

KEKUATAN BALOK BETON BAJA RINGAN SISTIM *TRUSS* PADA BALOK KONVENSIONAL DAN *PRECAST*

A Rudi Hermawan¹⁾, Suripto²⁾, Yanuar³⁾, Eka Sasmita Mulya⁴⁾

^{1,2,3,4}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta
E-mail: arudihermawan@gmail.com

Abstract

Research of concrete beam truss system having two type of beam that was conventional concrete beam truss system and connection precast concrete beam truss system. And Research of concrete beam truss system having some problems, that was how about performance of concrete beam truss system if load was applicated at top of concrete beam at two point. The aim of research was determined of performance of concrete beam if load was applicated at top of concrete beam at two point load. Result of research have different performance between concrete beam conventional truss system with concrete beam precast connection truss system. Concrete beam conventional truss system was achieve a load 228,0 kN and 3,9 mm for deflection. Concrete beam precast connection truss system was achieved a load 191,0 kN and 4,1 mm for deflection. For momen maximum, concrete beam conventional truss system was achieve a momen 41,8 kN-m and 35,0 kN-m for concrete beam precast connection truss system. For flexurer strength, concrete beam conventional truss system was achieve a flexurer strength 11,5 Mpa and 9,6 Mpa for concrete beam precast connection truss system.

Keywords: *concrete, conventional, beam, precast, deflection*

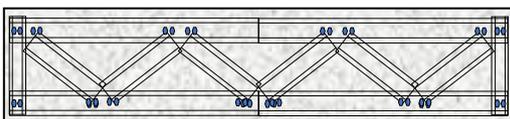
PENDAHULUAN

Digunakannya baja ringan pada beberapa konstruksi pada saat ini dikarenakan mempunyai beberapa keuntungan (Bamaga et al., 2019) yang didapat. Beberapa keuntungan menggunakan baja ringan dalam dunia konstruksi adalah menambah kekuatan *buckling* (Mughnie et al., 2023) dan lebih lanjut, material baja ringan (CFS) yang digunakan untuk konstruksi mempunyai tegangan leleh yang cukup besar sekitar f_y 550 Mpa (BSN 7971, 2013). Hal lain yang menyebabkan semakin banyaknya digunakan baja ringan adalah menambah kekakuan pada balok, hal itu dikarenakan bentuk geometri dari baja ringan itu sendiri. Pada salah satu penelitian menyimpulkan bahwa dengan penggunaan baja ringan pada balok beton yang memakai *lightweight concrete*, akan menambah kekakuan (Mahmuda et al., 2021) balok beton tersebut. Pada penelitian lain menyatakan bahwa dengan menggunakan baja ringan sebagai bahan konstruksi akan menambah kekuatan dan kekakuan (Bamaga et al., 2019). Penelitian mengenai balok beton dengan baja ringan dan sistim non-truss sudah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya (Mahmoud et al., 2019),(Dai et al., 2023),(Poologanathan

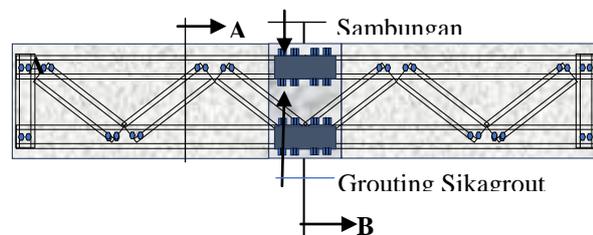
et al., 2023), (Liang et al., 2022),(Raj et al., 2019),(Lukačević et al., 2022). Sedangkan peneliti terdahulu yang melakukan penelitian mengenai rangka batang (truss) dengan material *cold forms steel* (CFS) tanpa beton diantaranya adalah Awaludin, A. et al (2021) dan Richo Oktavian Indarto et al (2020). Sedangkan salah satu peneliti mengenai rangka batang (*truss*) dengan material baja ringan tanpa beton menyatakan bahwa elemen baja ringan mengalami tekuk terlebih dahulu setelah diberi pembebanan secara menyeluruh (Indarto & Suswanto, 2020). Dengan adanya beberapa keuntungan dengan menggunakan baja ringan dan beberapa penelitian yang sudah dilakukan, maka dilakukan penelitian mengenai baja ringan yang diaplikasikan pada balok konvensional dan balok *precast* dengan sistem sambungan baja ringan di tengah bentang. Perbedaan dengan penelitian yang lain adalah pada penelitian ini menggunakan baja ringan sistem truss dengan beton segar sebagai materialnya. Hasil penelitian yang ada menunjukkan bahwa balok beton yang menggunakan baja ringan sistem truss mempunyai performa yang baik, hal itu dibuktikan dengan hasil perhitungan teoritis yang menunjukkan performa yang tidak jauh beda dengan hasil pengujian di laboratorium.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ringan (CFS) dimensi C 75.35,0,75, Beton $f_c'20$ Mpa dan lainnya. Prototype dari benda uji adalah benda uji berbentuk balok dengan panjang 1200 mm, lebar balok 200 mm dan tinggi balok 350 mm. Benda uji ini akan didesain dengan menggunakan baja ringan (CFS) f_y 550 Mpa. Untuk mutu beton digunakan mutu beton adalah $f_c'20$ Mpa sedang untuk Sikagrout mempunyai mutu $f_c' 50$ Mpa. Gambar 1 dan gambar 2 adalah gambar potongan dan sambungan balok beton sistem *truss* dan di jelaskan berikut.

