



Analisis dan Desain Power House Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng Garut

Fery Safaria¹, Tedi Jaelani², Eko Walujodjati³

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹fery@itg.ac.id

²1511004@itg.ac.id

³eko.walujodjati@itg.ac.id

Abstrak – Saat ini banyak pertumbuhan dan perkembangan pembangunan konstruksi dalam material yang digunakan maupun modifikasi material, oleh sebab itu dapat diperuntukan agar bisa meminimalisir dalam penggunaan material konstruksi yang dapat berpengaruh terhadap berat sendiri suatu konstruksi. Konstruksi ini menggunakan konstruksi *Gable Frame* dimana banyak digunakan pada proyek PLTM dengan salah satunya pada struktur gedung *Power House*. Untuk tujuan ini agar dapat mengetahui analisis rangka baja proyek PLTM Cikandang 1 dan desain alternatif yang efisien. Pada penggunaan dalam Metode *Load Resistance and Factor Design* (LRFD) akan menjadi factor keamanan terhadap kelebihan dan kekurangan beban agar dapat mengantisipasi pada penggunaan suatu material maupun dalam asumsi beban yang akan digunakan. Untuk konstruksi analisis balok menggunakan profil siku sedangkan untuk kolom menggunakan profil *Wide Flange* (WF) pada strukturnya. Untuk berdasarkan hasil dari perhitungan analisis Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng – Garut dengan dimensi balok siku 100x100x10 dan 75x75x7 sedangkan untuk kolom 400x200x8x13 menghasilkan perhitungan aman sedangkan untuk perencanaan menggunakan WF pada balok dengan dimensi 250x250x8x13 dan dimensi kolom 300x200x8x12 menghasilkan perhitungan yang aman dan efisien pada suatu struktur proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng – Garut dari hasil perhitungan analisis.

Kata Kunci – *Gable Frame*; LRFD; Siku; WF.

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan tentang struktur telah mengalami kemajuan yang pesat, seiring dengan karakteristik material maupun aplikasinya yang dapat dinilai menguntungkan pada struktur bangunan [1]. Dari aspek segi efisiensi perencanaan dan perilaku struktur terus dikembangkan oleh para rekayasawan sipil agar memperoleh hasil perencanaan yang ekonomis dan memenuhi aspek layanan atau perbaikan (*serviceability*) [2]. Pada salah satu material konstruksi bangunan yang sering digunakan dalam bangunan modern sekarang adalah material baja dikarenakan baja memiliki kekuatan yang tinggi, daktilitas, dan kemampuan pada baja untuk digunakan pada bangunan yang cukup populer untuk dipakai [3]. Konstruksi baja berat (seperti WF) pada kekuatan tarik maupun tekannya memiliki kekuatan yang sama tinggi dan sama kuat, oleh sebab itu baja adalah elemen material struktur yang memiliki batasan sempurna yang dapat menahan beban jenis tarik aksial, tekan aksial, dan lentur [4]. Namun dipandang dari segi sudut biaya harga baja cukup tinggi, maka *cost* untuk pemakaian baja juga akan tinggi [5].

Namun, konstruksi bangunan besar seperti gudang, memerlukan ruangan yang cukup luas tanpa ada tiang-

tiang penyangga di tengah ruangan, sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat digunakan dan dipakai untuk bentang yang cukup besar. Konstruksi tersebut adalah konstruksi *gable frame*, yaitu merupakan konstruksi dimana sering banyak digunakan sebagai konstruksi bangunan gudang dengan bahan konstruksi yang digunakan adalah baja profil WF. PLTM merupakan suatu pembangkit listrik dengan skala kecil yang menggunakan bantuan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti, saluran irigasi, air terjun alam atau sungai dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air [6]. *Power House* juga merupakan sebuah gedung struktur yang komponen strukturnya terbuat dari bahan baja WF [7].

Tujuan dalam sebuah perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang memenuhi kriteria terhadap kekuatan, kemampuan layanan dan ekonomis. Sehingga dalam memilih bahan material konstruksi juga harus dipilih, apakah itu baja, beton atau kayu, yang mana dasar pemilihannya adalah kekuatan, kekakuan dan daktilitas dari suatu bahan konstruksi tersebut [8]. Meskipun begitu, material yang unggul pada ketiga kriteria tersebut tidak mesti banyak dipakai, misalnya saja baja yang mempunyai kriteria lebih unggul dibanding beton atau kayu, tetapi di lapangan menunjukkan bahwa pada konstruksi baja masih kalah populer dibanding beton dengan alasan harga yang mahal. Sehingga disebabkan dengan alasan tersebut konstruksi baja menjadi tidak optimal. Oleh sebab itu, penentuan model *gable frame* serta dimensi profil baja akan digunakan pada analisis dan alternatif konstruksi proyek PLTM Cidankang 1 Pakenjeng – Garut perlu direncanakan dan diperhitungkan sebagai upaya dalam mengoptimalkan pemakaian baja [9].

