

KAJIAN EFISIENSI TONASE KONSTRUKSI BAJA PRE-ENGINEERING BUILDING PADA PROYEK STASIUN KRL DI KOTA JAKARTA

Lana Adi Surya Permana¹⁾, Theresa Leony¹⁾, Agung Bhakti Utama^{1,*)},
Hendra Adi Wijaya¹⁾

¹⁾Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung Politeknik Pekerjaan Umum
Jl. Prof. H.Soedarto, S.H. Tembalang, Kota Semarang 50275

^{*)}Email : agung.bhakti.utama@pu.go.id

Abstract

Technological advances offer new breakthroughs that are more effective and efficient, including in terms of construction methods. One of the breakthroughs is the steel construction of pre-engineering buildings. This study aims at calculating how much tonnage efficiency in steel construction pre-engineering building when compared to conventional steel construction. This research methodology starts from collecting secondary data from one of Commuter Line Station Project in Jakarta City, then modeling conventional steel construction using ETABS software. The results are analyzed by manual structural calculations. After that, quantity takeoff is undertaken towards conventional steel construction and pre-engineering building. The total tonnage for pre-engineering steel construction is 203.45 tons while the total tonnage for conventional steel construction is 346.48 tons. The efficiency of steel construction pre-engineering building is 41.25%.

Kata kunci : *analisis struktur, struktur baja, pre-engineering building, quantity take off, efisiensi*

PENDAHULUAN

Konstruksi menggunakan baja dikenal lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Beberapa kelebihan penggunaan baja adalah bersifat fleksibel, tahan rayap, dapat dibuat tahan karat dengan dilapisi cat khusus, dan biaya perawatan lebih rendah (Diware dan Bais, 2021). Secara keseluruhan, material baja terbilang mahal namun untuk jangka panjang bisa menjadi hemat. Kemajuan teknologi dapat mengubah metode pekerjaan konvensional dengan metode alternatif yang lebih modern dengan tujuan dan batasan yang sama. Salah satu

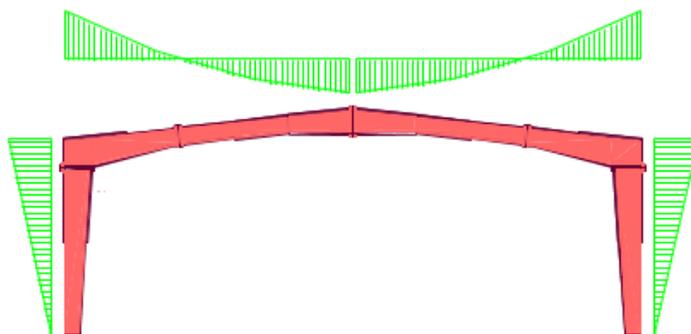
kemajuan teknologi dalam konstruksi baja yang menggantikan baja konvensional adalah *pre-engineering building (PEB)*.

Baja *pre-engineering building* adalah struktur spesial yang dirancang dan diproduksi di pabrik dan kemudian diangkut ke lokasi untuk disambung (Aher, 2019). Gawade dan Waghe (2018) menyatakan *pre-engineering building* adalah teknik konstruksi yang didasarkan pada konsep perincian desain dan perincian dilakukan sebelum pekerjaan yang sebenarnya dimulai. Dalam sistem PEB, semua komponen sudah direncanakan mulai

dari merancang, merincikan setiap proses meliputi fabrikasi, transportasi, dan ereksi. Setiap detail dirancang termasuk sambungan, perancang desain PEB akan menyediakan jumlah baut yang akurat. Sehingga sistem PEB membutuhkan lebih sedikit waktu pada proses *erection* karena hanya perlu mengkoneksikan tiap baja. Profil baja pada bangunan dapat bervariasi menyesuaikan momen lenturnya sehingga mengoptimalkan penggunaan material dan mengurangi berat total struktur. Dapat dilihat pada Gambar 1, rangka baja *pre-engineering building* berbentuk runcing dan bagian *web* bisa memiliki ketebalan yang berbeda-beda.

Terdapat beberapa penelitian mengenai penerapan sistem *pre-engineering building*. Wakchaure dan

Dubey (2016) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa struktur yang menggunakan sistem PEB 30% lebih ringan dari sistem konvensional karena struktur dengan sistem PEB mengurangi jumlah beban mati dan ukuran pondasi. Yazhini dan Priyadharshini (2021) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa biaya untuk struktur sistem PEB 20% lebih rendah dari sistem konvensional dan lebih cocok digunakan untuk struktur bentang besar hingga rentang tertentu. Kadam dan Talikoti (2016) menyimpulkan bahwa penggunaan sistem PEB mengurangi kuantitas baja sehingga mengurangi beban mati dan ukuran pondasi.