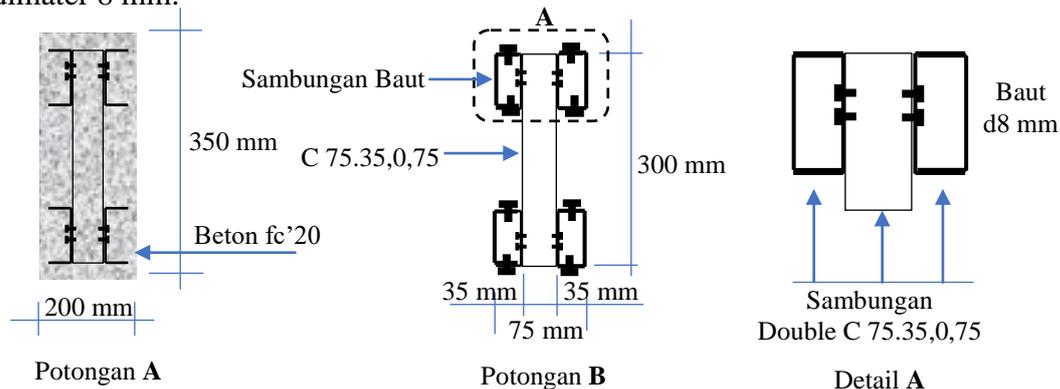


Gambar 1. Prototipe Benda Uji Konvensional



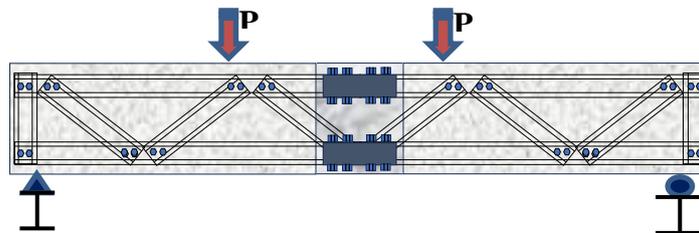
Gambar 2. Prototipe Sambungan Precast

Gambar 3 adalah gambar detail dan gambar potongan benda uji balok beton konvensional sistim *truss* dan balok beton sambungan *precast* sistim *truss* pada bagian tengah bentang dan pada bagian tepi bentang balok beton. Sambungan baja ringan pada balok beton konvensional dan balok beton *precast* sistim *truss* menggunakan baut dimater 8 mm.



Gambar 3. Detail dan Potongan Balok

Untuk metoda pengujian ini mengacu pada peraturan ASTM (ASTM, 2002), peneliti akan menggunakan alat UTM (Universal Testing Machine) dengan ilustrasi pembebanan seperti gambar 4 dibawah ini.



Gbr 4. Ilustrasi Pembebanan

Gambar 5 menjelaskan metoda pembebanan. Pembebanan pada balok benda uji dilakukan pada dua titik pembebanan dimana masing masing beban sama besarnya menumpu pada masing masing sepertiga bentang. Hal itu sesuai dengan peraturan ASTM yang ada untuk uji pembebanan pada balok benda uji. Pada bagian yang ditentukan (tengah bentang) akan diletakan dialgate untuk mengukur lendutan yang terjadi.