Machado R.V.B [10], dalam penelitian Perencanaan Struktur Atap *Gable Frame* Dengan Menggunakan Profil Baja WF Dengan Metode LRFD Pada Proyek Balroom Padjadjaran Suits Resorts And Convention Hall menghasilkan pemilihan model dengan kegunaan bangunan yang diutamakan faktor estetika serta menghasilkan data-data profil yang ekonomis dengan pembebanan disesuaikan dengan SNI-03-1729-2002. Ardini Y.P [11], dalam penelitian Optimalisasi Profil Baja WF Pada Bangunan Gudang Konstruksi *Gable Frame* Berdasarkan SNI 1729-2015 menghasilkan pemilihan sebuah data profil dengan berdasarkan hasil volume dan berat baja yang digunakan pada masing-masing tipe *Gable Frame*. Meidiani Sri Kirana dan Juita Imelda [12], dalam penelitian Studi Analisis Perbandingan Perencanaan Baja Profil Tunggal WF Dengan Profil Tersusun (Built-Up) Kanal Pada Bangunan *Gable Frame* menghasilkan dari perhitungan pembebanan yang sama didapat hasil perbandingan balok WF dan balok siku terutama pada lendutannya serta memiliki selisih balok WF dan balok siku.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis

Analisis atau analisa adalah suatu kegiatan atau usaha yang dilakukan untuk mengamati suatu objek dengan rinci dan detail. Kamus Besar Bahasa Indonesia (2002:43), analisis adalah langkah atau tahapan penguraian suatu pokok atas beberapa bagian dan penelahan serta bagian itu sendiri terhubung antar bagiannya untuk dapat memperoleh arti yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan.

B. Desain

Desain adalah suatu perencanaan atau perancangan yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur. Desain merupakan segala sesuatu yang berkaitan dengan kegiatan membuat konsep, analisis data, project planing, drawing/ rendering dan test riding berdasarkan evaluasi yang telah dibuat pada kegiatan analisis [13].

C. Power House

Power House (PH) dapat disebut juga sebagai rumah pembangkit adalah tempat atau ruang untuk instalasi perputaran turbin, dimana tempat elevasi air jatuh yang masuk melalui *water way* akan mengalir ke *power house* dan memutarakan putaran turbin yang dapat menghasilkan daya energi listrik [14].

D. PLTM

Mikrohidro atau yang disebut dengan pembangkit tenaga *mikrohidro* (PLTM) merupakan suatu pembangkit listrik dengan skala kecil yang menggunakan bantuan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, air terjun alam atau sungai dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air [15].

E. Balok dan Kolom

Batang tarik sering dapat dijumpai pada kebanyakan komponen struktur baja. Batang tersebut merupakan salah satu batang struktur utama pada struktur-struktur jembatan, rangka atap, menara transmisi, ikatan angin, dan lain sebagainya. Batang ini juga sangat efektif dalam memikul beban. Batang ini dapat terdiri dari batang profil tunggal atau batang profil - profil tersusun. Batang – batang tekan yang sering dijumpai adalah kolom dan batang – batang tekan dalam sebuah struktur rangka batang.

1. Tekuk Lokal Web dan Flens Pada Komponen Struktur Balok

Untuk dapat menjaga kestabilan elemen – elemen penampang komponen struktur tersusun, maka harga λ_x , λ_{iy} , dan λ_l harus memenuhi.

$$\text{Flens } \frac{b/2}{t_f} < \lambda_r = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \text{ dan Web } \frac{h-t_f}{t_w} < \lambda_r = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (1)$$

2. Tekuk Lokal Web dan Flens Pada Komponen Struktur Kolom

Untuk dapat menjaga kestabilan elemen – elemen penampang komponen struktur tersusun, maka harga λ_x , λ_{iy} , dan λ_l harus memenuhi, menurut setiawan (2013:62):

$$\text{Flens } \frac{b/2}{t_f} < \lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} \text{ dan Flens } = \frac{b}{t} < \lambda_r = \frac{200}{\sqrt{f_y}} \text{ dan Web } \frac{h}{t_w} < \lambda_r = \frac{665}{\sqrt{f_y}} \quad (2)$$

3. Stabilitas Terhadap Tekuk Lateral (*lateral buckling*)

SNI 03-1729 (2002:37), untuk kuat komponen struktur dalam memikul sebuah momen lentur tergantung pada panjang antara dua pengekang lateral yang saling berdekatan. Untuk batasan – batasan suatu bentang pengekang lateral (L) dapat ditentukan antara lain:

Bentang pendek $L \leq L_p$

$$L_p = 1,76r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \text{ (dalam Mpa) atau dengan } L_p = \frac{300}{\sqrt{f_y}} \cdot r_y \text{ (dalam ksi)} \quad (3)$$

$$\text{Dengan, } r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad (4)$$

Untuk sebuah komponen struktur yang dapat memenuhi $L \leq L_p$ maka kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur yaitu $M_n = M_p$. Dalam sebuah perhitungan disini menggunakan bentang pendek. Jika untuk $L < L_p$ maka untuk sebuah penampang sudah kuat terhadap tekuk lateral. Dengan jika tidak maka perlu diberikan pengaku antara jarak sama dengan atau kurang dari L_p .

F. Sambungan

Dalam sambungan terdapat beberapa komponen sambungan (pelat buhul, pelat pengisi, pelat penyambung dan pelat pendukung) dan alat pengencang (las dan baut).

