833,5$$

$$H_A = 295 - 72,14x \dots (2)$$

Substitusikan persamaan 1 dan 2

$$0,187 + 0,37x = 295 - 72,14x$$

Maka x,

$$x = 14,55$$

$$\sum MB = 0$$

$$H_A = (537,132 + 1,726x)/6 \\ = 0,89 + 0,29x \dots (3)$$

$$V_A$$

$$\sum MB = 0$$

$$V_A = \frac{0,5 \times 161}{6}$$

$$= \frac{2898}{6}$$

$$= 483 \text{ kg}$$

Akibat beban angin

$$\sum MC = 0$$

$$V_A = \frac{0,5 \times 71,48 \times 8}{11,8}$$

$$= \frac{4976}{11,8}$$

$$= 4217,7 \text{ Cos } 30,256 \text{ kg}$$

$$= 168,5 \text{ kg}$$

$$\sum MD = 0$$

$$H_A = (43,93 + 1,889)/11,8$$

$$= 0,46 + 0,16 \dots (5)$$

$$\sum MD = 0$$

$$V_A = \frac{0,5 \times 72,11,8}{11,8}$$

$$= \frac{5012}{11,8}$$

$$= 424,8$$

$$= 169,7 \text{ kg}$$

Kombinasi Pembebanan

Batang	Beban mati			Beban Angin			Kombinasi gaya dalam		
	Momen	Lintang		Momen	Lintang		Momen	Lintang	
	Normal			Normal			Normal		
AB	1,127	-518.1	-848.10	537.2	483	161.56	1664.2	-35.1	-686.5
BA	-1,888	518.1	-848.10	-537.1	-483	-160.56	-2425.5	35.1	-1008.7
CB	1,889	923.3	338.73	548.5	169	71.48	2437.5	1091.8	410.2
BC	1,889	-923.3	-338.73	-549.0	-169	-71.48	1340.0	-1092.3	-410.2
CD	-1,889	923.3	338.73	543.9	169	72.13	-1345.1	1092.3	410.9
DC	1,889	-923.3	-338.73	-543.4	-169	-72.13	1345.6	-1092.3	-410.9
ED	-1,889	518.0	848.10	553.5	216	72.24	-1335.5	734.0	920.3
DE	1,127	-518.0	-848.10	-553.2	-216	-72.24	537.8	-734.0	-920.3

Dari perhitungan :

Untuk momen max = $M_x = 2437,5 \text{ kg/m}$

Untuk lintang max = $D_x = 1092,3 \text{ kg}$

Untuk normal max = $N_x = 920,3 \text{ kg}$

Cek tegangan yang terjadi

$A' = A \text{ Sayap} + 1/6 A \text{ Badan}$

$A' = 11,25 + 2,32 = 13,57 \text{ cm}^2$

$I_y^2 = 0,5 I_y/A'$

$I_y = 10,833$

$\alpha = (L/14 = 711,5) 10,833$

$= 65,681$

$\omega = 1,403$

$\rho \text{ Kip Ijin} = 1600/1.403$

$= 1140 \text{ kg/m}^2$

$\tau \text{ Ijin} = 0,58 \times \sigma \text{ dasar}$

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

Statis momen = $(7,5 \times 12,2) + (10,71 \times ,95) = 155.225 \text{ m}^2$

Maka besarnya tegangan yang terjadi ialah :

$$\tau \geq \frac{D_{\max} \times 5}{t_b \times l_x}$$

$$= \frac{1092,3 \times 1,55}{0,6 \times 4,050}$$

$$= \frac{1693}{2,43}$$

$$= 697 \text{ kg/cm}^2$$

Maka untuk tegangan geser

$$= 928 \geq 697 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}$$

Tegangan Kip (Lentur) yang terjadi adalah :

$$\sigma \text{ Kip} = \frac{M_{\max}}{W_x}$$

$$\sigma \text{ Kip} = \frac{2437}{3,24}$$

$$= 752 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan kip ijin

$$\begin{aligned} \sigma \text{ Kip Ijin} &= \frac{\bar{\sigma}}{\omega} \\ &= \frac{1600}{1,403} \\ &= 1140 \end{aligned}$$

Maka tegangan yang terjadi $752 < 1140$ (AMAN)

Cek terhadap tekuk

Untuk portal bergoyangan nilai $\beta = 0,85$ $M_x = 139,22$

$$\omega = 1,403$$

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{\bar{\sigma} \text{ Kip} (8-3)(M_x)}{5x\bar{\sigma}} \\ &= \frac{752 (8-3)(M_x)}{8000} \\ &= 1,145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega x \times \theta \times \frac{N}{A} + \beta x \times \frac{nx}{nx-1} \times \frac{M_x}{\omega x} &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = 1,403 \times 1,145 \times \frac{1092}{37,66} + 0,85 \times \frac{139,22}{139,22-1} \times \frac{243700}{324} &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = 1,606 \times 28,996 + 0,85 \times 1,007 \times 752,16 &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = 465 + 643,8 &\leq 1,3 \times 1600 \\ = 1108 &\leq 2080 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{N}{A} + \theta \frac{M_x}{\omega x} &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = \frac{920}{37,66} + 1,145 \frac{2437}{324} &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = 24,429 + 861,223 &\leq 1,3 \bar{\sigma} \\ = 885,7 &\leq 2080 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

