

PENGARUH SAMBUNGAN SEKRUP TERHADAP PERILAKU INELASTIK BAJA RINGAN RAKITAN PROFIL KANAL PENAMPANG TERBUKA

Ridho Aidil Fitrah¹, Annisa Prita Melinda²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: ridho.af@unidha.ac.id

Abstrak: Baja ringan sudah mulai berkembang untuk digunakan pada struktur-struktur yang lebih besar. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatannya adalah dengan menggabungkan atau merakit dua buah profil sehingga membentuk penampang terbuka (*open sections*) dan penampang tertutup (*closed sections*). Namun, untuk merakit struktur baja ringan tersebut diperlukan sambungan yang dipasang pada bagian baja ringan seperti pada bagian badan (*web*) atau sayap (*flange*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh sekrup terhadap struktur baja ringan rakitan penampang terbuka (*open sections*) setelah titik leleh terlewati atau fase inelastik. Penelitian ini dilakukan dengan menguji 3 buah sampel baja ringan rakitan profil kanal C 75.75 penampang terbuka yang disambung menggunakan sekrup pada bagian badannya. Jumlah sekrup yang digunakan pada setiap sampel adalah 2, 3, dan 4 buah sekrup. Pengujian dilakukan dengan mesin UTM dengan skema pembebanan *three-point bending* yang secara otomatis mengeluarkan grafik beban dan lendutan. Analisa terhadap pengaruh sekrup ini ditinjau berdasarkan grafik tersebut serta pengamatan selama pengujian dilakukan. Hasil dari analisa terhadap pengaruh jumlah sekrup terhadap baja ringan rakitan pada fase inelastik adalah adanya pengaruh aksi komposit seperti slip pada bagian badan serta meningkatkan kekakuan torsi (*torsional rigidity*) dari penampang terbuka. Namun, pengaruh sekrup tidak begitu signifikan terhadap besarnya momen ultimate (M_u) yakni hanya 7,7%.

Kata kunci: Baja Ringan, Sekrup, Rakitan, Penampang Terbuka, Tekuk-Torsi Lateral

Abstract: Cold-formed steel has begun to develop for use in larger structures. One way to increase its strength is by joining or assembling two profiles to form built-up open sections and closed sections. However, to assemble the cold-formed steel structure, it is necessary to have joints mounted on cold-formed steel parts such as the web or flange. This study aims to analyze the effect of screws on open sections assembled cold-formed steel structures after the yielding point is passed or inelastic phase. This research was conducted by testing 3 samples of cold-formed steel with canal profile C 75.75 assemblies with open section which were connected using screws on the web. The number of screws used in each sample was 2, 3, and 4 screws. The test is carried out with a UTM machine with a three-point bending loading scheme that automatically generate a load and deflection graph. Analysis of the effect of this screw is reviewed based on the graph and observations during the test. The results of the analysis on the effect of the number of screws on assembled cold-formed steel in the inelastic phase are the effect of composite action such as slip on the web and increase torsional rigidity for the open section. However, the effect of the screw is not so significant on the ultimate moment (M_u), which is only 7.7%

Keywords: Cold-formed steel, Screws, Built-up, Open Sections, Lateral Torsional Buckling

PENDAHULUAN

Penggunaan baja ringan dalam dunia konstruksi semakin berkembang dengan metode-metode untuk bisa meningkatkan kekuatan dan kekakuan sehingga dapat digunakan untuk struktur memiliki bentang besar. Salah satunya adalah baja ringan rakitan dimana metode ini menggabungkan dua buah profil, biasanya adalah profil kanal C. Profil ini merupakan salah satu produk pabrikan yang mudah ditemukan di pasar dengan berbagai variasi ketebalan sehingga sering digunakan pada struktur seperti rangka atap dan pelat lantai.