Pencatatan data dilakukan dengan interval beban 100 kg akan dicatat lendutannya. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengujian benda uji balok tersebut untuk memeberikan data yang akurat dan akan menghasilkan suatu kesimpulan yang

akurat pula yaitu dengan melakukan dua hal adalah pengamatan secara visual dan pengamatan hasil uji /data pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5 menunjukkan foto saat kedua benda uji yang terdiri dari balok beton konvensional baja ringan sistim *truss* dan sambungan balok beton *precast* baja ringan sistim *truss* di bebani pada bagian tengah bentang yang ditumpukan pada kedua titik di atas permukaan balok sesuai dengan ASTM C78-02.



Gambar 5. Pembebanan Benda Uji

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil dari data beban, lendutan, momen hasil uji, momen teoritis dan kuat lentur serta kuat lentur teoritis dari ke dua balok tersebut balok beton konvensional sistim *truss* dan balok beton sambungan *precast* sistim *truss*. Kedua balok beton menggunakan bahan beton dengan mutu yang sama, hanya perbedaannya pada balok beton precast menggunakan grouting sika grout 215.

Tabel 1
Data Hasil Pengujian Balok Konvensional dan Balok Sambungan Precast

No	Benda Uji	Beban kN	Lendutan mm	Momen kN-m	M.Teori kN-m	σ Lentur Mpa	σ Teoritis Mpa
1	Konvensional Truss	228,0	3,9	41,8	33,4	11,5	9,20
2	Precast Tuss Connection	191,0	4,1	35,0	33,6	9,6	9,27

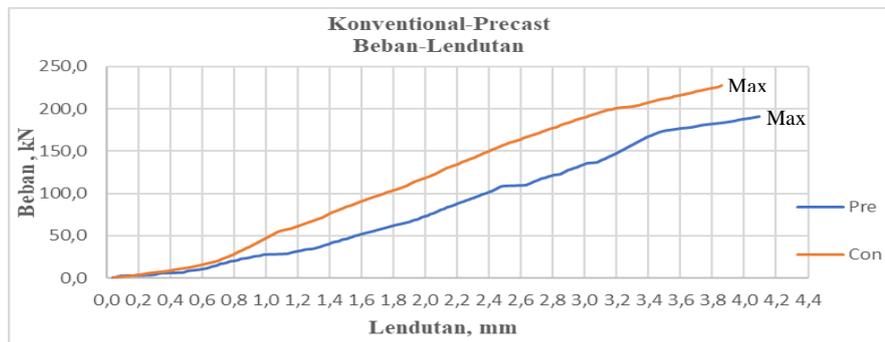
Pada tabel 1 terlihat bahwa kekuatan balok beton konvensional sistim *truss* mempunyai momen yang lebih baik dibandingkan hasil kekuatan balok beton sambungan *precast* sistim *truss* yaitu 41,8 kN-m untuk momen balok beton konvensional sistim *truss* dan 35,0 kN-m untuk momen balok beton sambungan precast sistim *truss*. Adanya deviasi kekuatan momen tersebut dikarenakan adanya slip pada

baut di balok beton sambungan *precast* sistim *truss*. Hal tersebut terlihat dari pola retak awal dimana pada balok beton konvensional sistim *truss* tercapai pada beban 87 kN sedangkan pola retak awal pada balok beton sambungan *precast* sistim *truss* tercapai pada beban 69 kN. Untuk beban dan lendutan yang dihasilkan, balok beton konvensional menghasilkan beban maksimal 228,0 kN dan lendutan 3,9 mm sedangkan untuk balok beton sambungan *precast* menghasilkan beban maksimal 191,0 kN dan lendutan sebesar 4,1 mm.

