

Kajian Analisis Pengaruh Gaya Eksentrisitas pada Titik Buhul Rangka Atap Baja Ringan

Yusup Supriawan¹, Resmi Bestari Muin², Cahyadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercubuana, Jakarta
email: ¹55718110016@student.mercubuana.ac.id, ²resmi.bestari@mercubuana.ac.id, ³pakce70@gmail.com

Received: 25-02-2022 Revised: 12-05-2022 Accepted: 24-05-2022

Abstract

Roof covering structure using light steel for simple buildings is the main choice because light steel has the advantages of light weight, practical work and weather resistance. In the connection design, the lines of force on the lightweight steel roof truss structure are planned to meet at the gusset point but in the implementation they are installed not to meet at the gusset point. This causes an eccentricity so that at the gusset point a moment occurs. The method in this research was to make a model of a lightweight steel frame structure with ideal gusset point connections (model 1) and a light steel frame structure with eccentric gusset point connections (model 2). Both models were analyzed using software with calculated loads: dead load, live load and wind load. The structural member of the model 2 was greater than the structure of the model 1, the percentage of the increase in the bar force was between 30,820% and 149,127%. In the structure of model 2 the maximum load (P_{max}) was greater than the structure of model 1. The maximum load (P_{max}) due to wind load on the structure of model 2 was 4582.80 kg while in the structure of model 1 it was 2788.60 kg. The deflection in the structure of model 2 was greater than that of the structure of model 1. The percentage of increase in deflection was between 20.783% to 226.104%. The largest deflection occurs due to the combined load of 13.831 mm on the model 2 structure, while for the model 1 structure it was 7.586 mm.

Keywords: *eccentricity; Budding Point; Roof truss; Light steel*

Abstrak

Struktur penutup atap menggunakan baja ringan untuk bangunan sederhana menjadi pilihan utama karena baja ringan mempunyai keuntungan bobot ringan, pengerjaan praktis serta tahan cuaca. Dalam perencanaan sambungan, garis gaya pada struktur rangka atap baja ringan direncanakan bertemu pada titik buhul tetapi pada pelaksanaan dipasang tidak bertemu pada titik buhul. Hal tersebut menyebabkan adanya eksentrisitas sehingga pada titik buhul terjadi momen. Metode pada penelitian adalah membuat model struktur rangka baja ringan dengan sambungan titik buhul ideal (*model 1*) dan struktur rangka baja ringan dengan sambungan titik buhul eksentris (*model 2*). Kedua model tersebut dilakukan analisa menggunakan *software* dengan beban yang diperhitungkan: beban mati, beban hidup dan beban angin. Gaya batang struktur model 2 lebih besar dibandingkan struktur model 1, persentase pertambahan gaya batang antara 30,820 % sampai dengan 149,127%. Pada struktur model 2 beban maksimum (P_{maks}) lebih besar dibandingkan dengan struktur model 1. Beban maksimum (P_{maks}) akibat beban angin pada struktur model 2 sebesar 4582.80 kg sedangkan pada struktur model 1 sebesar 2788,60 kg. Lendutan pada struktur model 2 lebih besar dari pada struktur model 1. Persentase pertambahan lendutan antara 20,783 % sampai dengan 226,104 %. Lendutan terbesar terjadi akibat beban kombinasi 2 sebesar 13,831 mm pada struktur model 2, sedangkan untuk struktur model 1 sebesar 7,586 mm.

Kata kunci: Eksentrisitas; Titik Buhul; Rangka Atap; Baja Ringan

PENDAHULUAN

Struktur penutup atap dengan menggunakan baja ringan untuk bangunan hunian, sekolah dan bangunan sederhana lainnya menjadi pilihan menarik pada saat ini karena baja ringan mempunyai beberapa keuntungan antara lain bobot ringan,

pengerjaan praktis dan tahan cuaca. Penelitian (Oktarina & Darmawan, 2015) membandingkan rangka atap baja ringan dengan rangka atap kayu, menunjukkan rangka batang baja ringan lebih ringan 78% dan lebih murah 9 – 27%. Sementara itu, jika dibandingkan dengan baja *hot rolled*

penggunaan baja ringan untuk bentang antara 18 sampai dengan 30 meter 33% dan 15% (Johnston et al., 2018). Namun kenyataan di lapangan, menunjukkan masih banyak kegagalan konstruksi rangka atap yang disebabkan baik karena masalah teknis akibat perencanaan yang kurang tepat atau pada pelaksanaan di lapangan. Kegagalan teknis dapat terjadi pada bagian sambungan atau pada komponen batang baja ringan itu sendiri (Dawe, et al, 2010).