Gambar 1. Diagram momen struktur baja *pre-engineering building*

Kontraktor yang menangani salah satu proyek stasiun KRL di Kota Jakarta menggunakan struktur baja *pre-engineering building* untuk menggantikan baja konvensional. Pada dasarnya, *pre-engineering building* adalah konsep konstruksi baja dimana bangunan baja sudah dirancang di pabrik lalu dikirim ke lokasi dan dirakit. Perancangan baja di pabrik sudah menyesuaikan desain bangunan.

Setiap lembar baja dalam sistem ini disesuaikan dengan momen yang terjadi pada titik tersebut, sehingga sangat memungkinkan untuk dalam satu bangunan memiliki profil baja dengan ukuran yang bermacam-macam. Sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu untuk keseluruhan sistem baja. Karena alasan inilah, kontraktor memilih menggunakan metode konstruksi baja sistem *pre-engineering*

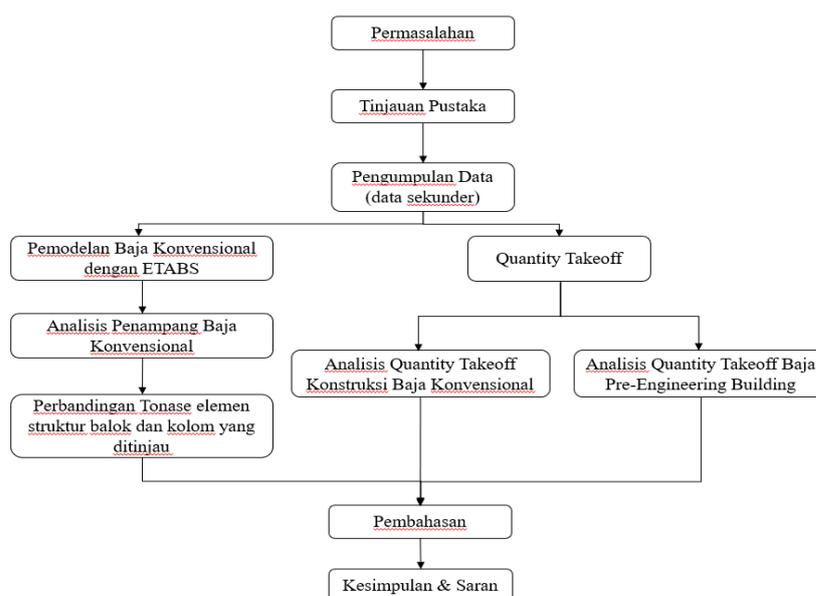
building untuk menggantikan baja konvensional di pada proyek stasiun KRL di Kota Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah menghitung besar efisiensi tonase pada desain konstruksi baja *pre-engineering building*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada salah satu proyek stasiun KRL di Kota Jakarta dengan fokus pada pekerjaan baja stasiun KRL. Penelitian ini menerapkan metode penelitian kuantitatif dengan jenis data sekunder berupa laporan perhitungan struktur baja konvensional, tabel profil baja, gambar DED desain konstruksi baja konvensional, dan gambar DED desain konstruksi baja *Pre-Engineering Building* yang didapatkan dari proyek. Analisis menggunakan bantuan *software* ETABS. Penelitian terbagi menjadi empat tahap yang terdiri dari pemodelan struktur baja konvensional,

perhitungan penampang konvensional, *quantity takeoff* dan perhitungan efisiensi konstruksi baja konvensional dan PEB.

Pemodelan konstruksi baja konvensional dilakukan dengan bantuan *software* ETABS berdasarkan laporan perhitungan dan gambar DED. Selanjutnya dilakukan perhitungan kapasitas penampang secara manual untuk mengetahui dimensi penampang yang paling optimal serta aman. Kemudian dimensi penampang tersebut dibandingkan dengan konstruksi baja PEB yang didapatkan dari gambar kerja proyek. Disamping itu, *quantity takeoff* dilakukan secara keseluruhan terhadap gambar baja konvensional dan PEB untuk mendapatkan besar masing-masing tonasenya. Terakhir, dengan membandingkan keduanya didapatkan besar efisiensi konstruksi baja PEB.