Kekuatan tumpu desain satu baut untuk salah satu kuat tumpu rencana bergantung pada yang terlemah dari sebuah baut atau komponen pelat yang disambung. Apabila pada jarak lubang tepi terdekat dengan isi pelat dalam arah kerja gaya maka akan lebih besar dari pada 1,5 kali diameter lubang, untuk jarak antara lubang lebih besar 3 kali diameter lubang dan ada lebih dari satu baut dalam arah kerja gaya, maka untuk kuat rencana tumpu dapat dihitung menurut SNI 03-1729 (2002:101), antara lain:

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \quad (7)$$

$$\text{Atau, } R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot \phi_f \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \quad (8)$$

Dimana: d_b = diameter baut pada daerah tak berulir
 t_p = tebal pelat
 f_u = kuat tarik putus rendahnya dari baut atau pelat
 ϕ_f = faktor reduksi untuk fraktur (0,75)

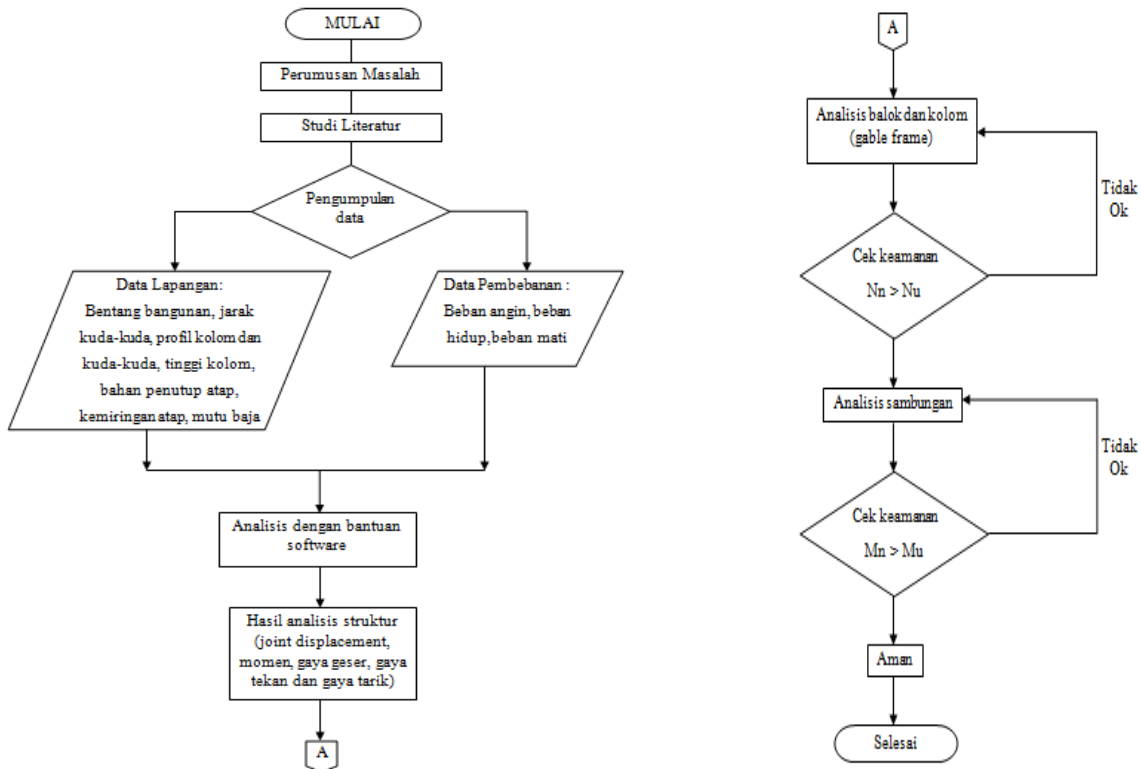
III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

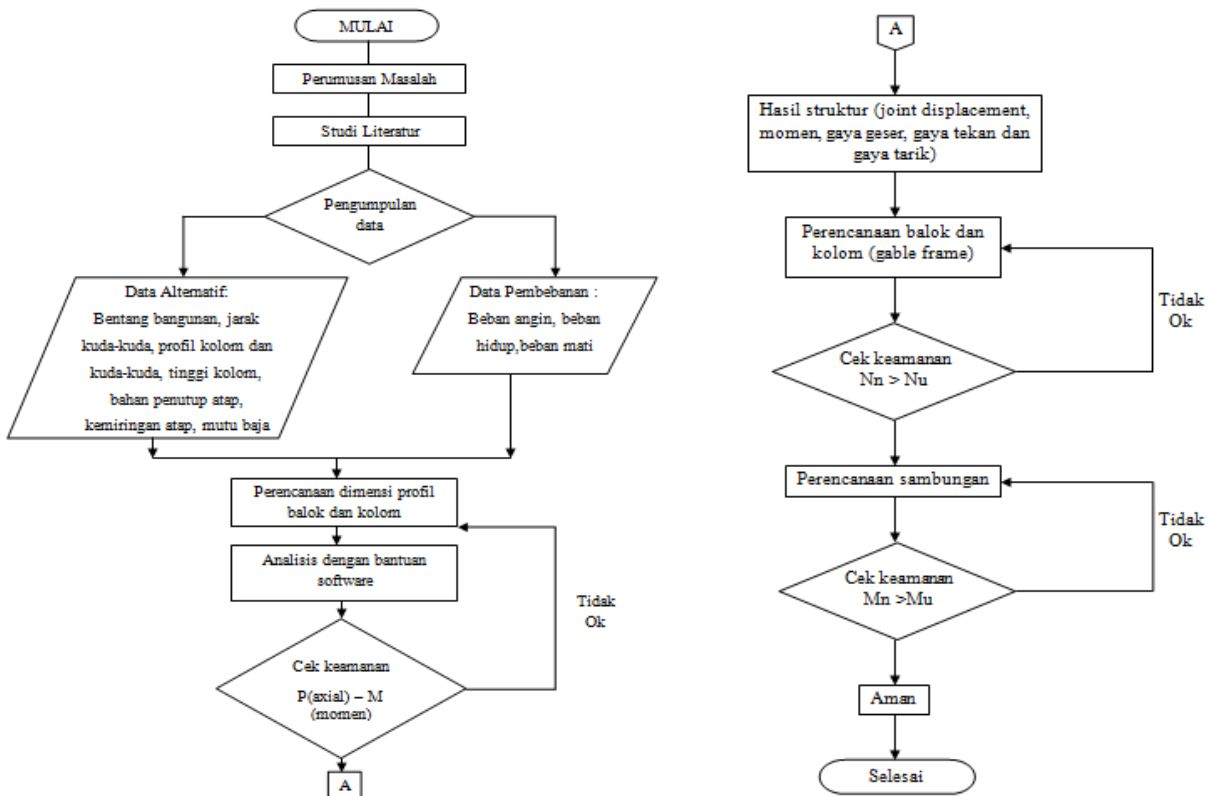
Dalam Analisis dan perencanaan harus dilakukan dengan sistematika yang jelas dan teratur sehingga hasilnya dapat dipertanggung jawabkan. Oleh karena itu penelitian dibagi dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Persiapan dilakukan untuk mencari data informasi yang mendukung perancangan struktur seperti denah struktur, peraturan Standar Nasional (Perencanaan pembebanan dan pembahasan gedung) serta data-data pendukung lainnya.
2. Menentukan dan menghitung pembebanan pada struktur baja gedung berdasarkan SNI-03-1729-2002.
3. Analisis dan perencanaan struktur terhadap model struktur dengan bantuan *software* analisis untuk mengetahui besarnya joint *displacement*, momen, gaya geser, dan gaya tekan atau tarik pada struktur gedung yang bekerja.
4. Pemilihan perencanaan profil baja untuk elemen utama struktur (atap, balok, dan kolom).
5. Mengontrol profil baja terhadap momen, gaya geser, dan gaya tekan atau tarik yang diperoleh dari hasil pemodelan struktur dengan bantuan *software* analisis.
6. Pengambilan kesimpulan dan saran dengan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan perencanaan hasil penelitian yang telah dilakukan.