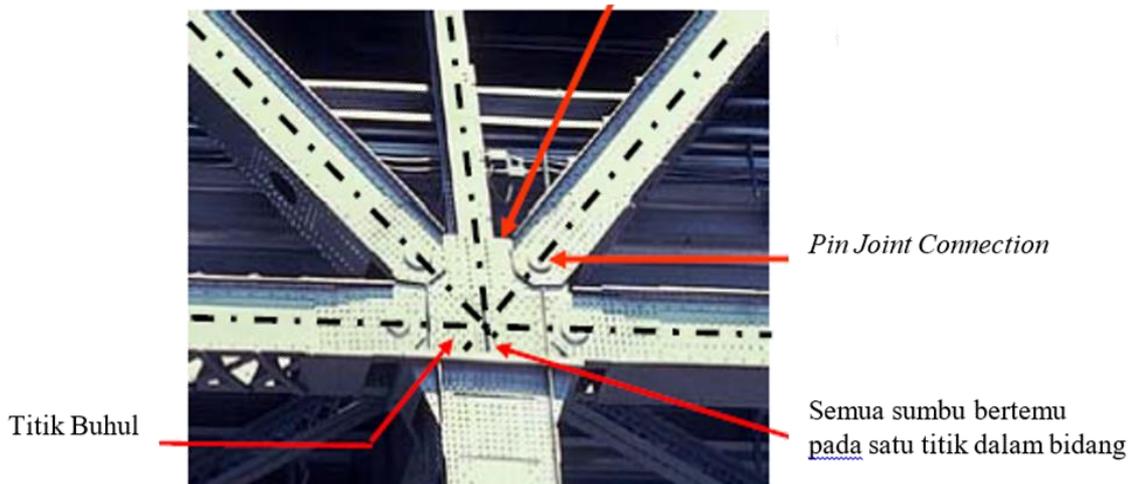
Kegagalan struktur rangka atap baja ringan pada sambungan dipengaruhi oleh kemampuan jenis alat sambungan yang digunakan, jarak antara alat penyambung, konfigurasi alat penyambung dan luasan bidang sambungan. Umumnya jenis sambungan untuk struktur baja ringan menurut SNI 7971:2013 berupa baut sekrup, paku keling, las, *clinches*, paku dan lem. Sambungan berfungsi sebagai salah satu elemen penting untuk rangka baja ringan agar mencapai stabilitas struktur. Mengingat baja ringan itu tipis, bentuk kegagalan yang terjadi adalah deformasi karena tekuk dan menjadi perhatian utama pada saat analisis sambungan. Kontribusi masing-masing komponen sambungan yang dibuat harus diidentifikasi agar tercapai perilaku struktur yang lebih andal (Lee, et al, 2014). Dalam analisis struktur rangka atap, sambungan diasumsikan sebagai sambungan fleksibel. Namun kenyataannya, sambungan berperilaku kaku (*rigid*) yang

menerima tidak hanya gaya aksial tetapi juga gaya lentur dan geser (Latumeten, et al, 2013).

Banyak penelitian terus dikembangkan untuk mengurangi kegagalan tekuk dan menambah kekakuan, antara lain dengan perkuatan pada pelat profil bagian badan (*web*) dengan dobel pelat atau menambah lekukan pelatnya (Huang et al., 2018).

