

**ANALISIS EFISIENSI STRUKTUR RANGKA ATAP BAJA RINGAN DENGAN
MENGUNAKAN KUDA-KUDA TIPE *FINK TRUSS*,
FAN TRUSS, *PRATT TRUSS* DAN *HOWE TRUSS***

Amir Hamzah, ST.MT, Alexander Tuahta.S, ST.MT

Rafika Riza Hamzah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Asahan.

ABSTRAK

Penggunaan kuda-kuda baja ringan di dalam dunia konstruksi sudah menjadi populer pada saat ini, karena berbagai kelebihan yang dimilikinya. Namun harganya tidak tergolong murah, Maka dalam perencanaan struktur kuda-kuda rangka atap baja ringan harus dilakukan dengan baik dan benar supaya tidak terlalu banyak mengeluarkan biaya. Penelitian ini menggunakan standar perencanaan yang mengacu pada SNI 7971:2013 dan juga didukung dengan simulasi perhitungan gaya batang maksimumnya menggunakan software SAP 2000 untuk memudahkan dalam perencanaan struktur rangka atap untuk kuda-kuda tipe *Fink Truss*, *Fan Truss*, *Pratt Truss* dan *Howe Truss* agar diperoleh desain yg paling aman dan juga efisien dari segi ekonomis. Hasil perhitungan desain struktur kuda-kuda baja ringan menggunakan profil C 100.100 pada Batang atas (Top chord), profil C 81.100 pada Batang web dan profil C 75.75 untuk tipe Fink Truss, Pratt Truss dan Howe Truss serta profil C 81.72 khusus untuk tipe Fan Truss pada Batang bawah (Bottom chord). Hasil Perbandingan berat total material profil baja ringan antara kuda-kuda tipe Fink Truss : Fan Truss : Pratt Truss : Howe Truss adalah 888,06 kg : 851,90 kg : 969,07 kg : 904,01 kg dengan rasio perbandingan 1,074 : 1 : 1,176 : 1,094. Berdasarkan rasio perbandingan berat total material profil baja ringan yang terjadi, dapat disimpulkan bahwa kuda-kuda baja ringan tipe Fan Truss adalah yang paling efisien untuk digunakan pada kuda-kuda dengan bentang 9 m.

Kata Kunci: Kuda-kuda, Baja Ringan, SNI 7971:2013.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan kuda-kuda rangka atap baja ringan di dalam dunia konstruksi sudah menjadi populer pada saat sekarang ini. Kelebihan baja ringan sebagai bahan material konstruksi antara lain adalah bobotnya yang ringan membuat beban yang akan ditanggung oleh struktur dibawahnya menjadi lebih rendah, bersifat tidak membesarkan api, tidak bisa dimakan rayap, pemasangannya yang relatif cepat dan nyaris tidak memiliki nilai muai dan susut (Hermanji, 2017).

Selain memiliki kelebihan, ternyata baja ringan juga memiliki kekurangan, salah satunya adalah harga per meter atap baja ringan cenderung mahal (Muhtarida, 2020). Dibandingkan dengan harga dan kualitas kayu yang terus mengalami fluktuasi karena sudah mulai sulit untuk ditemukan, baja ringan memang merupakan pilihan yang lebih aman dan mudah untuk ditemukan. Maka dalam perencanaan struktur kuda-kuda rangka atap baja ringan harus dilakukan dengan baik dan benar supaya tidak terlalu banyak mengeluarkan biaya.

Banyaknya bentuk rangka kuda-kuda yang ada di dunia konstruksi, membuat seorang perencana haruslah dapat memilih bentuk rangka kuda-kuda yang paling ekonomis namun tetap aman dalam pemakaian bahan dan pelaksanaan di lapangan (Widiasanti. dkk, 2012). Beberapa penelitian tentang berbagai tipe kuda-kuda juga telah dilakukan diantaranya adalah penelitian oleh Syamsudin. dkk (2018) yang telah berhasil meneliti bahwa kuda-kuda tipe *Fink* adalah yang paling efektif dibanding tipe *Howe* dan *Cremona*.

Berdasarkan hal tersebut maka pada kesempatan kali ini penulis berinisiatif untuk melakukan analisis terhadap 4 tipe kuda-kuda yang berbeda, yaitu : *Fink*, *Fan*, *Pratt* dan *Howe Truss*. Dengan bentang 9 m x 20 m.