Beberapa penelitian tentang baja ringan profil kanal C ini sudah dilakukan secara eksperimental dan numerikal untuk mengetahui perilaku struktur dalam menerima beban. Perilaku lentur baja ringan profil kanal C umumnya mengalami kegagalan akibat tekuk torsi lateral yang disebabkan oleh posisi titik berat dan pusat geser penampang [1,2]. Selain itu, karena baja ringan termasuk dalam kategori material dengan ketebalan yang tipis (0.4 mm-3.00 mm) dan berpengaruh terhadap nilai rasio lebar-tebal, profil ini juga rentan terhadap kegagalan akibat tekuk lokal. Dua tipe macam tekuk tersebut berpeluang terjadi pada saat zona elastis sehingga kekuatan material tidak begitu maksimal berkontribusi dalam menahan lentur [2,3]. Hal yang sama juga menjadi perhatian untuk material baja ringan profil kanal C digunakan sebagai elemen tekan. Oleh sebab itu, struktur rakitan menjadi salah satu cara untuk memaksimalkan material baja ringan dalam menerima lentur.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan secara eksperimental dan numerikal menjelaskan bahwa jika dua baja ringan profil kanal C digabungkan maka kekuatan dan kekakuannya naik hingga 25%-50% dalam menahan beban lentur dan geser [2]. Sedangkan kekuatan nominal tekan naik

hingga 30%-45% baik sebagai penampang terbuka (*open sections*) dan penampang tertutup (*closed sections*). Kekakuan dari elemen tekan baja ringan rakitan juga meningkat sebesar 15%-25% [3,4].

Selain itu, peningkatan kekuatan struktur rakitan ini juga dipengaruhi oleh sambungan yang digunakan seperti sekrup. Sambungan sekrup ini biasa disambung melalui bagian badan (*web*) untuk penampang terbuka atau pada bagian sayap (*flange*). Sambungan pada baja ringan memberikan aksi komposit dimana bagian yang disambung bekerja bersama dalam meningkatkan kekakuan elemen [5,6]. Namun, kegagalan struktur baja ringan rakitan bisa saja terjadi pada bagian yang disambung dan mempengaruhi kinerja kekuatan pada bagian badan atau sayap. Oleh sebab itu, perlu kajian terhadap pengaruh sambungan sekrup terhadap struktur baja ringan rakitan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena inelastik pada bagian baja ringan akibat jumlah sekrup yang dipasang pada struktur rakitan penampang terbuka (*open sections*) yang disambung melalui bagian badan (*web*). Perilaku inelastik yang dimaksud adalah bentuk kegagalan di sepanjang balok baja ringan ketika parameter kekuatan nominal sudah dicapai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental melalui uji lentur 3 buah sampel baja ringan rakitan profil kanal C 75.75 yang disambung sebagai profil penampang terbuka (*open sections*). Profil kanal C 75.75 memiliki ketebalan 0.75 mm dan jumlah sambungan sekrup yang dipasang berbeda pada setiap sampel yang dirincikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran dan Jumlah Baut Sampel

Sampel	Jumlah sekrup (buah)	Tinggi badan, hw (mm)	Lebar sayap, bf (mm)	Tebal, t (mm)
BJR-1-75	2	75	35	0.75
BJR-2-75	3	75	35	0.75
BJR-3-75	4	75	35	0.75

Sampel	Jumlah sekrup (buah)	Lebar lip,bl (mm)	Tebal badan yang disambung, t* (mm)
BJR-1-75	2	3.7	1.5
BJR-2-75	3	3.7	1.5
BJR-3-75	4	3.7	1.5

Gambar 1 menunjukkan pengujian sampel sepanjang 65 cm yang dilakukan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dengan skema pembebanan adalah *three-point bending*. Hasil dari pengujian adalah grafik beban dan lendutan. Sedangkan batas pengujian yang dilakukan adalah melalui mekanisme *displacement control* dengan batas lendutan sebesar 2 cm.