B. Bagan Alir Penelitian Analisis



C. Bagan Alir Penelitian Desain

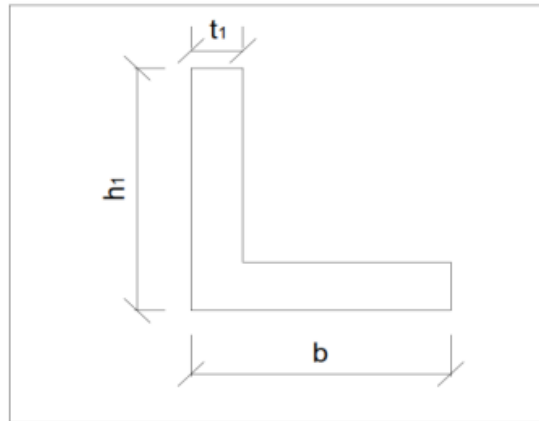


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data – Data Konstruksi Analisis:

Luas	: 804 m ²	Kemiringan Atap	: $\alpha = 20^\circ$
Penutup Atap	: Spandek (berat = 5 kg/m ²)	Jenis Baja	: U 32
Tekanan Angin	: 40 kg/m ² (menurut PPIUG)	Beban q	: 203 kg/m
Tegangan Leleh (fy)	: 2780 kg/cm ²	Tegangan Putus (fu)	: 3200 kg/cm ²
Gording	: C150x65x20x3,2 (Light Lip Channels)		

A. Analisis Balok



Gambar 1: Kuda – kuda Baja Siku Sama Kaki.

Panjang bentang : 824 cm
 b : 100 mm dan 75 mm
 h : 100 mm dan 75 mm
 t : 10 mm, 7 mm
 ex : 23 mm dan 23 mm
 w : 15,1 kg/m² dan 7,94 kg/m²
 A : 192 mm² dan 101 mm²
 Ix : 177000 mm⁴ dan 524000 mm⁴
 Iy : 177000 mm⁴ dan 524000 mm⁴
 ey : 23 mm dan 23 mm

1. Batang Atas (Batang Tekan)

$$\lambda_r = \frac{200}{\sqrt{fy}} = \frac{200}{\sqrt{2780}} = 3,79 \text{ mm}, \text{ Flens} = \frac{b}{t} = \frac{100}{10} = 10 \text{ mm} > \lambda_r, \text{ maka untuk kelangsing langsing}$$

2. Batang Bawah (Batang Tarik)

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \sqrt{\frac{177000}{192}} = 30,36 \text{ mm}, \lambda = \frac{Lb1}{r_{\min}} = \frac{900}{30,36} = 29,64 \text{ mm} < 2780 \text{ mm}, \text{ maka untuk kelangsingan aman}$$

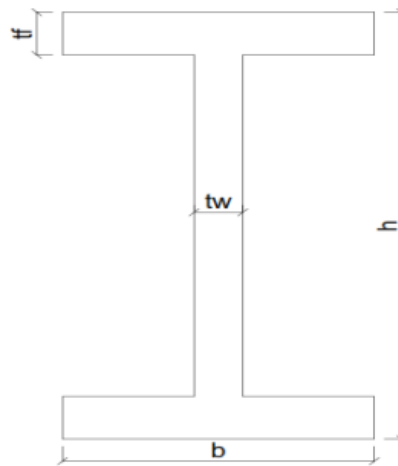
3. Batang Diagonal (Batang Tarik)

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \sqrt{\frac{524000}{101}} = 72,02 \text{ mm}, \lambda = \frac{Ld1}{r_{\min}} = \frac{970}{72,02} = 13,46 \text{ mm} < 2780 \text{ mm}, \text{ maka untuk kelangsingan aman}$$