Namun perlu diingat jika tidak direncanakan sesuai pedoman teknis penggunaan konstruksi rangka atap baja ringan dapat mengakibatkan kegagalan struktur. Kegagalan struktur dapat disebabkan oleh faktor perencanaan dan pelaksanaan. Dalam perencanaan sambungan garis gaya direncanakan bertemu pada titik buhul akan tetapi pada pelaksanaan, pemasangan yang kurang tepat menyebabkan gaya yang tidak bertemu pada titik buhul. Hal tersebut mengakibatkan adanya eksentrisitas. Eksentrisitas dapat menimbulkan momen sebidang yang mengakibatkan batang baut mengalami gaya geser, sedangkan tepi lubang pelat akan mengalami gaya tekan akibat adanya kontak tumpu dari batang baut. Dalam penelitian (Gordziej-Zagórowska, et al, 2017) ketidakstabilan struktur rangka akibat eksentrisitas mulai terjadi tekuk pada titik buhul dan terjadi kegagalan ketika beban semakin bertambah. Pemasangan sambungan titik buhul ideal dan pemasangan titik buhul yang menyebabkan eksentrisitas seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Plat Buhul



Gambar 1. Sambungan titik buhul ideal

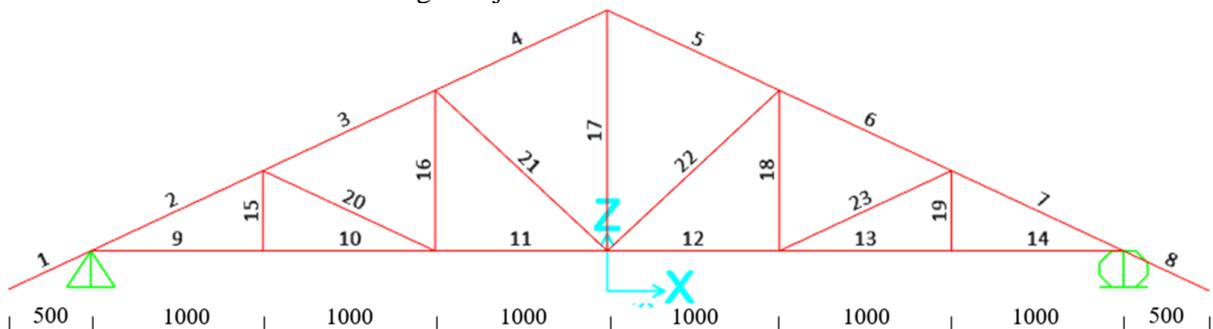


Gambar 2. Sambngan titik buhul menyebabkan eksentrisitas

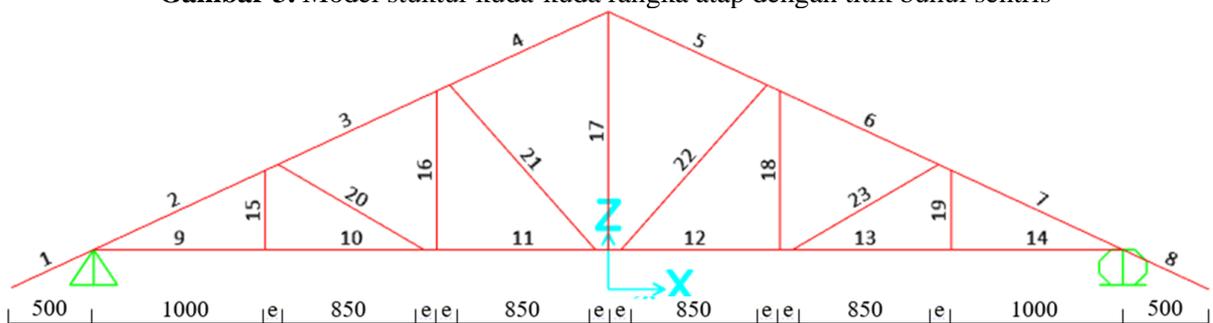
METODE PENELITIAN

Variabel yang digunakan dalam pemodelan struktur rangka atap baja ringan menggunakan 2 model struktur (Gambar 3 dan Gambar 4). Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah membuat model struktur rangka baja

ringan dengan sambungan titik buhul ideal dan struktur rangka baja ringan dengan sambungan titik buhul eksentris



