

OPTIMASI TEBAL SAMBUNGAN LAS SUDUT MENGGUNAKAN IDEASTATICA PADA BAJA WF SEBAGAI STRUKTUR RANGKA ATAP

Risal Muzaffar *¹
Siska Ayu Aprilia Yusuf ²

^{1,2} Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*e-mail: 21035010031@student.upnjatim.ac.id ¹, 21035010032@student.upnjatim.ac.id ²

Abstrak

Penggunaan baja WF sebagai konstruksi rangka atap dapat menjadi solusi untuk dunia konstruksi saat ini, dikarenakan struktur baja memiliki daktilitas agar mampu menahan beban maksimum yang tinggi. Agar struktur baja dapat menjadi sebuah satu kesatuan perlu dilakukan metode untuk penyambungan pada setiap rangkanya, untuk sambungan yang dapat digunakan salah satunya adalah sambungan las. Sambungan las juga memiliki kekuatan untuk menerima beban yang diterima oleh sambungan struktur baja tersebut, namun sambungan las akan mengalami kecacatan dan resiko merusak profil baja tersebut ketika dilakukan pemanasan dari las secara terus menerus, sehingga diperlukan perencanaan secara teliti agar tidak mempengaruhi sifat mekanisme dari baja tersebut. Salah satu perencanaan untuk sambungan las yaitu perencanaan tebal dari sambungan las, hal tersebut dapat dilakukan ketika sudah melewati tahap perencanaan profil dan penampang lainnya. Dilakukan perencanaan sambungan las untuk sambungan kolom - rafter dengan menggunakan program SAP2000 untuk menganalisa gaya dalam dari profil dan program IdeaStatiCa untuk menganalisa kapasitas dari sambungan las tersebut. Didapatkan hasil gaya dari tebal las yaitu 5 mm untuk sayap dan 3 mm untuk badan, telah memenuhi nominal dari beban yang diterima pada sambungan tersebut yaitu dengan nominal kapasitas sambungan las 10,1 kN untuk las pada badan dan 19 kN untuk las pada sayap.

Kata kunci: Sambungan las, Kapasitas, Struktur Baja

Abstract

The use of WF steel as a roof truss construction can be a solution for today's construction world, because steel structures have ductility to be able to withstand high maximum loads. In order for the steel structure to become a single unit, it is necessary to use a method for connecting each frame, for the connection that can be used, one of which is a welding connection. The welding connection also has the strength to accept the load received by the steel structure connection, but the welding connection will experience defects and the risk of damaging the steel profile when heating is carried out from the weld continuously, so careful planning is needed so as not to affect the mechanism properties of the steel. One of the planning for welded joints is planning the thickness of the welded joints, this can be done when it has passed the profile planning stage and other cross-sections. Welding connection planning for column - rafter connections is carried out using the SAP2000 program to analyze the internal force of the profile and the IdeaStatiCa program to analyze the capacity of the welding connection. The result of the force of the weld thickness, which is 5 mm for the wing and 3 mm for the body, has fulfilled the nominal load received on the connection, namely with a nominal welding connection capacity of 10.1 kN for the weld on the web and 19 kN for the weld on the flange.

Keywords: Welded joints, Capacity, Steel Structure

PENDAHULUAN

Penggunaan baja WF untuk rangka atap merupakan salah satu dari sekian banyak penggunaan baja berat sebagai komponen struktur dari sebuah konstruksi saat ini, contoh lainnya yaitu sebagai struktur untuk pabrik, gudang, dan bangunan yang memerlukan bentang yang lumayan lebar (Darmiyanti, Rodji, dan Mumtaz 2022). Struktur baja merupakan salah satu struktur yang memiliki daktilitas yang sangat tinggi dibandingkan dengan struktur beton (Markus, Sutriyono, dan Sc 2023). Karena daktilitas tersebut merupakan salah satu faktor baja dibuat menggunakan yang berasal dari campuran bahan besi dan sedikit karbon (Melinda et al., 2021). Dengan metode serbuk besi dan logam yang dituang dengan tungku yang memiliki temperatur yang tinggi sehingga menghasilkan massa besi yang besar (Husnah et al., 2019). Hal penting yang harus ditinjau dalam penggunaan material baja WF yaitu pada komponen

sambungan untuk rangka atap yang menggunakan baja, memiliki beberapa titik sambungan yaitu pada rafter – kolom, rafter – purlin, regel – kolom, dan kolom – pedestal. Sambungan tersebut umumnya menggunakan media plat baja untuk menghubungkan dua komponen tersebut (Nursani dan Syarif 2020). Dalam metode pengelasan, dibutuhkan arus listrik yang sesuai untuk memanaskan las elektroda yang akan digunakan sebagai media sambungan las (Fajarwati Meditama et al., 2022). Selain deformasi dan pengaruh tersebut, penampang baja ketika terkena panas yang terlalu lama dapat mempengaruhi nilai regangan baja tersebut (Baihaqi et al., 2018).