4. Batang Vertikal (Batang Tarik dan Batang Tekan)

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{Ix}{A}} = \sqrt{\frac{524000}{101}} = 72,02 \text{ mm}, \lambda = \frac{Lv17}{r_{\min}} = \frac{370}{72,02} = 5,13 \text{ mm} < 2780 \text{ mm}, \text{ maka untuk kelangsingan aman}$$

B. Analisis Kolom



Gambar 2: Dimensi Balok

Keterangan:

h	: 400 mm	I _x	: 23700 cm ⁴	M _{ux}	: 42851,6 kgcm
b	: 200 mm	I _y	: 1740 cm ⁴	M _{uy}	: 39277,4 kgcm
tw	: 8 mm	(L)	: 7784 mm	V _u	: 2016 kg
tf	: 13 mm	F _u	: 3200 kg/cm ²	N _n	: 6186,35 kg
r	: 16 mm	F _y	: 2780 kg/cm ²	Ab (baut)	: 1,727 cm ²
A	: 84,12 cm ²	Gaya tekan akibat beban terfaktor (Nu) : 2400 kg			

1. Stabilitas Terhadap Tekuk Lokal

$$\text{Flens} = \frac{b/2}{t_f} = \frac{200/2}{13} = 7,69, \lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{2780}} = 4,74, \frac{b/2}{t_f} > \lambda_r, \text{ maka penampang langsing}$$

$$\text{Web} = \frac{h}{t_w} = \frac{400}{8} = 50, \lambda_r = \frac{665}{\sqrt{f_y}} = \frac{665}{\sqrt{2780}} = 12,61, \frac{h}{t_w} > \lambda_r, \text{ maka penampang langsing}$$

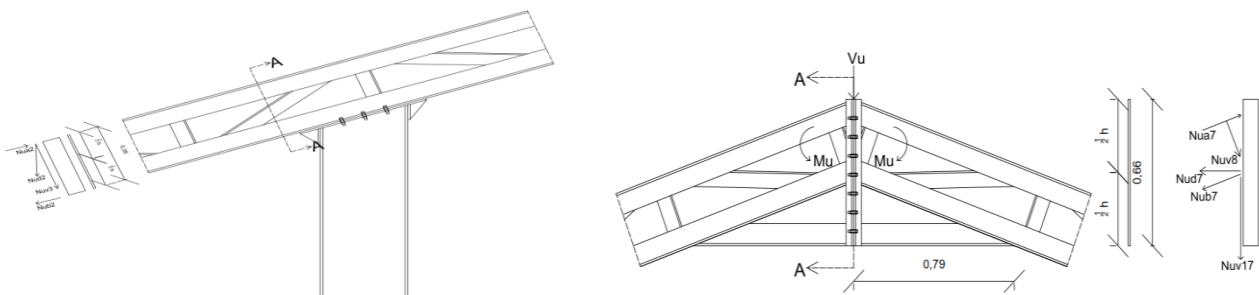
2. Stabilitas Terhadap Tekuk Lateral

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{A \cdot f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{200000 \cdot 1740}{84,12 \cdot 2780}} = 67,89 \text{ cm}$$

Maka jarak pengekang lateral (L) = 12,61 cm < L_p

Maka untuk jarak pengekang lateral cukup dalam penampang stabilitas balok terhadap tekuk lateral.

C. Analisis Sambungan Kolom – Balok



Gambar 3: Model Skema Penyambung Kolom – balok.

Kekuatan Nominal Penyambung Terhadap Gaya Geser (Kolom – balok dan Balok – balok)

$$V_d = \phi_f \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 3200 \cdot 1,727 = 1657,92 \text{ kg}$$

Dari hasil ketiga persamaan diatas maka dapat di ambil nilai yang terkecil adalah = 1657,92 kg
Jumlah baut yang diperlukan:

$$n = \frac{V_u}{w \cdot R_n} = \frac{2016}{1657,92} = 1,21 \approx 2 \text{ buah baut, maka diambil 3 buah baut dalam 1 baris (kolom – balok)}$$

$$n = \frac{V_u}{w \cdot R_n} = \frac{2016}{1657,92} = 1,21 \approx 2 \text{ buah baut, maka diambil 7 buah baut dalam 1 baris (balok – balok)}$$

Panjang L = 40 cm, jarak dari tepi pelat ke baut diambil = 5 cm, jarak dari baut ke baut diambil = 15 cm
 $\alpha = 0,44 \text{ cm}$, $d_1 = 4,1365 \text{ cm}$, $d_2 = 19,1365 \text{ cm}$, $d_3 = 34,1365 \text{ cm}$, $d_i \text{ terjauh} = 35 \text{ cm}$

$$\sum_{i=1}^n T \cdot d_i = 0,75 \cdot f_u^b \cdot n_b \cdot n \cdot A_b \cdot d_i \text{ terjauh} = 0,75 \cdot 3200 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1,727 \cdot 34,1365 = 1.131.911,72 \text{ kg.cm}$$

$$M_n = \frac{0,9 \cdot f_{yp} \cdot a^2 \cdot b}{2} + \sum_{i=1}^n T \cdot d_i = \frac{0,9 \cdot 2780 \cdot 0,44^2 \cdot 20}{2} + 1.131.911,72 = 1.136.755,59 \text{ kg.cm}$$

$$M_u \leq \phi M_n = 42851,6 \text{ Kg.cm} \leq 0,8 \cdot 1.136.755,59 \text{ kg.cm} = 42851,6 \text{ Kg.cm} \leq 909404,47 \text{ kg.cm}$$