Gambar 3. Model stuktur kuda-kuda rangka atap dengan titik buhul sentris



Gambar 4. Model stuktur kuda-kuda rangka atap dengan titik buhul eksentris

Kemudian kedua model struktur tersebut dilakukan analisa dengan menggunakan bantuan *software* dengan beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup dan beban angin. Dari analisa tersebut akan dihasilkan besaran gaya batang pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik

buhul ideal dan titik buhul eksentris serta lendutan yang terjadi pada setiap titik buhulnya. Data pendukung yang diperlukan berupa material baja ringan dengan propertinya, dan jenis beban yang terjadi pada rangka baja ringan. Material baja yang akan digunakan pada penelitian dengan spesifikasi: Baja ringan C.75.0.75.37, baja ringan ini memiliki

dimensi ketinggian 75 mm, lebar 37 mm dan ketebalan 0.75 mm. Material baja Hi-Ten G550, dengan grade Baja Lapis Aluminium Seng (BJLAS) AZ.100. Modulus Elastisitas (E) = 204139 MPa, Poisson Ratio (ν) = 0.123. Pemodelan rangka baja ringan dengan program SAP2000 seluruh *input* data berpedoman pada SNI 7971-2013 dan SNI 1729-2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemodelan dengan menggunakan program SAP 2000 untuk struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan dengan titik buhul eksentris diperoleh data sebagai berikut:

Seperti yang terlihat pada Tabel 1, gaya batang yang terjadi akibat pengaruh beban mati untuk batang tarik pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan titik buhul eksentris terjadi pada batang no 10 dan 13 masing-masing sebesar 416,850 kg dan 746,510 kg. Untuk batang tekan, gaya batang yang terjadi pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris terjadi pada batang no 2 dan 7 dengan gaya sebesar -491.160 kg dan pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul eksentris terjadi pada batang no 6 dengan gaya sebesar -855.670 kg. Persentase penambahan gaya yang terjadi batang no 11 sebesar 118,428% dan yang terkecil terjadi pada batang no 11 sebesar 83,489%.

Tabel 1 Gaya Batang Yang Terjadi Akibat Beban Mati

No Batang	Pmaks (kg)		Selisih	%	Keterangan
	Titik Buhul Sentris	Titik Buhul Eksentris			
10=13	464.55	855.52	390.970	84.161	<i>Pmaks</i> Batang tarik
2=7	-511.680	-940.420	-428.740	83.791	<i>Pmaks</i> Batang tekan
17	194.92	425.76	230.840	118.428	% terbesar
11	384.4	705.33	320.930	83.489	% terkecil

Pada Tabel 2 terlihat gaya batang yang terjadi akibat pengaruh beban hidup untuk batang tarik pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan titik buhul eksentris terjadi pada batang no 10 dan 13 masing-masing sebesar 493,160 kg dan 855,520 kg.

Untuk batang tekan, gaya batang yang terjadi pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris terjadi pada batang no 2 dan 7 dengan gaya sebesar -543,080 kg dan pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul eksentris terjadi pada batang no 2 dan 7 dengan gaya sebesar -977,940 kg. Persentase penambahan gaya yang terjadi batang no 16 dan 18 sebesar 127,066% dan yang terkecil terjadi pada batang no 11 sebesar 60,275%.

Tabel 2 Gaya Batang Yang Terjadi Akibat Beban Mati

No Batang	Pmaks (kg)		Selisih	%	Keterangan
	Titik Buhul Sentris	Titik Buhul Eksentris			
10=13	493.16	855,520	396.030	80.305	<i>Pmaks</i> Batang tarik
2=7	-543.080	-977.940	-434.860	80.073	<i>Pmaks</i> Batang tekan)
16=18	42.71	96.98	54.270	127.066	% terbesar
15=19	-10.9	-17.47	-6.570	60.275	% terkecil

Pada Tabel 3, gaya batang yang terjadi akibat pengaruh beban angin untuk batang tarik pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan titik buhul eksentris terjadi pada batang no 9 dan 10 masing-masing sebesar 284,44 kg dan 467,32 kg. Untuk batang tekan, pada titik buhul ideal