Gambar 2. Bagan alur penelitian

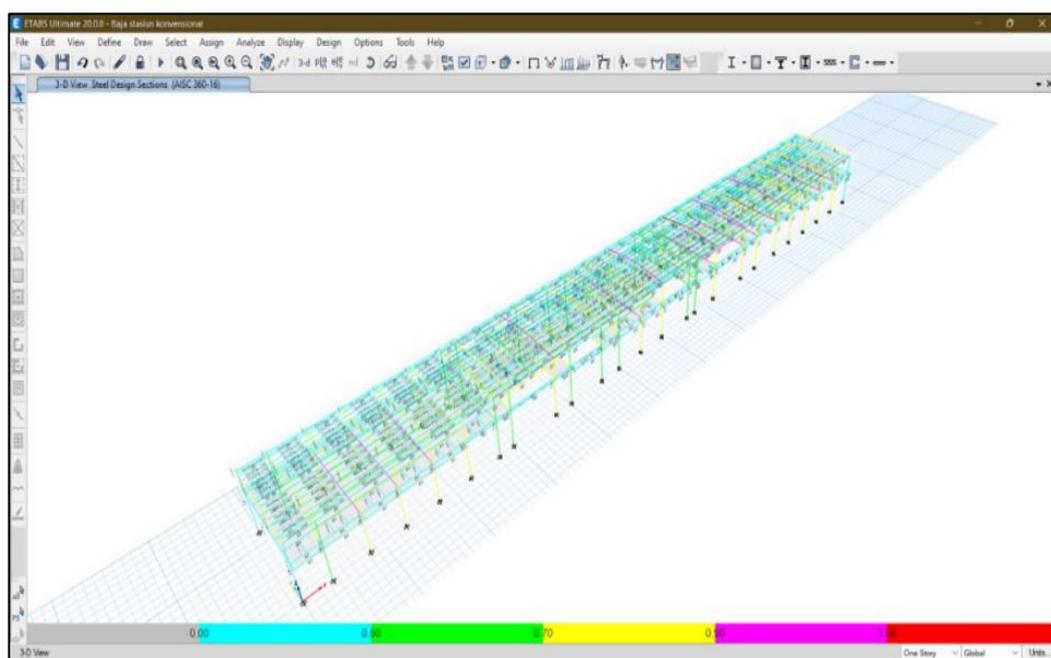
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur Baja

Konvensional Menggunakan ETABS

Pembebanan pada pemodelan struktur baja konvensional mengacu pada SNI 1726 Tahun 2019 (terkait beban gempa) dan SNI 1727 Tahun 2020 (terkait beban desain minimum). Hasil

dari pengecekan pembebanan yang terjadi didapat semua struktur baja yang digunakan aman dengan ditandai warna hijau pada *frame*. Namun masih ada beberapa *frame* yang berwarna merah tetapi masih masuk dalam *stress ratio* terlihat pada pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pemodelan struktur pada *software* ETABS

Pemeriksaan Kapasitas Penampang Struktur Balok Baja Konvensional

Pada analisis struktur yang dihasilkan dari *software* ETABS didapatkan gaya dalam momen *ultimate* pada balok sebesar 1.349.485.065,47 N.mm (1.349,48 kN.m) dan gaya geser pada balok sebesar 551.138,05 N (551,13 kN). Berdasarkan data tersebut dilakukan pemeriksaan terhadap parameter kapasitas struktur balok yaitu:

a. Pemeriksaan Lendutan Balok

Dari analisis melalui ETABS didapatkan lendutan yang terjadi sebesar 56,599 mm dimana masih di

bawah lendutan izin SNI 1729 Tahun 2020 sebesar 62,55 mm pada tengah bentang balok utama.

b. Pemeriksaan Klasifikasi Penampang

Didapatkan sayap dan badan tergolong profil kompak.

c. Klasifikasi Keadaan Batas

Berdasarkan analisis klasifikasi penampang pada langkah b, penampang balok dikategorikan sebagai penampang KOMPAK. Pada SNI 1729-2020 dalam Tabel F1.1, profil yang digunakan tergolong dalam analisis sesuai pasal F2 yaitu *Yield & Lateral Torsional Buckling (LTB)*.

d. Analisis Kuat Geser

Diperlukan pengecekan terhadap kondisi I, dimana bagian badan (*web*) profil WF (*Hot-rolled*) didapatkan nilai $53,42 \leq 64,66$ (memenuhi syarat). Dengan demikian maka dapat berlaku ketentuan:

$$\phi = 1,00 \text{ dan } C_v = 1,00$$

Sehingga nilai geser nominal (V_n) didapatkan 1.507.968 N. Maka :

$$\phi \times V_n \geq V_u$$

$$1 \times 1.507.968 \geq 551.138,05$$

$$1.507.968 \geq 551.138,05 \text{ N}$$

(Memenuhi syarat)