Maka untuk momen rencana pada sambungan kolom – balok aman
Kuat Nominal Penyambung Terhadap Geser dan Tarik (Balok – balok)

$$f_{uv} = \frac{V_u}{n \cdot A_b} \leq r_1 \cdot \phi_f \cdot f_u^b \cdot m = \frac{2016}{14 \cdot 1,727} \leq 0,4 \cdot 0,75 \cdot 3200 \cdot 1 = 83,38 \text{ kg/cm}^2 \leq 960 \text{ kg/cm}^2$$

Panjang L = 66 cm, jarak dari tepi pelat ke baut diambil = 5 cm, jarak dari baut ke baut diambil = 10,17 cm
 $\alpha = 2,08 \text{ cm}$, $d_1 = 4,1365 \text{ cm}$, $d_2 = 14,3065 \text{ cm}$, $d_3 = 24,4765 \text{ cm}$, $d_4 = 34,6465 \text{ cm}$, $d_5 = 44,8165 \text{ cm}$, $d_6 = 54,9865 \text{ cm}$, $d_7 = 65,1565 \text{ cm}$

$$\sum_{i=1}^n T \cdot d_i = 0,75 \cdot f_u^b \cdot n_b \cdot n \cdot A_b \cdot d_i \text{ terjauh} = 0,75 \cdot 3200 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 1,727 \cdot 65,1565 = 3780849,25 \text{ kg.cm}$$

$$M_n = \frac{0,9 \cdot f_{yp} \cdot a^2 \cdot b}{2} + \sum_{i=1}^n T \cdot d_i = \frac{0,9 \cdot 2780 \cdot 2,08^2 \cdot 10}{2} + 3780849,25 = 3834972,5 \text{ kg.cm}$$

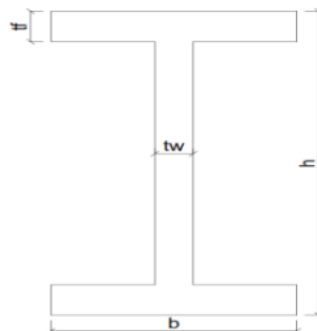
$$M_u \leq \phi M_n = 42851,6 \text{ Kg.cm} \leq 0,8 \cdot 3834972,5 \text{ kg.cm} = 42851,6 \text{ Kg.cm} \leq 3067978 \text{ kg.cm}$$

Maka untuk momen rencana pada sambungan balok – balok aman

Data – Data Konstruksi Perencanaan:

Luas	: 804 m ²	Tipe Profil	: WF (Wide Flange) dan Siku
Kemiringan Atap	: $\alpha = 20^\circ$	Gording	: C150x65x20x3,2 (Light Lip Channels)
Penutup Atap	: Spandek (berat = 5 kg/m ²)	Tegangan Leleh (fy)	: 2780 kg/cm ²
Tekanan Angin	: 40 kg/m ² (menurut PPIUG)	Tegangan Putus (fu)	: 3200 kg/cm ²
Jenis Baja	: U 32	Beban q	: 203 kg/m

D. Perencanaan Balok



Gambar 4: Dimensi Balok

Keterangan:

h	: 250 mm	I _x	: 9930 cm ⁴	M _{ux}	: 26580,8 kgcm
b	: 250 mm	I _y	: 3350 cm ⁴	M _{uy}	: 1532,9 kgcm
tw	: 8 mm	(L)	: 8240 mm	V _u	: 1139 kg
tf	: 13 mm	F _u	: 3200 kg/cm ²	N _n	: 2296,53 kg
r	: 16 mm	F _y	: 2780 kg/cm ²		
A	: 84,70 cm ²	Gaya tekan akibat beban terfaktor (N _u) : 713,8 kg			

1. Stabilitas Terhadap Tekuk Lokal

$$\lambda_r = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{2780}} = 3,22 \text{ mm}, \text{ Flens} = \frac{b}{t_f} = \frac{250/2}{13} = 9,61 > \lambda_r, \text{ maka penampang langsing}$$

$$\lambda_r = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{2780}} = 31,86 \text{ mm}, \text{ Web} = \frac{h}{t_w} = \frac{250}{8} = 31,25 > \lambda_r, \text{ maka penampang langsing}$$

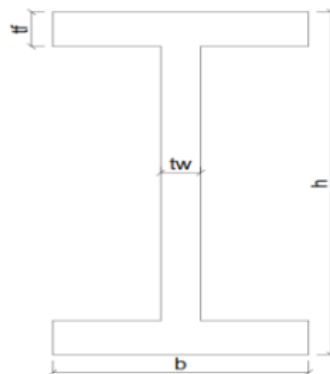
2. Stabilitas Terhadap Tekuk Lateral

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{A \cdot f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{200000 \cdot 3350}{84,70 \cdot 2780}} = 93,88 \text{ cm}$$

Maka jarak pengekang lateral (L) = 31,86 cm < L_p

Maka untuk jarak pengekang lateral cukup dalam penampang stabilitas balok terhadap tekuk lateral.