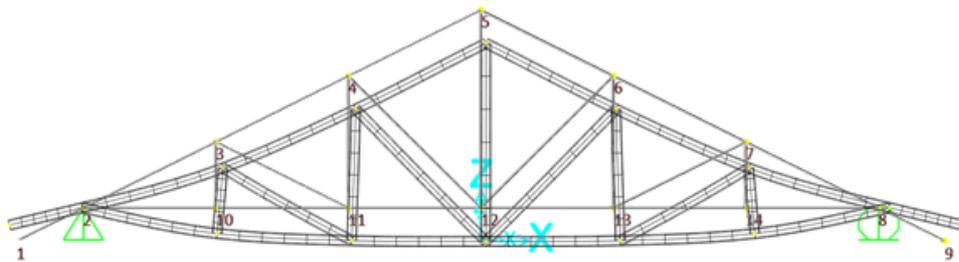
dengan titik buhul eksentris gaya batang yang terjadi pada batang no 21 masing-masing dengan gaya sebesar -63,39 kg dan - 124,41 kg. Persentase penambahan gaya yang terjadi batang no 16 sebesar 140,09% dan yang terkecil terjadi pada batang no 14 sebesar 1,847%.

Tabel 3 Gaya Batang Yang Terjadi Akibat Beban Angin

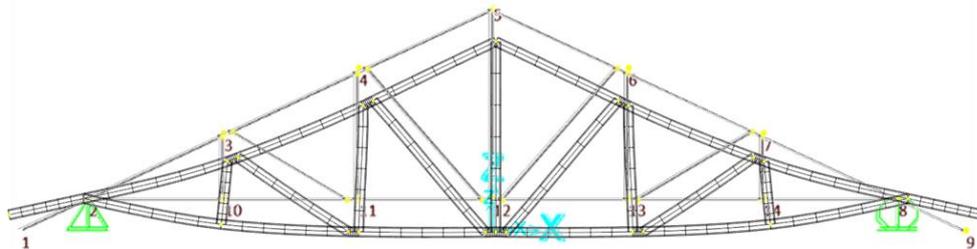
No Batang	Pmaks (kg)		Selisih	%	Keterangan
	Titik Buhul Sentris	Titik Buhul Eksentris			
9	284.44	467.32	182.88	64.29	<i>Pmaks</i> + (Sentris)
10	284.44	467.32	182.88	64.29	<i>Pmaks</i> + (Eksentris)
21	-63.39	-124.41	-61.02	96.261	<i>Pmaks</i> - (Sentris)
21	-63.39	-124.41	-61.02	96.261	<i>Pmaks</i> - (Eksentris)
16	19.93	47.85	27.920	140.09	% terbesar
14	90.95	89.27	-1.68	1.847	% terkecil

Seperti terlihat pada Gambar 6, 7, 8, dan 9 lendutan terbesar yang terjadi pada struktur rangka atap baja ringan titik buhul sentris dengan pemasangan titik buhul eksentris akibat beban mati dan beban hidup terjadi pada titik buhul nomor 12 sebesar -2,667mm dengan titik buhul sentris dan -5,047mm

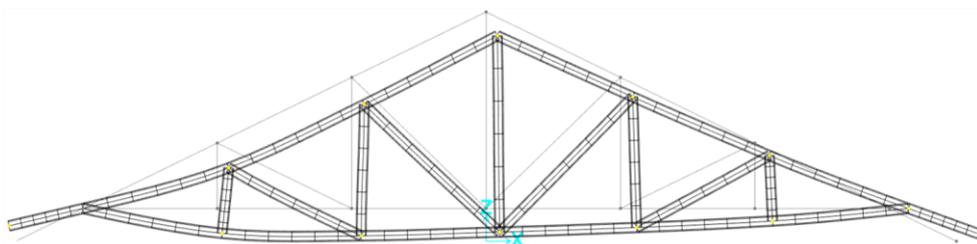
untuk titik buhul eksentris. Sedangkan akibat beban angin lendutan terbesar terjadi pada titik buhul nomor 11 dengan besaran lendutan sebesar -0,649mm untuk struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan untuk titik buhul dengan eksentris sebesar -1,039mm.