Dimana:

ϕ = Faktor reduksi

V_n = Kuat geser nominal

V_u = Kuat geser perlu

C_v = Koefisien geser badan profil

Hasil analisis struktur balok baja konvensional menunjukkan bahwa lendutan balok tergolong aman dibawah lendutan izin ($56,599 \text{ mm} < 62,55 \text{ mm}$). Jenis balok tergolong penampang kompak dengan profil yang digunakan yaitu *Yield* dan *Lateral Torsional Buckling* (LTB). Hasil analisis kuat geser penampang sebesar 1.507.968 N lebih besar dari gaya geser balok (551.138,05 N). Dapat disimpulkan penampang balok baja sudah memenuhi standar keamanan peraturan SNI.

Pemeriksaan Kapasitas Penampang Struktur Kolom Baja Konvensional

Pada pengecekan perhitungan struktur kolom yang dihasilkan dari proses ETABS didapatkan gaya yang aksial tekan (P), momen pada sumbu arah X (M_x) dan momen pada sumbu arah y (M_y) sebagai berikut.

Akibat beban *gravity* (1,2DL+1,6LL):

$$M_{ntx1} = 21,64 \text{ tm} \quad M_{nty1} = 0,28 \text{ tm} \quad P_u = 84,705 \text{ t}$$

$$M_{ntx2} = 64,92 \text{ tm} \quad M_{nty2} = 1,56 \text{ tm}$$

Akibat beban terbesar ((1,2+0,2Sds)DL+0,5LL+p(Ey+0,3Ex):

$$M_{ltx1} = 27,20 \text{ tm} \quad M_{lty1} = 17,05 \text{ tm} \quad P_u = 54,68 \text{ t}$$

$$M_{ltx2} = 40,34 \text{ tm} \quad M_{lty2} = 16,04 \text{ tm}$$

a. Menghitung kuat perlu yang berupa P_r dan M_r

1. Arah X

Didapatkan P_{rx} 139.285 ton dan M_{rx} 48,84 tm.

2. Arah Y

Didapatkan P_{ry} 139.385 ton dan M_{ry} 17,33 tm.

b. Menghitung kuat rencana kolom sebagai elemen lentur (ϕM_n)

1. Klasifikasi penampang sayap profil non kompak dan badan profil kompak.

2. Maka penampang termasuk dalam kategori F3 yang dimana analisis harus dilakukan adalah *Lateral Torsional Buckling* (LTB) dan *Flange Local Buckling* (FLB).

3. $L_r = 14,11 \text{ m}$.

4. $M_{cx} = 43.995,45 \text{ tm}$ dan $M_{cy} = 103,39 \text{ tm}$.
- c. Menghitung kuat rencana kolom sebagai elemen tekan
Penampang tergolong dalam tidak langsing dan memenuhi persyaratan. Didapatkan nilai $P_c = 255,9 \text{ ton}$.
- d. Menghitung interaksi gaya aksial dan momen lentur kolom
nilai $\frac{Pr}{P_c} \geq 0,2$, maka nilai interaksi didapatkan $0,69 \leq 1$ (memenuhi syarat).

Dimana:

M_{nt} = Momen perlu hasil analisis struktur

M_{lt} = Momen perlu dari hasil analisis struktur akibat gempa dan angin

P_r = Gaya aksial tekan perlu

DL = Beban mati

LL = Beban hidup

S_d = Parameter respons spectral percepatan desain periode pendek

E_x, y = Beban gempa lateral arah x dan y

Hasil analisis struktur kolom baja konvensional didapatkan hasil perhitungan kuat perlu (P_r dan M_r) yang lebih besar dari gaya akibat beban *gravity* dan beban terbesar dengan nilai $P_{rx} = 139.285 \text{ ton}$ dan $M_{rx} = 48,84 \text{ tm}$, serta nilai $P_{ry} = 139.385 \text{ ton}$ dan $M_{ry} = 17,33 \text{ tm}$ sehingga memenuhi syarat. Klasifikasi penampang kolom baja untuk sayap tergolong profil non kompak dan badan tergolong profil

kompak, sehingga penampang tergolong dalam kategori F3 dengan keperluan analisis *Lateral Torsional Buckling* (LTB) dan *Flange Local Buckling* (FLB). Berdasarkan analisis LTB didapatkan nilai $L_r = 14,11 \text{ m}$. Berdasarkan analisis LTB dan FLB, diambil momen terkecil untuk mewakili kekuatan lentur dari profil yaitu $M_{cx} = 43.995,45 \text{ tm}$ dan $M_{cy} = 103,39 \text{ tm}$. Penampang kolom baja tergolong dalam struktur tidak langsing dan memenuhi persyaratan dengan $P_c = 255,9 \text{ ton}$. Dari perhitungan analisis didapatkan nilai interaksi $0,69 \leq 1$ (memenuhi syarat) sehingga kolom mampu dan aman dalam memikul beban.