LANDASAN TEORI

Bahan dasar dari baja ringan adalah *Carbon Steel*. *Carbon Steel* merupakan baja yang terdiri dari elemen-elemen yang memiliki presentase maksimum selain bajanya sebagai berikut: 1.70% *Carbon*, 1.65% *Manganese*, 0.60% *Silicon*, 0.60% *Copper*. *Carbon* adalah unsur kimia dengan nomor atom 6, memiliki tingkat oksidasi 4.2 dan *Mangan* adalah unsur kimia dengan nomor atom 25, memiliki tingkat oksidasi 7.6423. *Carbon* dan *Manganese* adalah bahan utama untuk meningkatkan tegangan (*Strength*) dari baja murni. Penambahan presentase *Carbon* akan mempertinggi *Yield Strength* (Kekuatan Luluh) tapi akan mengurangi daktilitas. Baja ringan ialah Baja *High Tensile G-550* (*Minimum Yeild Strenght* 5500 kg/m²) dengan standar bahan ASTM A792, JIS G3302, SGC 570 (I. Wildensyah, 2013). Dengan kekuatan G550, baja ringan tersebut memiliki kekuatan leleh minimum sebesar 550 Mpa maka artinya dapat dibuktikan bahwa dalam uji laboratorium baja tersebut tidak boleh putus saat ditarik dengan minimum kekuatan 550 Mpa.

Untuk melindungi material baja mutu tinggi dari korosi, harus diberikan lapisan *coating* (pelindung) secara memadai. Berbagai metode guna untuk memberikan lapisan pelindung guna mencegah korosi pada baja mutu tinggi telah dikembangkan. Jenis *coating* pada baja ringan yang beredar dipasaran adalah *Galvanized*, *Galvalume*, atau sering juga disebut sebagai *Zincalume* dan sebuah produsen mengeluarkan produk baja ringan dengan menambahkan magnesium yang kemudian dikenal dengan ZAM, dikembangkan sejak 1985, menggunakan lapisan pelindung yang terdiri dari : 96% *zinc*, 6% aluminium dan 3% magnesium (A. Hermanji, 2017)

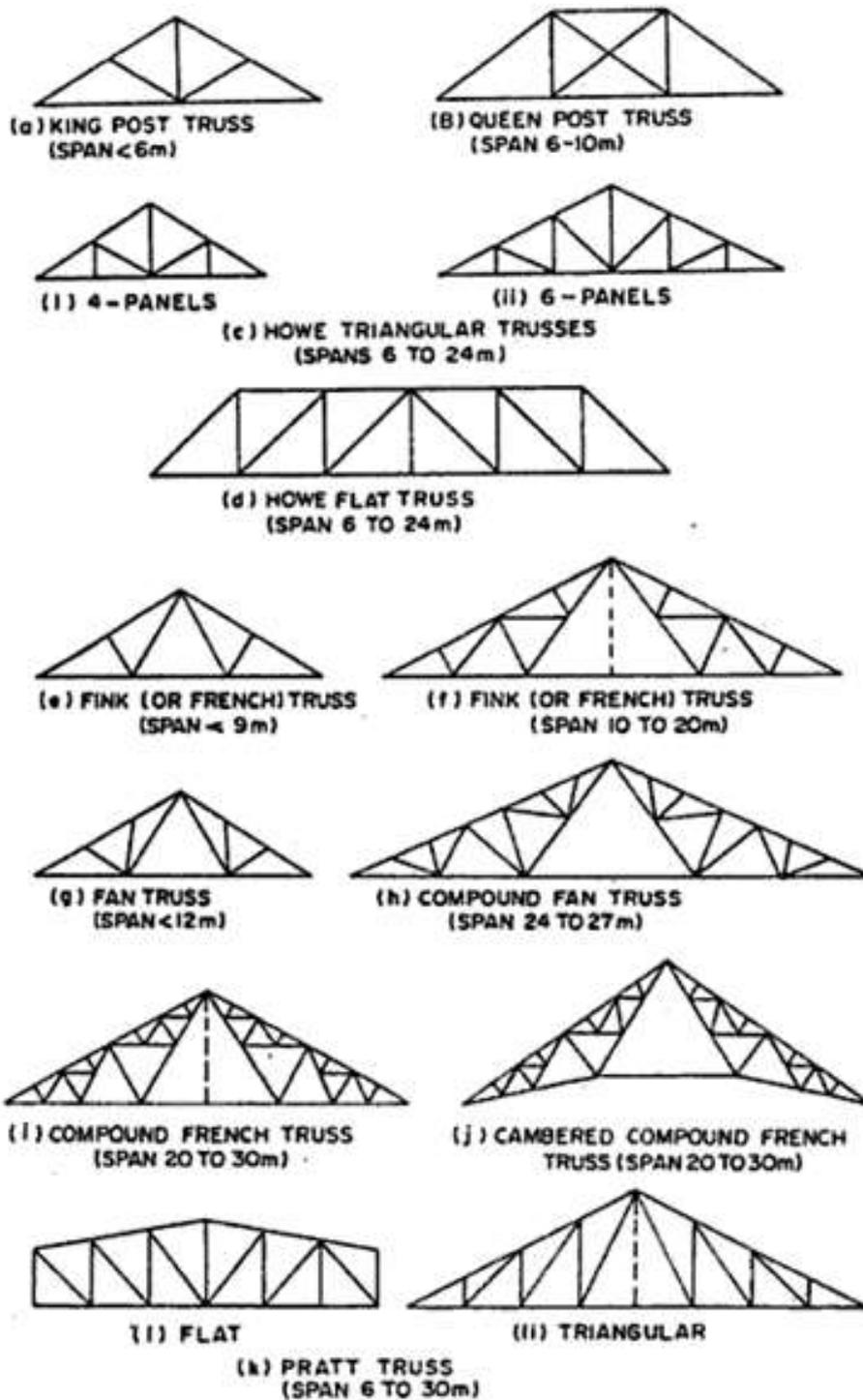
Konstruksi kuda-kuda adalah suatu susunan rangka batang yang