Pada penelitian ini dilakukan perencanaan mengenai tebal sambungan las yang efisien, agar sambungan las dapat dioptimasi dengan baik maka digunakan program SAP2000 untuk menganalisa gaya dalam yang diterima pada rangka atap struktur baja tersebut, lalu gaya dalam tersebut diinput ke dalam permodelan sambungan baja menggunakan program IdeaStatiCa agar tebal sambungan las yang direncanakan dapat diketahui kekuatannya terhadap beban yang bekerja yang berada diantara elemen rangka baja tersebut.

**METODE
 STUDI LITERATUR**

Metode penelitian yang digunakan diantaranya yaitu studi literatur pada sebuah project hotel di Jawa Timur dengan mengidentifikasi desain konsultan perencana terkait rencana komponen struktur rangka atap yang akan dilaksanakan.

Tabel 1. Komponen Struktur Rangka Atap

Komponen	Jenis	Mutu
Kolom	WF 150.75.5.7	BJ 37: Fy= 240 Mpa Fu= 370 Mpa
Rafter	WF 150.75.5.7	
Regel	CNP 125.50.20.3,2	
Gording	UNP 100.50.5.7,5	
Bracing	Ø 16	BJTP 280: Fy= 280 Mpa
Trekstang	Ø 10	
Angkur	4D16	BJTS 420B: Fy= 420 Mpa Baut A325M
Baseplate	T= 10mm	
		A572M Grade 50.

METODE KUALITATIF

Kemudian melakukan permodelan struktur serta analisa dengan metode kuantitatif terhadap gaya dalam yang terjadi pada rangka baja menggunakan SAP2000 dengan acuan SNI 1727:2020 untuk konfigurasi beban angin yang telah disesuaikan dengan lokasi dan komponen struktur yang diteliti.

Tabel 2. Parameter Beban Angin

Parameter	Koefisien/Nominal
Kategori Resiko Bangunan	I
Kecepatan Angin Dasar (Vd)	38,3 m/detik
Faktor Arah Angin (Kd)	0,85
Kategori Eksposur	B
Kategori Topografi (Kzt)	1
Faktor Elevasi Permukaan (Ke)	1
Faktor Hembusan Angin (G)	0,85
Koef. Eksposur Tekanan Kecepatan (Kz)	0,70
Tekanan Angin	78,518 kg/m ²

Pada SNI 03 – 1727:1989 Pasal 2.1.2 Ayat 3 untuk kecepatan angin digunakan persamaan

$$P = \frac{v^2}{16} \tag{1}$$

Keterangan:

P = Tekanan Angin (kg/m²)

V = Kecepatan Angin (mph)

Serta SNI 1726:2019 dan ASCE 7-16 mengenai beban gempa seismic telah disesuaikan dengan lokasi dan komponen struktur yang diteliti juga.

Tabel 3. Parameter Beban Gempa Seismik

Parameter	Koefisien/Nominal
Koefisien Situs (Fa)	1,441
Koefisien Situs (Fv)	1,8878
Percepatan Desain Periode Pendek (S _{DS})	0,6787
Percepatan Desain Periode 1 Detik (S _{D1})	0,5188
Koefisien Modifikasi Respons ®	8
Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω)	3
Faktor Pembesaran Defleksi (C _d)	5,5

Serta kombinasi pembebanan dari semua beban tersebut menggunakan metode ultimit standart LRFD:

- 1,4D
- 1,2D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau R)
- 1,2D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5 W)
- 1,2D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau R)
- 0,9 D + 1,0 W
- 1,2 D + Ev + Eh + L
- 0,9 D - Ev + Eh

Kemudian analisa kapasitas dari sambungan las yang direncanakan menggunakan program IdeaStatiCa dengan acuan AISC 360-16 dan SNI 1729:2020 yaitu pada sambungan rafter - kolom, maka untuk menentukan kapasitas geser dari sambungan las adalah:

$$\phi Rn = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} \tag{2}$$

Keterangan:

ϕRn = Kekuatan sambungan las (kN)

ϕ = Faktor reduksi sambungan las (0,75)