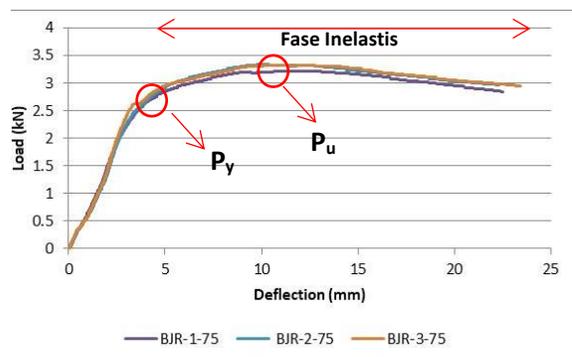
Gambar 1. Set up pengujian sampel

Analisa pengaruh sambungan sekrup terhadap perilaku inelastis struktur baja ringan rakitan ini dilihat berdasarkan grafik beban dan lendutan yang didapatkan melalui

pengujian dan hasil pengamatan selama eksperimen dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap 3 buah sampel struktur baja ringan rakitan maka grafik beban dan perpindahan ditampilkan pada Gambar 2. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa besar beban saat baja ringan tepat mencapai batas leleh (P_y) relatif sama. Namun pada fase inelastis, grafik memperlihatkan perbedaan pada masing-masing sampel.



Gambar 2. Grafik Beban dan Lendutan

Perbedaan grafik pada fase inelastis yang terlihat pada sampel BJR-1-75 dimana jumlah sekrup 2 buah dengan sampel BJR-2-75 dan BJR-3-75 yang jumlah sekrup sebanyak 3 dan 4 buah. Nilai besar beban (P_u) dan momen ultimate (M_u) masing-masing sampel diperlihatkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa perbedaan momen ultimate (M_u) terhadap masing-masing sampel baja ringan tidak terlalu signifikan yakni 7,7%. Sehingga pengaruh jumlah sambungan sekrup terhadap perilaku inelastik baja ringan rakitan ini sangat kecil.

Tabel 2. Momen Ultimate Baja Ringan Rakitan

Sampel	Beban Ultimate (P_u) (kN)	Momen Ultimate (M_u) (kN.m)
BJR-1-75	3.21	0.521

BJR-2-75	3.45	0.560
BJR-3-75	3.48	0.560

Berdasarkan pengamatan terhadap sampel yang telah diuji dari hasil pengujian, terdapat beberapa perilaku inelastik seperti tekuk lokal dan tekuk torsi lateral yang terjadi baik di sepanjang bentang maupun di penampang akibat jumlah sekrup yang dipasang pada baja ringan rakitan. Setelah melewati batas leleh struktur baja ringan mulai mengalami kegagalan pada penampang

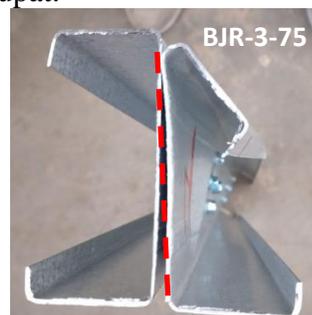
Gambar 3 memperlihatkan perbandingan sampel BJR-1-75 (kiri) dan BJR-2-75 (kanan) dalam bentuk kegagalan tekuk lokal. BJR-1-75, jumlah sekrup 2 buah, mengalami slip pada bagian badan yang disambung sedangkan BJR-2-75, jumlah sekrup 3 buah, tidak mengalami slip pada bagian badan yang disambung. Jarak slip antara badan (web) kanal pada sampel BJR-1-75 adalah 7.5 mm sedangkan pada sampel BJR-2-75 adalah 0.1 mm.



Gambar 3. Perbandingan slip sampel pada bagian badan (web) yang disambung

Gambar 4 menunjukkan slip yang terjadi pada sampel BJR-3-75 yang bagian badan (web) disambung dengan jumlah sekrup sebanyak 4 buah. Jarak slip antara badan (web) kanal pada sampel BJR-3-75 adalah 5 mm. Hal ini berbeda dengan sampel BJR-2-75 karena pemasangan sekrup pada BJR-3-75

tidak parallel dan berbentuk dengan pola belah ketupat.