memiliki fungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga beratnya sendiri sekaligus berperan dalam memberikan bentuk pada atap itu sendiri. Kuda-kuda merupakan penyangga utama pada struktur atap (Widiasanti. Dkk, 2012). Rangka batang adalah susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga ataupun kombinasi segitiga, sehingga membentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk apabila diberi beban, setiap elemen tersebut secara khas dianggap tergabung pada titik hubung sendi, sehingga semua beban dan

reaksi hanya terjadi pada titik hubungan tersebut (Schodek 1991).

Macam dan bentuk kuda-kuda pada umumnya berbentuk segitiga, karena dengan bentuk ini mempunyai bidang yang miring, hal ini akan memperkecil tekanan angin serta mempercepat mengalirnya air yang jatuh dari atasnya (Widiasanti. Dkk, 2012).

Dibawah ini adalah gambar bentuk kuda kuda :



(Sumber : Punmia. At all, 1998)

Gambar 1 Tipe kuda-kuda Rangka Atap diteliti :

1. Fink Truss

Fink truss ini berasal dari rangka jembatan meskipun saat ini sudah jarang digunakan sebagai jembatan.

Berikut adalah tipe kuda-kuda yang akan

Fink Truss pertama kali dipatenkan oleh Albert Fink pada tahun 1854. Albert Fink merancang jembatan rangka untuk beberapa jalur kereta api Amerika terutama

Baltimore dan Ohio serta Louisville dan Nashville (en.wikipedia.org 2021).

2. *Fan Truss*

Berbeda dengan elemen batang *Pratt Truss* dan *Howe Truss*, elemen batang *Fan Truss* berupa elemen diagonal yang berfungsi untuk menahan gaya tarik dan tekan dimana elemen-elemen batang diagonal dari *Fan Truss* saling mendukung dan memungkinkan untuk desain yang lebih efektif.

3. *Pratt Truss*

Tipe ini awalnya dirancang oleh Thomas dan Caleb Pratt pada tahun 1844. *Pratt Truss* disusun sedemikian mungkin bahwa di bawah beban gravitasi elemen batang diagonal berfungsi untuk menahan gaya tarik dan elemen batang vertikal berfungsi untuk menahan gaya tekan (en.wikipedia.org 2021).