Kemudian bila dibandingkan dengan teoritis terdapat dua pembanding yaitu pada momen teoritis dan pada kuat lentur teoritis. Untuk momen yang terjadi pada balok beton konvensional sistim *truss* bila dibandingkan dengan momen teoritis menunjukkan performa balok yang lebih baik untuk balok beton konvensional sistim *truss* yaitu 41,8 kN-m dibandingkan dengan 33,4 kN-m. Sedangkan untuk momen yang terjadi pada balok beton sambungan *precast* sistim *truss* bila dibandingkan dengan momen teoritis menunjukkan performa balok yang lebih baik sedikit untuk balok beton sambungan *precast* sistim *truss* yaitu 35,0 kN-m dibandingkan dengan 33,6 kN-m. Prosentase deviasi momen antara balok beton konvensional dan balok beton sambungan *precast* adalah sebesar 16,26%. Momen teoritis kedua balok berbeda dikarenakan pada balok beton sambungan *precast* sistim *truss* menggunakan Sikagrout 215 pada sambungan bagian tengah bentangnya. Besarnya kuat tekan beton f_c' berpengaruh terhadap momen yang terjadi. Kemudian untuk kuat lentur, akan mengikuiti besarnya momen yang terjadi pada titik yang ditinjau, semakin besar momen maka semakin besar pula kuat lentur yang terjadi. Pada balok beton konvensional sistim *truss* mempunyai kuat lentur sebesar 11,5 Mpa sedangkan balok beton sambungan *precast* sistim *truss* mempunyai kuat lentur sebesar 9,6 Mpa. Perbedaan kuat lentur pada kedua benda uji tersebut dikarenakan salah satunya adalah slip pada baut untuk benda uji sambungan *precast*nya. Prosentase deviasi kuat lentur antara balok beton konvensional dan balok beton sambungan *precast* adalah sebesar 16,52%. Untuk kuat lentur yang terjadi pada balok beton konvensional sistim *truss* bila dibandingkan dengan kuat lentur teoritis menunjukkan performa balok yang lebih baik untuk balok beton konvensional sistim *truss* yaitu 11,5 Mpa dibandingkan dengan 9,20 Mpa. Sedangkan untuk kuat lentur yang terjadi pada balok beton sambungan *precast* sistim *truss* bila dibandingkan dengan kuat

lentur teoritis menunjukkan performa balok yang lebih baik sedikit untuk balok beton sambungan *precast* sistim *truss* yaitu 9,6 Mpa dibandingkan dengan 9,27 Mpa.

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian dengan luaran data beban dan lendutan yang di kemas dalam bentuk grafik untuk kedua benda uji yaitu benda uji balok beton konvensional baja ringan sistim *truss* dan sambungan balok beton *precast* baja ringan sistim *truss*. Pencatatan data diambil sampai beban maksimal saja dari data yang ada agar memudahkan dalam membedakan performa dari kedua benda uji tersebut.



Gambar 6. Grafik Beban - Lendutan

Pada gambar 6 di atas terlihat penampakan performa balok beton antara konvensional sistim *truss* dengan balok beton sambungan *precast* sistim *truss*. Performa balok beton konvensional sistim *truss* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan balok beton sambungan *precast* sistim *truss*. Untuk penyebabnya sudah di jelaskan di atas yaitu adanya slip pada sambungan bautnya. Gambar 7 menunjukkan foto hasil luaran pola retak yang terjadi pada benda uji yaitu benda uji balok beton konvensional baja ringan sistim *truss* dan gambar 8 menunjukkan foto hasil luaran pola retak yang terjadi pada benda uji yaitu benda uji balok beton sambungan *precast* baja ringan sistim *truss*.



Gambar 7. Pola Retak Balok Konvensional



Gambar 8. Pola Retak Balok Sambungan Precast

Untuk pola retak yang terjadi pada ke dua balok beton sistim truss tersebut memang sangat berbeda namun kedua balok tersebut mempunyai jenis retak yang sama yaitu jenis retak lentur. Pola retak pada balok beton konvensional sistim truss mempunyai garis retak yang cukup banyak namun retak awal yang terjadi pada beban 87 kN dan terjadi pada bagian mendekati tengah bentang balok, kemudian menjalar kebagian tengah bentang balok mencapai retak 0,3 mm dengan beban sebesar 110 kN.