E. Perencanaan Kolom



Gambar 5: Dimensi Balok

Keterangan:

h	: 300 mm	I _x	: 13300 cm ⁴	(L)	: 7784 mm
b	: 200 mm	I _y	: 1800 cm ⁴	F _u	: 3200 kg/cm
tw	: 8 mm	r	: 18 mm	F _y	: 2780 kg/cm ²
tf	: 12 mm ²	(N _u)	: 2325 kg	V _u	: 1500,9 kg
A	: 83,36 cm ²	M _{ux}	: 26580,8 kgcm	M _{uy}	: 1532,9 kgcm
Gaya tekan akibat beban terfaktor N _n : 3391,59 kg					

1. Stabilitas Terhadap Tekuk Lokal

$$\text{Flens} = \frac{b/2}{t_f} = \frac{200/2}{12} = 8,33 \text{ mm}, \lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{2780}} = 4,74 \text{ mm}, \text{ maka penampang langsing}$$

$$\text{Web} = \frac{h}{t_w} = \frac{300}{8} = 37,5 \text{ mm}, \lambda_r = \frac{665}{\sqrt{f_y}} = \frac{665}{\sqrt{2780}} = 12,61 \text{ mm}, \text{ maka penampang angsing}$$

2. Stabilitas Terhadap Tekuk Lateral

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_y}{A \cdot f_y}} = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{200000 \cdot 1800}{83,36 \cdot 2780}} = 69,36 \text{ cm}$$

Maka jarak pengekang lateral (L) = 12,61 cm < L_p

Maka untuk jarak pengegang lateral cukup dalam penopang stabilitas balok terhadap tekuk lateral.

3. Kapasitas Momen Nominal

Momen ultimate

$$M_{ux} = 26580,8 \text{ kgcm dan } M_{uy} = 1532,9 \text{ kgcm}$$

$$Z_x = 843,552 \text{ cm}^3 \text{ dan } Z_y = 258,688 \text{ cm}^3$$

Diambil dari hasil perhitungan sofwer analisis

Gaya geser maksimum

$$V_u = 1500,9 \text{ kg}$$

Kontrol kapasitas momen nominal penampang

$$M_{ux} \leq \phi M_{nx}$$

$$26580,8 \leq \phi M_p$$

$$26580,8 \leq 0,9 \cdot F_y \cdot Z_x$$

$$26580,8 \leq 0,9 \cdot 2780 \cdot 843,552$$

$$26580,8 \leq 2110567,104$$

Maka untuk penampang kolom mampu menahan momen ultimate

$$\text{Untuk } 0,76 \geq 0,2 : 0,39 \leq 1,0$$

$$M_{uy} \leq \phi M_{ny}$$

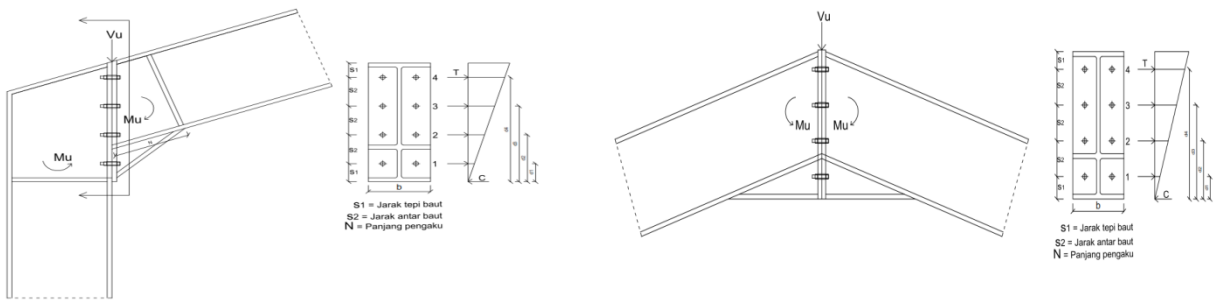
$$1532,9 \leq \phi M_p$$

$$1532,9 \leq 0,9 \cdot F_y \cdot Z_y$$

$$1532,9 \leq 0,9 \cdot 2780 \cdot 258,688$$

$$1532,9 \leq 647237,376$$

F. Perencanaan Sambungan



Gambar 6: Model Skema Penyambungan Balok – kolom dan Balok – balok

Kekuatan Nominal Penyambung Terhadap Gaya Geser (Balok – kolom dan Balok – balok)

$$V_d = \phi f \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 3200 \cdot 1,979 = 1899,84 \text{ kg}$$

Jumlah Baut Yang Dibutuhkan (Balok – kolom dan Balok – balok)

$$n = \frac{V_u}{R_n} = \frac{1500,9}{1899,84} = 0,79 \text{ buah} \approx 2 \text{ buah baut}$$

Maka dapat diambil 4 buah baut dalam 1 baris

Kuat Nominal Penyambung Terhadap Geser dan Tarik (Balok – kolom dan Balok – balok)

$$f_{uv} = \frac{V_u}{n \cdot A_b} \leq r_1 \cdot \phi f \cdot f_u^b \cdot m = \frac{1500,9}{8 \cdot 1,979} \leq 0,4 \cdot 0,75 \cdot 3200 \cdot 1 = 94,80 \text{ kg/cm}^2 \leq 960 \text{ kg/cm}^2$$

Jarak dari baut ke baut diambil = 8 cm

$$\alpha = 0,546 \text{ cm, } d_1 = 4,01 \text{ cm, } d_2 = 13,01 \text{ cm, } d_3 = 21,01 \text{ cm, } d_4 = 29,01 \text{ cm, } d_i \text{ terjauh} = 29,01 \text{ cm}$$

$$\sum_{i=1}^n T \cdot d_i = 0,75 \cdot f_u^b \cdot n_b \cdot n \cdot A_b \cdot d_i \text{ terjauh} = 0,75 \cdot 3200 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1,979 \cdot 29,01 = 1.102.287,168 \text{ kg.cm}$$

$$M_n = \frac{0,9 \cdot f_{yp} \cdot a^2 \cdot b}{2} + \sum_{i=1}^n T \cdot d_i = \frac{0,9 \cdot 2780 \cdot 0,546^2 \cdot 25}{2} + 1.102.287,168 = 1.111.610,745 \text{ kg.cm}$$