4. *Howe Truss*

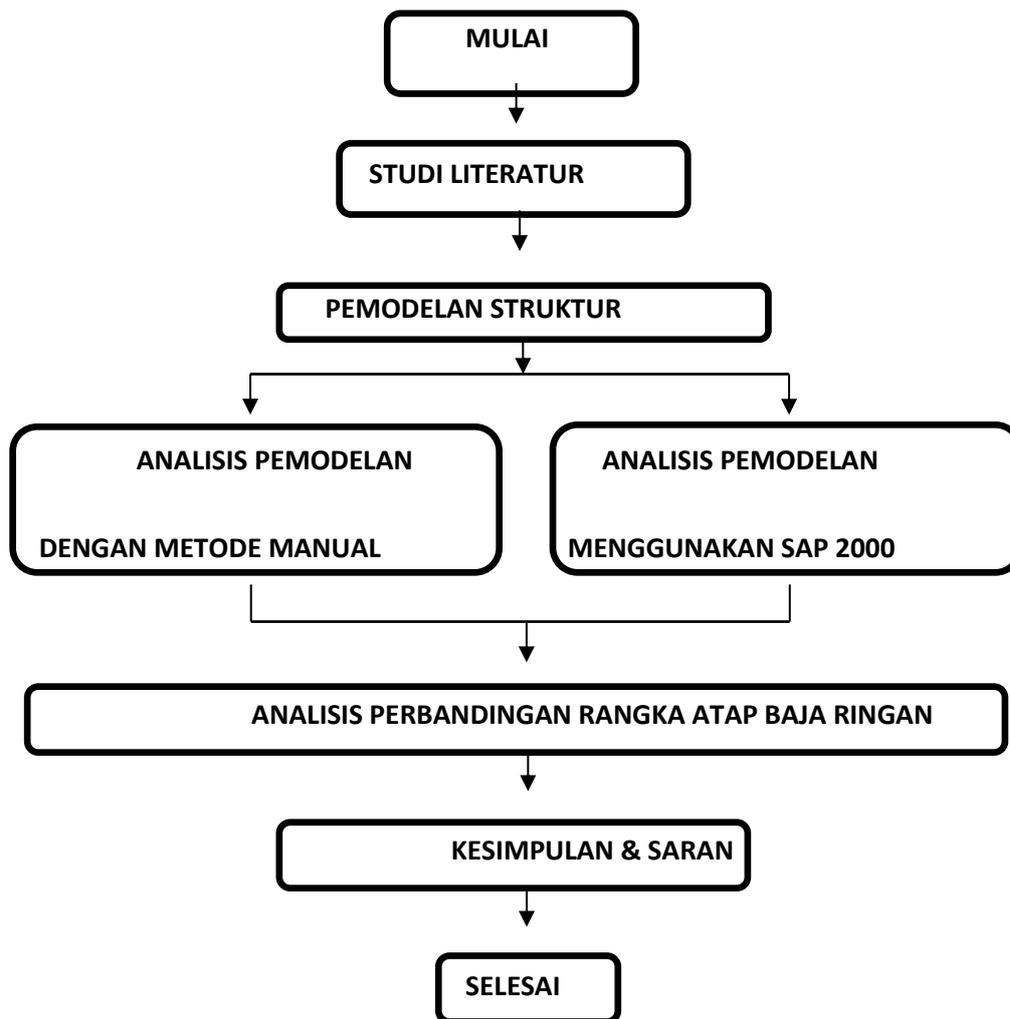
Tipe ini pertama kali dipatenkan oleh kontraktor konstruksi yaitu William Howe di Massachusetts pada tahun 1840. Elemen batang *Howe Truss* ini merupakan kebalikan dari *Pratt Truss* dimana elemen diagonal berfungsi untuk menahan gaya tekan sedangkan elemen batang vertikal berfungsi untuk menahan gaya tarik (en.wikipedia.org 2021).

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan standar perencanaan yang mengacu pada SNI 7971:2013 yang didukung dengan simulasi menggunakan software SAP 2000 untuk memudahkan dalam perencanaan dan perhitungannya. Berikut adalah diagram alir (*Flow Chart*) dari prosedur penelitian kali ini

perencanaan dan perhitungannya.