F_{nw} = Kekuatan bahan las (Mpa)

A_{we} = Luas penampang sambungan las (mm²)

Dengan arah beban yang eksentris terhadap penampang sambungan las, maka kekuatan bahan las menurut SNI 1729:2020 Bab J Pasal 4 yaitu:

$$F_{nw} = 0,6 \cdot F_{exx} \cdot (1 + 0,5 \sin^{1,5} \theta) \tag{3}$$

Keterangan:

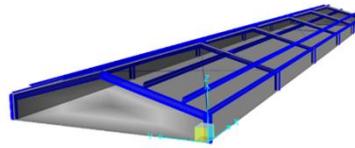
F_{nw} = Kekuatan bahan las (Mpa)

F_{exx} = Kuat tarik mutu las (E70xx = 483 Mpa)

θ = Sudut beban terhadap penampang las (°)

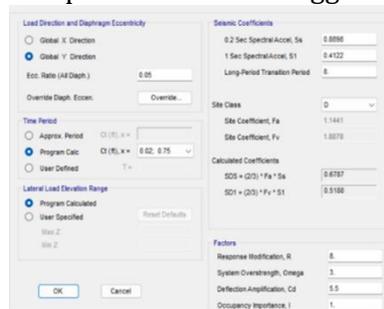
**HASIL DAN PEMBAHASAN
 ANALISA GAYA DALAM**

Semua komponen rangka atap yang tertera pada Tabel 1 dimodelkan kedalam program SAP2000.



Gambar 1. Permodelan struktur

Kemudian beberapa faktor dari parameter untuk beban mati profil baja dan atap, beban hidup air hujan dan pekerja, beban angin pada bidang dinding imajiner dengan notasi abu – abu pada gambar 1, serta beban gempa seismik respon spektra yang telah disesuaikan kelas dan lokasi bangunan pada struktur rangka atap tersebut. Semua beban tersebut diinput kedalam load pattern dengan standart input beban pada SAP2000 menggunakan ASCE 7-16.



Gambar 2. Load pattern beban gempa



Gambar 3. Load pattern beban angin

Parameter yang diinput kedalam load pattern beban angin menggunakan parameter yang tertera pada Tabel 2 dan parameter yang diinput kedalam load pattern beban gempa menggunakan parameter yang tertera pada Tabel 3. Kemudian output gaya dalam dapat diketahui setelah dilakukan pengoprasian analisis struktur tersebut menggunakan kombinasi beban ultimit dengan acuan LRFD. Untuk gaya dalam yang digunakan dalam permodelan sambungan rafter – kolom pada tahap selanjutnya, digunakan nominal negatif yang ekstrem dari gaya geser dan momen sumbu kuat dikarenakan posisi sambungan dari rafter – kolom berada di daerah tumpuan.



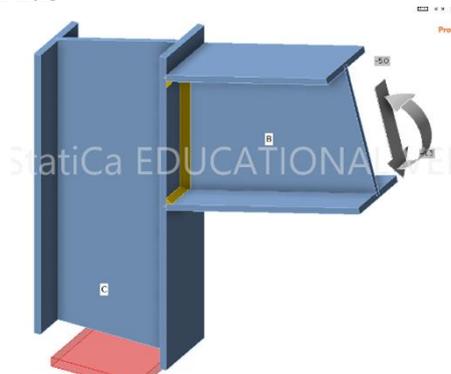
Gambar 4. Distribusi momen pada rafter

Maka didapatkan hasil gaya dalam pada rafter untuk nominal negatif ekstrem dari geser dan momen sumbu kuat pada tabel berikut:

Tabel 4. Gaya dalam pada rafter

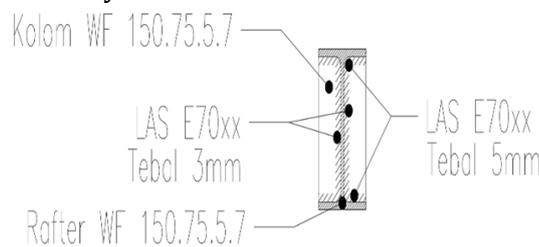
Komponen Struktur	Gaya Dalam (kN)	
	V2	M3
Rafter (WF 150.75.5.7)	-5,02	-4,336

Analisa Kapasitas Sambungan Las



Gambar 5. Permodelan sambungan

Untuk sambungan las digunakan las sudut dengan satu sisi pada bagian sayap serta dua sisi untuk bagian badan dari rafter tersebut. Panjang las direncanakan untuk dilas mengelilingi penampang baja WF 150.75.5.7 pada rafter – kolom. Lalu untuk tebal las direncanakan sesuai dengan tabel J2.4 SNI 1729:2020 bahwa untuk tebal dari penampang sayap rafter adalah 7 mm digunakan tebal las minimum 5 mm, kemudian untuk tebal penampang badan rafter adalah 5 mm maka digunakan tebal las minimum yaitu 3 mm.