Perhitungan Tonase Penampang Baja Konvensional

Setelah melewati pemodelan melalui *software* ETABS dan sudah memenuhi standar keamanan pada peraturan SNI sehingga didapatkan momen terbesar terjadi pada *as grid* 19 sehingga profil baja yang sesuai dalam memikul beban yaitu untuk balok utama WF 800x300 dan kolom HB 400x400. Pada profil baja balok WF 800x300 memiliki luas penampang yang dapat dilihat dalam tabel profil baja Gunung Garuda yaitu sebesar 26.740 mm^2 . Dalam perhitungan tonase baja yaitu luas penampang baja dikali panjang bentang dikali dengan berat jenis baja. Perhitungan tonase balok baja konvensional adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Profil baja} &= \text{WF 800x300x14x26} \\
\text{Panjang bentang (P)} &= 14,5 \\
\text{Luas penampang (A)} &= 2670,00 \text{ mm}^2 \\
\text{Berat jenis baja (bj)} &= 7850 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Volume tonase} &= A \times P \times bj \\
&= 0,0267 \times 14,5 \times 7850 \\
&= 3039,12 \text{ kg} \\
&= 3,039 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Pada profil baja kolom HB 400x300 memiliki luas penampang yang dapat dilihat dalam tabel profil baja Gunung Garuda yaitu sebesar 21.870 mm². Dalam perhitungan

tonase baja yaitu luas penampang baja dikali panjang bentang dikali dengan berat jenis baja. Perhitungan tonase kolom baja konvensional adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Profil baja} &= \text{WF 400x400x13x21} \\
\text{Panjang bentang (P)} &= 10,8 \\
\text{Luas penampang (A)} &= 21870 \text{ mm}^2 \\
\text{Berat jenis baja (bj)} &= 7850 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Volume tonase} &= A \times P \times bj \\
&= 0,02187 \times 10,8 \times \\
&\quad 7850 \\
&= 1.854,13 \text{ kg} \\
&= 1,854 \text{ ton}
\end{aligned}$$

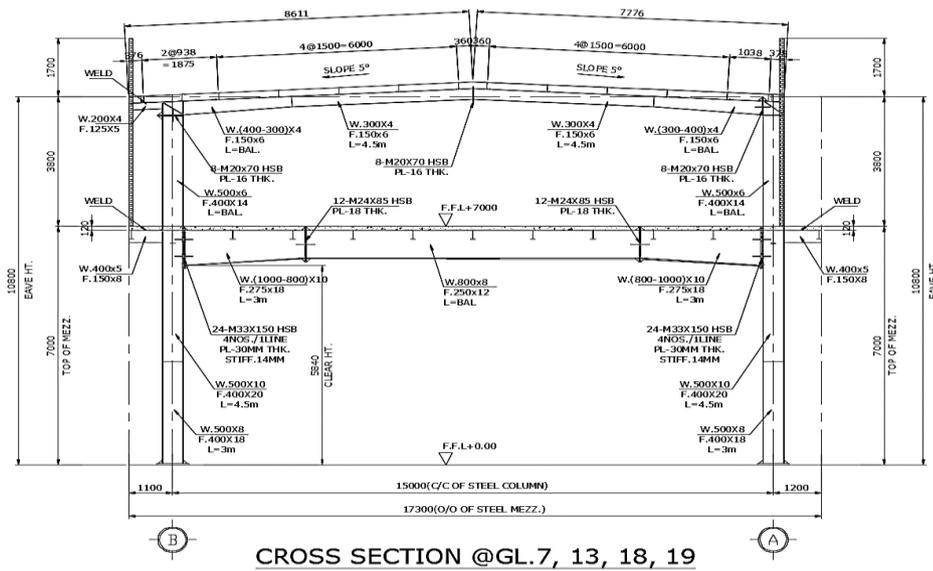
Perhitungan Tonase Penampang Baja PEB

Perhitungan tonase baja desain PEB (*Pre- Engineering Building*) diambil dari gambar desain pada portal yang sama yaitu as grid 19 dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Setelah perhitungan didapat dari masing-masing desain antara baja konvensional dan baja PEB diatas maka hasil perhitungan volume tonase pada 1 bidang balok dan kolom yang