Berikut adalah diagram alir (*Flow Chart*) dari prosedur penelitian kali ini



Gambar 2 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memilih tipe kuda-kuda yang paling efisien untuk bentang 9 m x 20 m dengan jarak antar kuda-kuda sebesar 1m dan sudut kemiringan atap 30°, dengan data beban sebagai berikut :

Data-data beban mati :

Data-data beban mati :

- Beban atap : 4,45 kg/m²
- Beban reng : 1 kg/m
- Beban profil : 1,5 kg/m
- Beban plafond : 11 kg/m²
- Beban hanger : 7 kg/m²

Berikut ini adalah kombinasi beban yang akan digunakan oleh penulis :

1. 1,4D
2. 1,2D + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6 (Lr atau R) + 0,5 W
4. 1,2D + 1,0W + 0,5 (Lr atau R)

Setelah dilakukan analisa pembebanan maka selanjutnya dilakukan analisis pemodelan struktur menggunakan SAP 2000 untuk mencari gaya batang maksimum yang terjadi. Penelitian

dilanjutkan dengan mencari desain profil baja ringan yang aman yang mengacu pada SNI 7971:2013.

Perencanaan Batang Tarik

$$N^* \leq \phi_t \cdot N_t$$

Keterangan :

N^* = Gaya aksial desain tarik

ϕ_t = Faktor reduksi kapasitas untuk tarik = 0,90

N_t = Kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tarik

Perencanaan Batang Tekan

$$N^* \leq \phi_c N_c$$

(3.32)

Keterangan :

N^* = Gaya aksial desain tekan

ϕ_c = Faktor reduksi kapasitas untuk tekan = 0,85

N_c = Kapasitas struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan

Profil Baja Ringan yang digunakan adalah tipe G550, dengan ketersediaan dimensi sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Profil Baja Ringan

Profil	Dimension		Section Area	Unit Weight	Informative Reference			
					Geometrical		Modulus	
	H x B x C		A	Momen of inertia		of Section		
	mm	t	mm ²	Ix	Iy	Zx	Zy	
C100.100-191	C100 x 40 x 11	0,95	191,5	1,54	292337	40844	4657	1386
C81.100-171	C81 x 38,3 x 9	0,95	153,5	1,22	163743	32561	4043	1196
C81.72-170	C81 x 38,3 x 9	0,7	119,91	0,98	128869	25816	3182	948,18
C75.100-151	C75 x 34 x 8	0,95	142,59	1,15	127294	21414	3394	911,37
C75.75-151	C75 x 34 x 8	0,7	105,91	0,86	95372	16230	2543	690,86

(Sumber : Syamsudin. dkk, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil analisis pembebanan yg terjadi pada kuda-kuda baja ringan :

1. Beban Mati

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Beban Mati

Buhul	Beban Mati						Input SAP (kg)
	ap (kg)	eng (kg)	Kuda-kuda (kg)	Plafond (kg)	Bracing (kg)	total (kg)	
1 = 2	-	-	8,05	54	0,805	62,85	63
3 = 9	7,70	1	3,55	54	0,355	66,60	67
4 = 8	7,70	1	3,89		0,389	12,98	13
5 = 7	7,70	1	3,89	-	0,389	12,98	13
6	7,70	1	7,10	-	0,710	16,51	17

2. Beban hidup

$$P = 100 \text{ kg}$$

1987)

(PPPURG

$$\text{Angin tekan } (W_1) = 8,65 \text{ kg}$$

$$W_1/2 = 4,325 \text{ kg}$$

$$\text{Angin hisap } (W_2) = - 8,65 \text{ kg}$$

$$W_2/2 = -$$

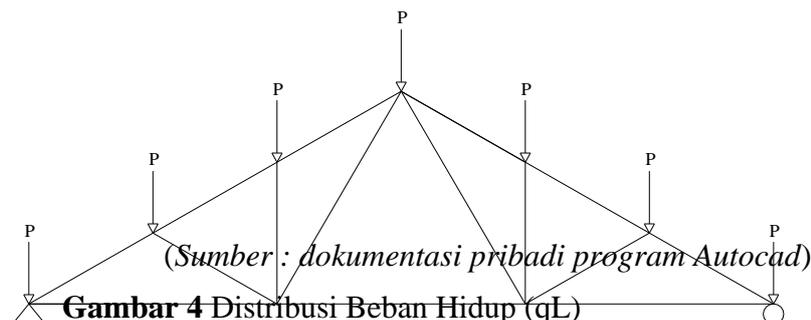
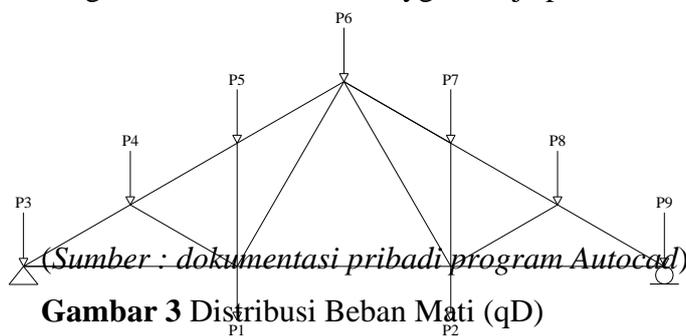
$$4,325 \text{ kg}$$