Gambar 4. Slip antara badan (web) yang disambung pada sampel BJR-3-75

Pengaruh sambungan sekrup juga ditelaah di sepanjang bentang dengan melihat penjarangan tekuk torsi lateral pada daerah sambungan. Gambar 5 memperlihatkan bentuk sampel BJR-1-75. Secara spesifik tidak ada terjadi kegagalan pada sambungan sekrup namun pada bagian badan (web) yang disambung, terlihat kosentrasi tegangan di daerah sekitar sambungan. Hal ini juga terjadi pada sampel BJR-2-75 dan BJR-3-75. Namun jika ditinjau dari segi jumlah sekrup yang dipasang maka BJR-1-75 mengalami perubahan bentuk pada daerah tersebut lebih cepat dibandingkan dengan BJR-2-75 dan BJR-3-75 setelah titik leleh tercapai. Hal ini sesuai dengan grafik pada Gambar 2 dimana setelah titik leleh pertama tercapai kekakuan inelastis sampel BJR-1-75 lebih rendah dibandingkan dengan kekakuan inelastis sampel lainnya.



Gambar 5. Kegagalan Tekuk Torsi Lateral pada Baja Ringan Rakitan sampel BJR-1-75.

Faktor kekakuan inelastis ini adalah leleh material dan geometri penampang yang memberikan peningkatan kekakuan torsi (torsional rigidity). Selain itu, berdasarkan eksperimental ini jumlah sekrup juga berpengaruh terhadap kekakuan torsi dari struktur baja ringan rakitan ini

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap struktur baja ringan rakitan profil kanal C dan analisa terhadap pengaruh sekrup pada perilaku inelastiknya, maka beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Jumlah sambungan sekrup tidak berpengaruh secara signifikan terhadap besar momen ultimate (M_u) baja ringan rakitan profil kanal penampang terbuka.
2. Sambungan sekrup memiliki pengaruh terhadap aksi komposit antara bagian badan (*web*) baja ringan yang disambung. Jumlah sambungan sekrup dan pola pemasangan berpengaruh terhadap slip antara bagian badan tersebut
3. Jumlah sambungan baut mempengaruhi kekakuan torsi (*torsional rigidity*) pada baja ringan rakitan profil kanal penampang terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Wang and B. Young, *Behaviour of Cold-Formed Steel Built-Up Sections with Intermediate Stiffeners under Bending. I : Test and Numerical Validation*. J. Struct. Eng., pp 04015150-1 04015150-9, 2016

- [2] L. Wang and B. Young, *Behaviour of Cold-Formed Steel Built-Up Sections with Intermediate Stiffeners under Bending. II : Parametric Study and Design*. J. Struct. Eng., pp 04015151-1 04015151-11, 2016
- [3] R.A. Fitrah and H. Herman, *Studi Eksperimental Perilaku Tekan Baja Ringan Dengan Variasi Profil Penampang*. Rang Teknik Journal UMSB., vol. 2, no. 1, pp. 127–131, 2019
- [4] N.D Kankanamge and M. Mahendran, *Behaviour and design of cold-formed steel beams subject to lateral torsional buckling* J. Thin-walled Structures., vol. 51, pp. 25–38, 2012
- [5] F.J Meza, J. Becque, and I. Hajirasouliha, *Experimental study of cross-sectional capacity of cold-formed steel built-up columns*. J Thin-walled Structures ., vol. 155, pp. 1–18, 2020
- [6] K.J.R.Rasmussen, M. Khezri, B.W. Schafer, and H. Zhang, *The mechanics of built-up section cold-formed steel members*. J. Thin-walled Structure., vol.154, pp 1-42, 2020