Tabel : besarnya angka keamanan konstruksi pada portal Rangka Baja

No	Yang Diijinkan	Yang Terjadi
1	Tegangan geser yang diijinkan	Tegangan geser yang terjadi
2	τ Ijin = $0,58 \times \sigma$ dasar = 928 kg/cm ²	$\tau \geq \frac{D_{max} \times 5}{t_b \times I_x} = 697 \text{ kg/cm}^2$
3	Tegangan Kip (Lentur) Ijin σ Kip Ijin $\frac{\bar{\sigma}}{\omega} = 1140$ Bahaya Tekuk yang diijinkan $1,3 \bar{\sigma} = 2080 \text{ kg/cm}^2$	Tegangan Kip (Lentur) yang terjadi σ Kip = $\frac{M_{max}}{W_x} = 752 \text{ kg/cm}^2$ Bahaya Tekuk yang Terjadi $\frac{N}{A} + \theta \frac{M_x}{\omega x} = 885,7$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada gedung rovie auditorium Universitas Nusa Loantar maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

➤ Tegangan yang terjadi

$$\tau \text{ ijin} = 0,58 \times \sigma \text{ dasar}$$

$$\begin{aligned} \tau \text{ ijin} &= 0,58 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 928 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stalis mmen} &= (7,5 \times 12,2) \\ &+ (10,71 \times ,95) = 155,225 \\ &\text{m}^2 \end{aligned}$$

Maka besarnya tegangan yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned} \tau &\geq \frac{Dmax \times 5}{tb \times lx} \\ &= \frac{1092,3 \times 1,55}{0,6 \times 4,050} \\ &= \frac{1693}{2,43} \\ &= 697 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk tegangan geser
 $= 928 \geq 697 \text{ kg/cm}^2$
(AMAN)

$$\sigma \text{ Kip} = \frac{Mmax}{Wx}$$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ Kip} &= \frac{2437}{3,24} \\ &= 752 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan kip ijin

$$\begin{aligned} \sigma \text{ Kip} &= \frac{\sigma}{\omega} \\ &= \frac{1600}{1,403} \\ &= 1140 \end{aligned}$$

Maka tegangan yang terjadi

$$752 < 1140 \text{ (AMAN)}$$

➤ Bahaya tekuk yang terjadi

$$\begin{aligned} &\cdot \frac{N}{A} + \theta \frac{Mx}{\omega x} 1,3 \bar{\sigma} \\ &= \frac{920}{37,66} + 1,145 \frac{2437}{324} \leq 1,3 \bar{\sigma} \\ &= 24,429 + 861,223 \leq 1,3 \bar{\sigma} \\ &= 885,7 \leq 2080 \text{ kg/cm}^2 \\ &\text{(AMAN)} \end{aligned}$$

B. Saran

Disarankan agar dalam proses penyambungan yang menggunakan baut, digunakan kunci khusus akan terjadi clamping force (yang besar putranya dapat dibaca pada alat kunci) yang membuat kedua bagian yang disambung akan ditekan satu sama lain. Pada bidang sambungan terjadi shear resistance (tahan geser). Perlu dilakukan perawatan terhadap baja agar tidak mudah terjadi korosi, karena jika baja dibiarkan kontrak dengan udara dan air secara terus menerus akan muncul karat sehingga perlu dilakukan pengecatan secara rutin terhadap baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta
- Daniel L Schodek, 1998, *Struktur*, Pt Rafika Aditam, Bandung
- Dwi Tangoro, Kuntjoro sukardi, dkk, 2006, *Struktur Bangunan Tinggi dan Bentangan Lebar*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Loa W. Darmawan, 1978, *Konstruksi Baja I*, Badan Penerbit Andi, Jogjakarta.
- Oentoeng, 2004, *Konstruksi Baja*, Andi, Jogjakarta.
- Purbo – hadiwijoyo, 1993, *menyusun laporan Teknik*, Institut Pertanian Bandung, Bandung
- Salmon, G. Charles, 1994. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Sumadi Suryabrata, 2012, *Metode Penelitian*, Rajawali Pers, Jakarta
- Sumargo, Ph. D. 2009, *Perancangan Struktur Baja Metode LRFD Elemen Aksial*, Politeknik Negeri Bandung.
- Sunggono kh, 1995, *Teknik-Sipil*, Nova, Bandung.