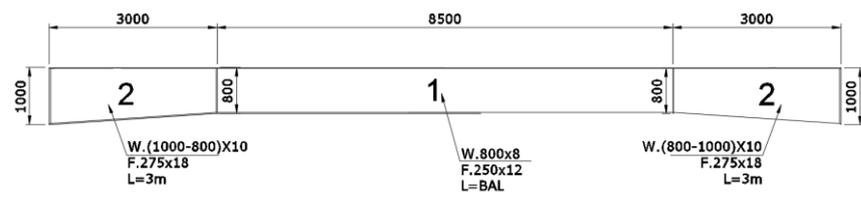
menumpu gaya dalam terbesar yaitu pada as 19 didapat hasil sebagai berikut:

- Volume baja balok konvensional = 3,039 ton
- Volume baja balok PEB = 1,7 ton
- Volume baja kolom konvensional = 1,854 ton
- Volume baja kolom PEB = 1,52 ton

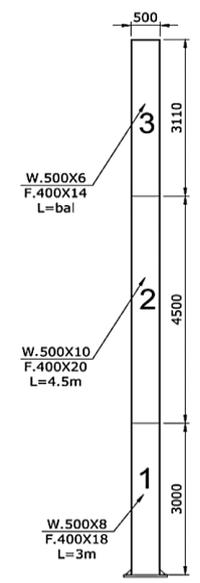
Sehingga baja PEB lebih ringan dari pada baja konvensional.



Gambar 4. Potongan portal PEB pada as 19



Gambar 5. Detail balok utama PEB pada as 19



Gambar 6. Detail kolom PEB pada as 19

Perhitungan Volume Tonase Konstruksi Baja Konvensional

a. Kolom

Desain kolom konstruksi baja konvensional menggunakan profil baja H-Beam 400x400x13x21 dengan total volume kolom adalah 92,88 ton.

b. Balok

Pada desain balok Konstruksi baja konvensional menggunakan profil baja IWF dengan variasi type ukuran. Rekapitulasi perhitungan volume balok dapat dilihat pada Tabel 1.

c. Rafter

Rekapitulasi perhitungan volume rafter dapat dilihat pada Tabel 2.

d. Purlin

Total volume purlin adalah 14.122,81 kg.

e. Plat Sambungan
Rekapitulasi perhitungan volume plat sambungan dapat dilihat pada Tabel 3.

f. Sagrood
Total volume sagrood adalah 0,687 ton.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan volume balok konvensional

No	Tipe Balok	Volume	Sat
1	B1	76,13	ton
2	B2	13,12	ton
3	B3	37,35	ton
4	B4	4,32	ton
5	B5	22,86	ton
6	B6	7,93	ton

Perhitungan Volume Tonase Konstruksi Baja PEB

a. Kolom
Rekapitulasi perhitungan volume kolom dapat dilihat pada Tabel 4.

b. Balok Utama
Rekapitulasi perhitungan volume balok utama dapat dilihat pada Tabel 5.

c. *Rafter*
Rekapitulasi perhitungan volume *rafter* dapat dilihat pada Tabel 6.

d. Balok Anak
Rekapitulasi perhitungan volume balok anak dapat dilihat pada Tabel 7.

e. Purlin
Rekapitulasi perhitungan volume purlin dapat dilihat pada Tabel 8.

f. Portal Pengaku
Rekapitulasi perhitungan volume portal pengaku dapat dilihat pada Tabel 9.

g. *Wall Bracing*
Rekapitulasi perhitungan volume *wall bracing* dapat dilihat pada Tabel 10.

h. *Flange Brace*
Rekapitulasi perhitungan volume *flange brace* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan volume *rafter* konvensional

No	Tipe Rafter	Volume	Sat
1	R1	2,86	kg
2	R2	23,45	kg
3	R3	9,96	kg

Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan volume plat sambungan konvensional

No	Tebal plat	Volume	Sat
1	Plat 6 mm	2.75	ton
2	Plat 8 mm	4.26	ton
3	Plat 10 mm	2.74	ton
4	Plat 12 mm	1.37	ton
5	Plat 14 mm	8.67	ton
6	Plat 16 mm	1.07	ton