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$26580,8 \text{ Kg.cm} \leq 1000449,670 \text{ kg.cm}$$

Maka untuk momen rencana pada sambungan kolom – balok dan balok – balok aman

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil keseluruhan perhitungan yang telah didapat dalam menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dapat disimpulkan, antara lain:

1. Pada hasil perhitungan analisis struktur suatu portal atap siku dengan dimensi profil 100x100x10 dan 75x75x7, serta kolom baja WF dengan dimensi profil 400x200x8x13 pada pembangunan Power House Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng – Garut ini menghasilkan perhitungan yang aman.
2. Pada hasil perhitungan sebuah perencanaan atap dengan dimensi profil 250x175x7x11 dan dimensi profil kolom 300x150x5,6x8 menghasilkan perhitungan yang tidak aman pada struktur pembangunan Power House Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng - Garut. Untuk perencanaan yang lebih aman dan optimal pada atap menghasilkan dimensi profil 250x250x18x13 dan kolom baja WF dengan dimensi profil 300x200x8x12 pada pembangunan Power House Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng – Garut.
3. Untuk perbandingan perhitungan pada konstruksi atap dan kolom menghasilkan dimensi yang lebih efisien dengan dimensi profil atap 250x25x18x13 dan dimensi kolom 300x200x8x12 dari perhitungan analisis yang lebih murah dalam material pembangunan konstruksi portal Power House Proyek PLTM Cikandang 1 Pakenjeng – Garut.

B. Saran

Saran yang diambil berdasarkan penelitian ini, antara lain:

1. Untuk analisis selanjutnya, disarankan penelitian dilakukan dengan mengutamakan dari sisi biaya fabrikasi baja.
2. Untuk pengembangan penelitian berikutnya, analisis dengan tipe jenis sambungan dan kapasitas yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Imanningtyas, S. R. Akbar, and D. Syauqy, "Implementasi Wireless Sensor Network pada Pemantauan Kondisi Struktur Bangunan Menggunakan Sensor Accelerometer MMA7361," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, 2017.
- [2] S. Lutfi, E. Susanti, and J. Propika, "Studi Perbandingan Perilaku Struktur Bangunan terhadap Posisi Dinding Geser," *Semin. Teknol. Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*, 2019.
- [3] J. Setiawan and S. Sungkono, "Karakteristik Daktilitas SS304 Yang Teroksidasi Pada Temperatur Tinggi," *Urania J. Ilm. Daur Bahan Bakar Nukl.*, 2017, doi: 10.17146/urania.2017.23.3.3645.
- [4] D. Dewi and S. M. Lumbanraja, "Rantai Pasok Industri Baja untuk Pembangunan PLTN di Indonesia," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, 2017, doi: 10.17146/jpen.2017.19.1.3549.
- [5] W. Apriani and H. Rahmat, "REVIEW DESIGN STRUKTUR BETON BERTULANG TERHADAP STRUKTUR BAJA PADA STRUKTUR GEDUNG DIATAS TANAH LUNAK," *TERAS J.*, 2020, doi: 10.29103/tj.v10i1.254.
- [6] S. Mori, A. H. Pang, N. Thamban Chandrika, S. Garneau-Tsodikova, and O. V. Tsodikov, "Unusual substrate and halide versatility of phenolic halogenase PltM," *Nat. Commun.*, 2019, doi: 10.1038/s41467-019-09215-9.
- [7] U. Pal, K. Kishore, S. Mukhopadhyay, G. Mukhopadhyay, and S. Bhattacharya, "Failure analysis of boiler economizer tubes at power house," *Eng. Fail. Anal.*, 2019, doi: 10.1016/j.engfailanal.2019.06.085.
- [8] M. Tanubrata, "Bahan-Bahan Konstruksi dalam Konteks Teknik Sipil," *J. Tek. Sipil*, 2019, doi: 10.28932/jts.v11i2.1407.
- [9] M. Marsiano and K. Kharisma, "Studi Efisiensi Struktur Gable Frame Berdasarkan Perencanaan Plastis," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, 2020, doi: 10.37277/stch.v23i2.596.
- [10] M. Marsiano and F. Fajar, "Perancangan Kolom Struktur Gable Frame Untuk Berbagai Bentang Lebar

- Bangunan,” *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, 2020, doi: 10.37277/stch.v23i1.568.
- [11] A. Y. Putri, Bayzoni, and R. Widyawati, “Optimalisasi profil baja IWF pada bangunan gudang konstruksi gable frame berdasarkan SNI 1729:2015,” *J. JRSDD*, 2017.
- [12] S. K. Meidiani and I. Juita, “ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN BAJA PROFIL TUNGGAL WF DENGAN PROFIL TERSUSUN (BUILT-UP) KANAL PADA BANGUNAN GABLE FRAME,” *Tek. J. Tek.*, 2017, doi: 10.35449/teknika.v3i1.43.
- [13] R. Wikantiyoso, S. Utara, and S. Barat, “Mitigasi Bencana Di Perkotaan ; Adaptasi Atau Antisipasi Perencanaan Dan Perancangan Kota ? (Potensi Kearifan Lokal Dalam Perencanaan Dan Perancangan Kota Untuk Upaya Mitigasi Bencana),” *LOCAL WISDOM*, 2010.
- [14] Z. Song, D. Geng, C. Su, and Y. Liu, “Vibration prediction of a hydro-power house base on IFA-BPNN,” *Zhendong yu Chongji/Journal Vib. Shock*, 2017, doi: 10.13465/j.cnki.jvs.2017.24.010.
- [15] S. Ointu, F. E. P. Surusa, and M. Zainuddin, “Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i2.4618.