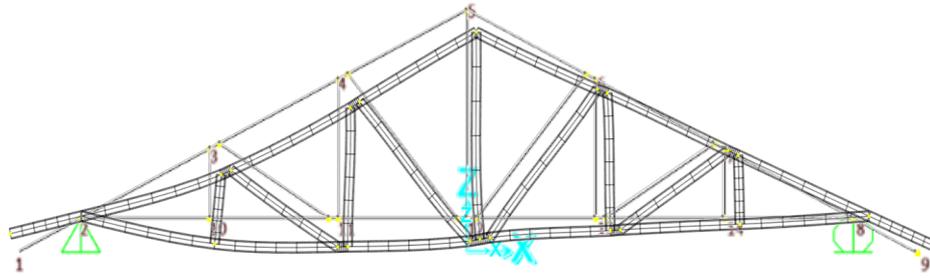
Gambar 6 Landutan yang terjadi akibat beban mati dan hidup pada titik buhul sentris



Gambar 7. Landutan yang terjadi akibat beban mati dan hidup pada titik buhul eksentris



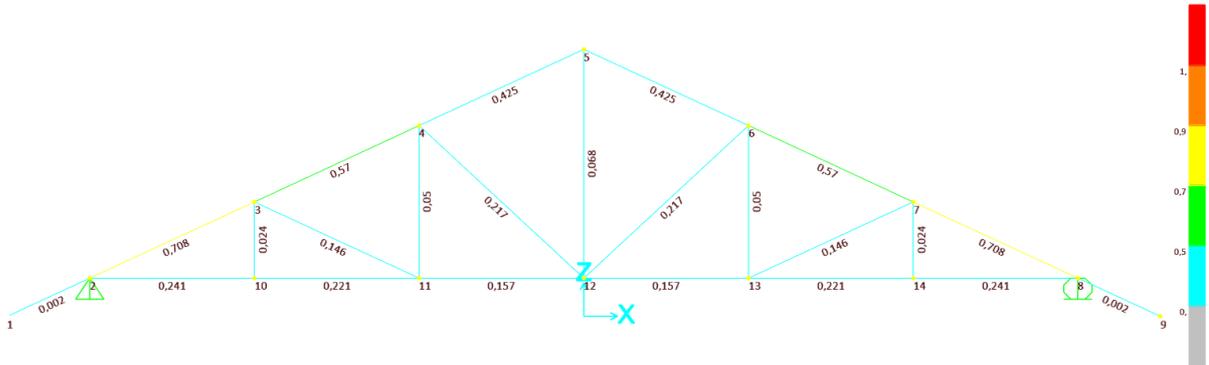
Gambar 8. Landutan yang terjadi akibat beban angin pada titik buhul sentris



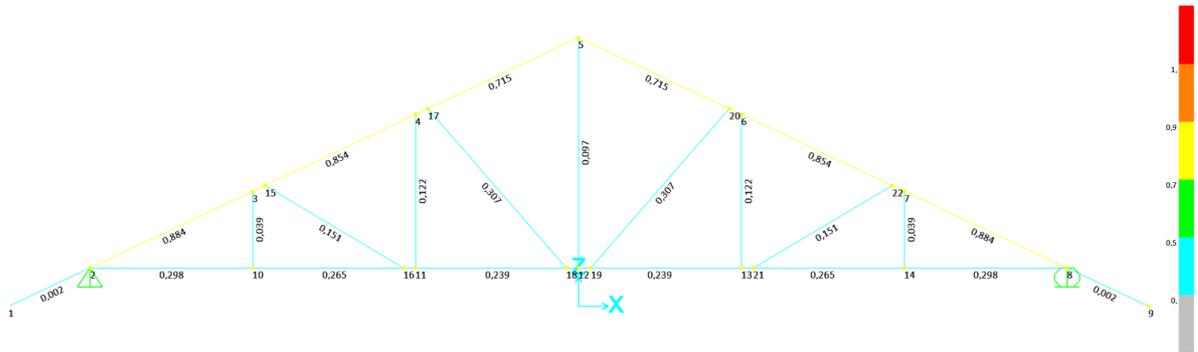
Gambar 9. Landutan yang terjadi akibat beban angin pada titik buhul eksentris

Seperti terlihat pada gambar 10 dan 11, dengan menggunakan baja ringan profil C.75.35.0,75 dari hasil perhitungan program SAP2000 rasio keamanan untuk struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris dan titik buhul eksentris mampu menerima beban, baik itu beban mati, hidup dan beban angin. Nilai rasio tertinggi untuk struktur rangka dengan titik buhul sentris

0,708 dan untuk struktur rangka dengan titik buhul eksentris 0,884.