7	Plat 18 mm	0.79	ton
8	Plat 26 mm	12.98	ton
9	Plat 28 mm	6.18	ton

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan volume kolom PEB

No	Tipe Kolom	Volume	Sat
1	A	3,19	ton
2	B	25,03	ton
3	C	2,50	ton
4	D	9,04	ton
5	E	2,26	ton
6	F	12,17	ton
7	G	3,96	ton
8	H	4,12	ton
9	I	3,83	ton

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan volume balok utama PEB

No	Tipe Balok	Volume	Sat
1	A	1.78	ton
2	B	15.33	ton
3	C	1.53	ton
4	D	5.57	ton
5	E	1.39	ton
6	F	6.81	ton
7	G	1.98	ton
8	H	2.00	ton
9	I	2.11	ton

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan volume *rafter* PEB

No	Tipe Rafter	Volume	Sat
1	A	0.36	ton
2	B	3.26	ton
3	C	0.33	ton
4	D	1.19	ton
5	E	0.30	ton
6	F	1.31	ton
7	G	0.36	ton
8	H	0.38	ton
9	I	0.57	ton

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan volume balok anak PEB

No	Tipe Balok Anak	Volume	Sat
1	J1	0.98	ton
2	J1a	0.15	ton

No	Tipe Balok Anak	Volume	Sat
3	J2	1.58	ton
4	J3	0.79	ton
5	J4	0.60	ton
6	J5	0.82	ton
7	J5a	0.24	ton
8	J6	2.07	ton
9	J6a	0.16	ton
10	J7	1.97	ton
11	J7a	0.92	ton
12	J8	2.37	ton
13	J9	2.36	ton
14	J10	0.58	ton
15	J10a	0.88	ton
16	J11	0.18	ton
17	J12	5.42	ton
18	J12a	0.44	ton
19	J14	0.96	ton
20	J15	1.82	ton
21	J16	0.57	ton
22	J17	1.84	ton
23	J18	1.54	ton
24	J19	1.43	ton
25	J20	0.69	ton
26	J21	0.52	ton
27	J22	0.54	ton
28	J23	1.33	ton
29	J24	0.33	ton
30	BS3	0.30	ton
31	BS5	0.19	ton
31	Balok pinggir	1.33	ton

Tabel 8. Rekapitulasi perhitungan volume purlin PEB

No	Tipe Purlin	Volume	Sat
1	Tipe 1	4.85	ton
2	Tipe 2	1.25	ton
3	Tipe 3	0.35	ton

4	Tipe 4	2.11	ton
---	--------	------	-----

Tabel 9. Rekapitulasi perhitungan volume portal pengaku PEB

No	Tipe Portal Pengaku	Volume	Sat
1	Tipe 1	0,26	ton
2	Tipe 2	0,24	ton
3	Tipe 3	0,26	ton
4	Tipe 4	0,22	ton
5	Tipe 5	0,26	ton
6	Tipe 6	0,22	ton

Tabel 10. Rekapitulasi perhitungan volume *wall bracing* PEB

No	Tipe Wall Bracing	Volume	Sat
1	Tipe 1	1.38	ton
2	Tipe 2	1.29	ton
3	Tipe 3	1.38	ton
4	Tipe 4	1.25	ton
5	Tipe 5	1.36	ton
6	Tipe 6	1.27	ton

Tabel 11. Rekapitulasi perhitungan volume *flange bracing* PEB

No	Tipe Flange Brace	Volume	Sat
1	Tipe 1	2,79	ton
2	Tipe 2	2,64	ton

Efisiensi Tonase Konstruksi Baja PEB

Dari hasil perhitungan volume tonase desain konstruksi baja konvensional didapatkan rekapitulasi total seluruh pekerjaan sebagaimana dalam Tabel

12. Dari hasil perhitungan volume tonase desain konstruksi baja PEB didapatkan rekapitulasi total seluruh pekerjaan sebagai mana dalam Tabel 13.

Tabel 12. Rekapitulasi perhitungan volume total baja konvensional

No	Pekerjaan	Volume	Sat	Volume	Sat	Proporsi
1	Kolom	92.880	kg	92,88	ton	26,81%
2	Balok	161.710,57	kg	161,71	ton	46,67%
3	Rafter	3.6271,7	kg	36,27	ton	10,47%
4	Purlin	14.122,18	kg	14,12	ton	4,08%
5	Plat sambungan	40.806,03	kg	40,81	ton	11,78%
6	Sagrod	687,3	kg	0,69	ton	0,20%
Total				346,48	ton	

Tabel 13. Rekapitulasi perhitungan volume total baja PEB

No	Pekerjaan	Volume	Sat	Volume	Sat	Proporsi
1	Kolom	66.114	kg	66,11	ton	32,48%
2	Balok	74.433,61	kg	74,43	ton	36,57%