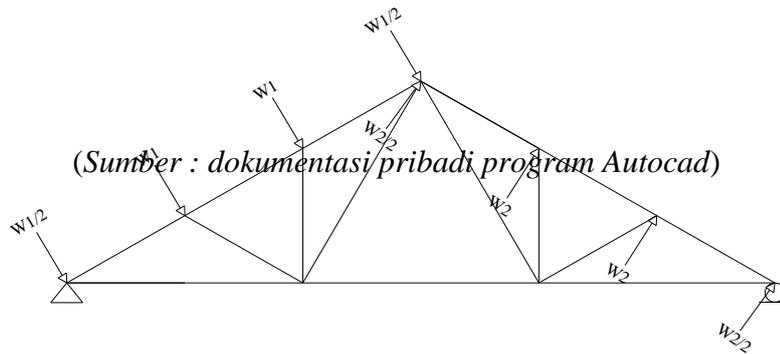
1987)

(PPPURG

3. Beban Angin

Berikut adalah gambar distribusi beban yg bekerja pada kuda-kuda :

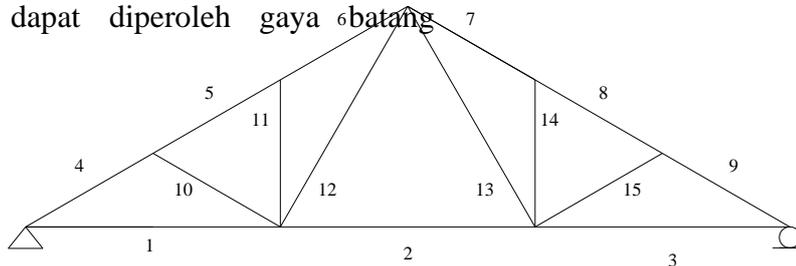




Gambar 5 Distribusi Beban Angin (W)

Nilai dari seluruh beban yang bekerja diinput pada software SAP 2000, dengan meletakkan beban pada setiap titik buhul dari kuda-kuda seperti pada gambar diatas, sehingga dapat diperoleh gaya 6 batang :

maksimum, dengan tanda (-) untuk batang tekannya dan tanda (+) untuk batang tariknya. Berikut ini disajikan gambar kuda-kuda beserta keterangan nomor batangnya



(Sumber : dokumentasi pribadi program Autocad)

Gambar 6 Nomor Batang pada Kuda- kuda Rangka Atap Baja Ringan

Tabel 3. Gaya Batang Maksimum

NAMA BATANG	FINK TRUSS Kg	FAN TRUSS Kg	PRATT TRUSS Kg	HOWE TRUSS Kg
Batang Tekan Atas	-800,02	-1036,19	-800,02	-1076,99
Batang Tarik Bawah	692,84	914,22	692,84	949,56
Batang Tekan Web	-211,66	-179,93	-240	-290,41
Batang Tarik Web	211,66	398,94	277,13	470

Berdasarkan nilai gaya batang maksimumnya ini, kemudian dilakukan analisa pemodelan manualnya yang mengacu pada SNI 7971:2013 sehingga diperoleh profil baja ringan yg paling aman untuk digunakan. Berikut adalah tabel profil pilihan hasil analisis pemodelan manual :

Tabel 4. Profil Baja Ringan untuk Batang Tekan dan Tarik

NAMA BATANG	FINK TRUSS Kg	FAN TRUSS Kg	PRATT TRUSS Kg	HOWE TRUSS Kg
Batang Tekan Atas	C 100.100	C 100.100	C 100.100	C 100.100
Batang Tarik Bawah	C 75.75	C 81.72	C 75.75	C 75.75
Batang Tekan Web	C 81.100	C 81.100	C 81.100	C 81.100
Batang Tarik Web	C 81.100	C 81.100	C 81.100	C 81.100