Gambar 10. Rasio keamanan struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris



Gambar 11. Rasio keamanan struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul eksentris

KESIMPULAN

Pada struktur rangka baja ringan titik buhul mengalami eksentrisitas beban maksimum (Pmaks) yang terjadi akan lebih besar dibandingkan dengan struktur rangka baja ringan pada titik buhul dipasang sentris. Beban maksimum (Pmaks) terjadi akibat beban hidup sebesar 977,94 kg sedangkan pada rangka dengan

titik buhul sentris sebesar 534,08 kg. Gaya batang pada rangka atap baja ringan dengan titik buhul eksentris lebih besar dibandingkan dengan rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris, persentase pertambahan gaya batang yang terjadi antara 1,647% sampai dengan 140,09%

Lendutan pada struktur rangka baja ringan titik buhul eksentris lebih besar dibandingkan

dengan struktur rangka baja ringan pada titik buhul dipasang sentris. Persentase penambahan lendutan yang terjadi antara 20,783% sampai dengan 226,104%. Lendutan terbesar terjadi akibat beban kombinasi 2 sebesar 13,831 mm pada struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul eksentris, sedangkan untuk struktur rangka atap baja ringan dengan titik buhul sentris sebesar 7,586 mm.

Gaya geser pada baut dan gaya tumpu di sambungan rangka atap baja ringan dengan eksentrisitas lebih besar dibandingkan dengan gaya geser pada baut dan gaya tumpu di sambungan rangka batang non eksentrisitas. Sambungan titik buhul dengan eksentris menggunakan sekrup *self drilling* (SDS) dengan jumlah baut 3 mampu menahan gaya geser akibat. Dengan adanya eksentrisitas pada tiap titik buhul akan menimbulkan momen, hal tersebut bisa dilaksanakan pada penelitian selanjutnya, Dalam pelaksanaan pemasangan struktur rangka baja ringan disarankan agar pemasangan pada tiap titik buhul menggunakan pelat buhul. Pada penelitian yang dilaksanakan besar jarak eksentris pada tiap titik buhul seragam dan merupakan jarak minimum, untuk penelitian selanjutnya bisa dilaksanakan dengan jarak eksentris yang acak.

DAFTAR PUSTAKA

Dawe, J. L., Liu, Y., & Li, J. Y. (2010). Strength and behaviour of cold-formed steel offset trusses.

- Journal of Constructional Steel Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2009.10.015>
- Gordziej-Zagorowska, M., Urbańska-Galewska, E., Pyrzowski, Deniziak, P., & Łukowicz, A. (2017). Preliminary experimental research on stability of truss' joint with positive eccentricity. *Recent Progress in Steel and Composite Structures - Proceedings of the 13th International Conference on Metal Structures, ICMS 2016*. <https://doi.org/10.1201/b21417-58>
- Huang, X. hao, Yang, J., Liu, Q. feng, Zhu, J., Bai, L., Wang, F. liang, & Wang, J. hua. (2018). A simplified flange–lip model for distortional buckling of cold-formed steel channel-sections with stiffened web. *International Journal of Mechanical Sciences*, 136, 451–459.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2017.12.034>
- Johnston, R. P. D., McGrath, T., Nanukuttan, S., Lim, J. B. P., Soutsos, M., Chiang, M. C., ... Rahman, M. A. (2018). Sustainability of Cold-formed Steel Portal Frames in Developing Countries in the Context of Life Cycle Assessment and Life Cycle Costs. *Structures*
- Latumeten, R. A. D., A, A. A., Santoso, H., & Muljati, I. (2013). *Perencanaan Struktur Rangka Atap Baja Canai Dingin*. 1–8
- Lee, Y. H., Tan, C. S., Mohammad, S., Md Tahir, M., & Shek, P. N. (2014). Review on cold-formed steel connections. *The Scientific World Journal*.
<https://doi.org/10.1155/2014/951216>
- Oktarina, D., & Darmawan, A. (2015). Analisa Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dan Rangka Atap Kayu Dari Segi Analisis Struktur Dan Anggaran Biaya. *Jurnal Konstruksia*, 7(1), 27–36