3	Rafter	8.051,56	kg	8,05	ton	3,95%
4	Purlin	8.561,46	kg	8,56	ton	4,21%
5	portal pengaku	1.465,75	kg	1,47	ton	0,72%
6	wall Brace	7.926,36	kg	7,93	ton	3,90%
7	Flange Brace	5.428,93	kg	10,25	ton	5,04%
8	sambungan	31.507,05	kg	31,56	ton	15,51%
Total				203,54 ton		

Nilai efisiensi tonase konstruksi baja PEB didapatkan dari perhitungan berikut:

$$\text{Efisiensi Tonase} = \frac{\text{selisih tonase}}{\text{ton baja konvensional}} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Tonase} = \frac{(346,48 - 203,54)}{346,48} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Tonase} = 41,25 \%$$

Proporsi terbesar volume baja konvensional terdapat pada pekerjaan balok dengan persentase pekerjaan 46,67% dan proporsi terkecil terdapat pada pekerjaan sagrod dengan persentase 0,20%. Sementara itu, proporsi terbesar volume baja PEB juga terdapat pada pekerjaan balok dengan persentase pekerjaan 36,57% dan proporsi terkecil terdapat pada pekerjaan portal pengaku dengan persentase 0,72%. Persentase penurunan tonase terbesar dari pekerjaan baja PEB dibandingkan dengan baja konvensional terdapat pada pekerjaan balok dengan penurunan sebesar 25,19% dan persentase penurunan terkecil terdapat pada pekerjaan purlin dengan penurunan sebesar 1,60%. Secara keseluruhan didapatkan nilai efisiensi

sebesar 41,25% sehingga dapat disimpulkan konstruksi baja PEB (*Pre-Engineering Building*) lebih ringan dibandingkan dengan baja konvensional untuk memikul pembebanan struktur yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan pemodelan struktur baja konvensional, portal yang mengalami momen terbesar yaitu pada *as grid* 19. Profil balok utama WF 800x300 dan kolom HB 400x400 merupakan profil baja konvensional yang aman serta paling optimal sehingga valid untuk dibandingkan dengan konstruksi baja PEB. Dari hasil perhitungan *quantity takeoff* terhadap keseluruhan struktur, didapatkan besar tonase konstruksi baja konvensional sebesar 346,48 ton dan pada konstruksi baja *pre-engineering building* sebesar 203,54 ton. Konstruksi baja *pre-engineering building* lebih ringan dari pada konstruksi baja konvensional dengan besar efisiensi sebesar 41,25%, dimana efisiensi terbesar terjadi pada komponen balok yaitu dengan penurunan sebesar 25,19%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini diolah dari Laporan Tugas Akhir penulis pada Program Studi

Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung Politeknik Pekerjaan Umum pada tahun 2022. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung Politeknik Pekerjaan Umum atas motivasi, bimbingan, saran, dan masukan yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kontraktor yang menangani salah satu proyek stasiun KRL di Kota Jakarta atas dukungan untuk memperoleh data dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aher, J., 2019, *Relative Investigation of Multi-storey Structure into PEB and RCC*, vol. 06, no. 02 , pp. 2596–2601.
- Badan Standardisasi Nasional, 2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Sebagai Revisi dari Standar Nasional Indonesia. SNI 1726:2019*, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2020, *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur. SNI 1727:2020*, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2020, *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, SNI 1729:2020*, BSN.
- Diware, S.D., & Bais, M.M., 2021, *Comparative Study & Analysis of Pre-Engineered Building (PEB) Management With Respect to Normal Construction*. International Journal of Engineering Technology Research.& Management, vol. 05, no. 12, pp. 69-73.
- Gawade, M.D., & Waghe, U.P., 2018, *Study of Pre-Engineered Building Concept*. Journal of Research in Engineering and Applied Sciences, vol. 03, no. 03, pp. 88–91.
- Kadam, A.M., & Talikoti, R.S., 2016, *Aircraft Hanger Design Pre-Engineered Building*. International Journal of Modern Trends in Engineering and Research, vol. 02, no. 7, pp. 522-526.
- Wakchaure, S. & Dubey, N.C., 2016, *Design and Comparative Study of Pre-Engineered Building*. International Journal of Engineering Development and Research, vol. 04, no. 2, pp. 2108-2113.
- Yazhini, R. & Priyadharshini, A., 2021, *Analysis and Design of Pre-Engineered Building*. International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 08, no. 4, pp. 177-180.