Berdasarkan pilihan profil diatas dapat dihitung beral volume total material baja ringan dari masing-masing tipe kuda-kuda sebagai berikut :

Tabel 5. Perbandingan Berat Volume Material Baja Ringan

NAMA BATANG	FINK TRUSS Kg	FAN TRUSS Kg	PRATT TRUSS Kg	HOWE TRUSS Kg
Batang Atas	335,64	335,64	335,64	335,64
Batang Bawah	162,50	185,22	162,54	162,54
Batang Web	390,81	331,04	470,89	405,83
Berat Total	888,06	851,9	969,07	904,01

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan desain struktur kuda-kuda baja ringan menggunakan, profil C 100.100 pada Batang atas (Top chord), profil C 81.100 pada Batang web dan profil C 75.75 untuk

tipe Fink Truss, Pratt Truss dan Howe Truss serta profil C 81.72 khusus untuk tipe Fan Truss pada Batang bawah (Bottom chord).

2. Hasil Perbandingan berat total material profil baja ringan antara kuda-kuda tipe Fink Truss : Fan Truss : Pratt Truss : Howe Truss adalah 888,06 kg : 851,9 kg : 969,07 kg : 904,01 kg dengan rasio perbandingan 1,074 : 1 : 1,176 : 1,094.
3. Berdasarkan rasio perbandingan berat total material profil baja ringan yang terjadi, dapat disimpulkan bahwa kuda-kuda baja ringan tipe *Fan Truss* adalah yang paling efisien untuk digunakan pada kuda-kuda dengan bentang 9 m.

SARAN

Berdasarkan pada kesimpulan hasil penelitian, maka untuk perkembangan dibidang konstruksi baja ringan khususnya pada struktur rangka atap disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan kajian analisis pada kuda-kuda yang memiliki bentang lebih besar dengan tipe kuda-kuda yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermanji, A. 2017. "*Rangka Atap Baja Ringan Untuk Semua*". Bandung: Alfabeta.
- Wildensyah, I. 2013. "*Konstruksi Baja Ringan*". Yogyakarta: Istana Media.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2017. "*Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 8399:2017*". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2017. "*Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung, SNI 1727:2013*". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2017. "*Struktur Baja Canai Dingin, SNI 7971:2013*". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Syamsudin, S.F. dkk. 2018. "*Analisis Komparasi Perencanaan Struktur Rangka Atap Baja Ringan Untuk Rumah Tipe 180 Dengan Tipe Kuda-Kuda Yang Berbeda*". Prosiding dari Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama. Hal : 383-388
- Widiasanti, I. dkk. 2012. "*Perbandingan Volume Kebutuhan Material Kuda-Kuda Rangka Atap Baja Tipe Pratt, Howe, Compound Fan*". Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil, Jakarta: UNJ. Vol VII : 1-16
- Purwanto, H. 2017. "*Analisis Efisiensi Konstruksi Rangka Atap Baja Ringan*". Jurnal Deformasi Jurusan Teknik Sipil, Palembang: Universitas PGRI. Vol II : 26-36
- Dakhi, D. J. L. 2015. "*Analisis Perbandingan Volume Baja Ringan Pada 3 Tipe Rangka Atap*". Skripsi. FT, Teknik Sipil, Medan: USU.
- Hancock, G. J. 2001. "*Cold-Formed Steel Structures to the AISI Specification*". New York: Marcel Dekker, Inc.
- Yu, Cheng. 2016. "*Recent Trends in Cold-Formed Steel Construction*". Inggris : Elsevier.
- Yu, Wei-wen. 2000. "*Cold-Formed Steel Design 3 Edition*". Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Pramono, H. dkk. 2007. "*Desain Konstruksi dengan SAP 2000*". Yogyakarta : ANDI.

Dewobroto, W. 2013. “*Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000*”. Jakarta : Dapur Buku.

Dewobroto, W. 2007. “*Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000 Edisi Baru*”. Jakarta : Elex Media Komputindo.

Wikipedia. 2021. “*Howe Truss, Pratt Truss dan Fink Truss*”. en.wikipedia.org (Diakses Februari 3, 2021)