Kemudian untuk pola retak balok beton sambungan *precast* sistim *truss* mempunyai garis retak yang sedikit namun retak awal yang terjadi pada beban 69 kN dan terjadi pada bagian sepertiga bentang balok tepat di bawah titik beban dan tepat diluar dari sambungan *precast* dimana sambungan tersebut menggunakan bahan Sikagrout 215, kemudian menjalar kebagian tengah bentang balok mencapai retak 0,3 mm dengan beban sebesar 86 kN

SIMPULAN

Dari hasil data yang didapat setelah melakukan pengujian, dihasilkan suatu kesimpulan dari penelitian ini yaitu balok beton konvensional sistim *truss* mempunyai performa yang lebih baik baik dalam hal performa momen maupun kuat lentur. Untuk beban dan lendutan yang dihasilkan, balok beton konvensional menghasilkan beban maksimal 228,0 kN dan lendutan 3,9 mm sedangkan untuk balok beton sambungan *precast* menghasilkan beban maksimal 191,0 kN dan lendutan sebesar 4,1 mm. Perbedaan performa momen antara kedua balok beton tersebut adalah kekuatan balok beton sambungan *precast* sistim truss 41,8 kN-m untuk momen balok beton konvensional sistim *truss* dan 35,0 kN-m untuk momen balok beton sambungan *precast* sistim *truss*. Prosentase deviasi perbedaan momen yang ada adalah sebesar 16,26 %. Sedangkan untuk performa kuat lentur yang terjadi, pada balok beton konvensional sistim *truss* mempunyai kuat lentur sebesar 11,5 Mpa sedangkan balok beton sambungan *precast* sistim *truss* mempunyai kuat lentur sebesar 9,6 Mpa. Prosentase deviasi perbedaan momen yang ada adalah sebesar 16,52 %.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2002). *Astm C78/C78M -18: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)* ASTM International. USA, 04.02, 1–3.
- Bamaga, S. O., Tahir, M. M., Ngian, S. P., Mohamad, S., Sulaiman, A., & Aghlara, R. (2019). Structural behaviour of cold-formed steel of double c-lipped channel sections integrated with concrete slabs as composite beams. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 16(5), 1–15. <https://doi.org/10.1590/1679-78255515>
- BSN 7971. (2013). *Stuktur r baja canai c d dingin*.
- Dai, Y., Roy, K., Fang, Z., Raftery, G. M., & Lim, J. B. P. (2023). Structural Performance of Cold-Formed Steel Face-to-Face Built-Up Channel Sections under Axial Compression at High Temperatures through Finite Element Modelling. *Buildings*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/buildings13020305>
- Indarto, R. O., & Suswanto, B. (2020). Studi Analisis Perilaku Jembatan Pejalan Kaki Dengan Sambungan Sekrup Dan Adhesive Pada Cold-Formed Steel. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 73. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v18i1.5518>
- Liang, H., Roy, K., Fang, Z., & Lim, J. B. P. (2022). A Critical Review on Optimization of Cold-Formed Steel Members for Better Structural and Thermal Performances. *Buildings*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/buildings12010034>
- Lukačević, L., Krolo, P., & Bakran, A. (2022). Experimental Investigation of Novel Angle Bracket Connection in Cold-Formed Steel Structures. *Buildings*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/buildings12081115>
- Mahmoud, N. S., Abd-rabou, S. E. M., Ghannam, M., & Abdel-kader, A. A. (2019). Experimental and Theoretical Study of Composite Cold Formed Steel-Concrete Beams. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 7(7), 1–10.
- Mahmuda, Revias, Indra, S., & Sumiati. (2021). The Use of Cold-Formed Steel as a Substitute for Reinforcement on Structural of Lightweight Concrete Beams. *Proceedings of the 4th Forum in Research, Science, and Technology (FIRST-TI-T2-2020)*, 7, 294–299. <https://doi.org/10.2991/ahe.k.210205.050>
- Mughnie, H., Budiman, B., Irwanto, R., & Al Hafidz, M. T. (2023). Numerical Study on Behaviour of Cold-Formed Steel Unlipped Channel Subject To Axial Compression. *International Journal of Civil Engineering and Infrastructure*, 2(2), 57. <https://doi.org/10.24853/ijcei.2.2.57-65>
- Poologanathan, K., Perampalam, G., Gunalan, S., & Corradi, M. (2023). *Structural Performance of Cold-Formed Steel (CFS) Structures*. 13–15.
- Raj, P. S. A., Divahar, R., Kumar, K. N., & Rakkshana, K. (2019). Cold Formed Steel Beam-Column Joints with Latex Layer Wrapping. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 3132–3135. <https://doi.org/10.35940/ijeat.b3747.129219>