Gambar 6. Penampang sambungan las

Pada gaya dalam yang telah diperoleh dari output program SAP2000 yang tertera pada tabel 4 diinput ke dalam IdeaStatiCa yang telah ditunjukkan dengan arah gaya pada gambar 5. Setelah dilakukan analisa untuk kapasitas sambungan las untuk sambungan kolom - rafter, bahwa semuanya sudah memenuhi dengan nominal $F_n \leq \phi R_n$ yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Welds														
Item	Edge	Xu	t _w [mm]	w [mm]	L [mm]	L _c [mm]	Loads	F _n [kN]	ϕR_n [kN]	U _t [%]	U _c [%]	Detailing	Status	
Kolom-tfl 1	Rafter-bfl 1	E70xx	▲ 5.0	▲ 7.1	74	12	LE1	13.2	19.0	69.2	49.0	OK	OK	
Kolom-tfl 1	Rafter-tfl 1	E70xx	▲ 5.0	▲ 7.1	74	12	LE1	11.7	19.4	60.5	42.2	OK	OK	
Kolom-tfl 1	Rafter-w 1	E70xx	▲ 3.0	▲ 4.2	147	12	LE1	2.0	10.1	19.4	8.5	OK	OK	
			▲ 3.0	▲ 4.2										

Gambar 7. Hasil analisa kapasitas sambungan las

KESIMPULAN

Hasil analisa dari kapasitas sambungan untuk sambungan las kolom – rafter dengan tebal las 5 mm pada sayap dan 3 mm pada badan penampang profil rafter sudah memenuhi nominal beban yang diterima pada sambungan, pada IdeaStatiCa digunakan model analisa untuk

menentukan kapasitas sambungan las menggunakan persamaan (2) dan (3), namun program tersebut juga dapat menganalisa beberapa kompleksitas pada persamaan tersebut yaitu nominal untuk sudut beban terhadap sambungan las, selain itu beban yang bekerja dari gaya – gaya geser dan momen sumbu kuat yang ditransfer secara terpusat terhadap sambungan las.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaqi, I., Supomo, H., Perkapalan, D. T., Kelautan, T., Teknologi, I., & Nopember, S. (2018). Analisa Teknis Sambungan Butt-Joint pada Konstruksi Badan Kapal Pasca Terbakar dengan Material Baru berbasis Pendekatan Eksperimen. *KAPAL*, 15(2), 44. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal>
- Darmiyanti, L., Rodji, A. P., & Mumtaz, A. (2022). PERENCANAAN STRUKTUR ATAP FROFIL BAJA WF. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(02). <https://doi.org/10.47080/josce.v4i02.2258>
- Fajarwati Meditama, R., Chandra Permadi, L., & Khoufi Asshidiqi, F. (2022). Variasi Besar Arus Listrik dan Ketebalan Pelat pada Pengelasan SMAW Terhadap Distorsi Angular Sambungan T Baja ST37. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 1(2). <https://doi.org/10.33379/metrotech.v1i2.1406>
- Husnah, H., Darfia, N. E., & Hidayat, F. (2019). ANALISIS STRUKTUR RANGKA BAJA RINGAN DAN BAJA BERAT (WF) DENGAN METODE BRICSCAD DAN METODE ELEMEN HINGGA. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2). <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3232>
- Markus, R. R., Sutriyono, I. B., & Sc, M. (2023). Alternatif Desain Struktur Gedung Rumah Sakit Royal 7 Lantai Surabaya Menggunakan Struktur Baja Dengan Analisis Autodesk Robot. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan ...*, 06.
- Melinda, R. N., Ningrum, L. M., Suryabrata, I. B., Dwipa, G. S. B. A., & Sukoco, T. P. (2021). Program Perhitungan RAB Pekerjaan Struktur Baja (WF BEAM) Menggunakan Bahasa Python. *TIERS Information Technology Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.38043/tiers.v2i1.2838>
- Nursani, R., & Syarif, M. (2020). *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil ANALISIS NUMERIK SAMBUNGAN LAS STRUKTUR BAJA DENGAN MENERAPKAN VARIASI LAYOUT LAS*. 2(1).