

Balok Beton yang Diperkuat Struktur Rangka Bidang Baja *Hollow* Diisi Mortar FAS 0,4 dengan Variasi Ukuran Profil Terhadap Kapasitas Lentur dan Daktilitas Balok

Marizqah Hadisty^{1*}, Huzaim², Purwandy Hasibuan³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

²Dosen, ³Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email : ¹marizqah@mhs.unsyiah.ac.id, ²huzaim@usk.ac.id, ³purwandy.hsb@usk.ac.id

*Corresponding author

ABSTRACT

Hollow steel has been widely used in the world of construction, especially in the structural field. In the application of hollow steel, it can be filled with mortar which serves to avoid buckling in hollow steel. Hollow steel that has been filled with mortar can be used as an alternative to steel reinforcement in beams, in the form of a plane frame. The use of hollow steel plane frames as reinforcement is expected to reduce damage to the concrete beam structure. The purpose of this research is to determine the flexural capacity and ductility of concrete beams reinforced with mortar-filled hollow steel plane frames with varying profile sizes. The hollow steel sizes used in this study are 30/60 with 0.5 mm and 0.6 mm thick, 40/80 with 0.6 mm and 0.8 mm thick, and 50/100 with 1.2 mm and 1.4 mm thick. The concrete blocks to be tested are 150 mm wide, 2240 mm long and 560 mm, 580 mm and 700mm high, named RBP36, RBP48, RBP51. After planning and analyzing the theoretical structure, then the manufacture of test objects starting from cutting steel, filling mortar into steel, assembling the frame, welding gusset plates, welding wiremesh, installing strain gauges, and casting into formwork that has been assembled according to the planned beam size. After 21 days, compressive testing will be carried out by giving a centralized load in the middle of the beam with a constant load increase of 0.5 tons on the beam specimen until its capacity limit. The results obtained from this study are the load that can be withstood by the RBP36 specimen of 18.378 tons, the RBP48 specimen of 22.345 tons, and the RBP51 specimen of 34.204 tons. The ductility values for the RBP36, RBP48, and RBP51 specimens are 2.561, 2.663, and 4.307.

Keywords : *Hollow Steel, Plane Frame, Concrete Beam, Capacity, Ductility*

ABSTRAK

Baja hollow sudah banyak digunakan dalam dunia konstruksi khususnya pada bidang struktur. Pada pengaplikasian baja hollow dapat diisi dengan mortar yang berfungsi untuk menghindari tekuk pada baja hollow. Baja hollow yang sudah terisi mortar dapat digunakan sebagai alternatif tulangan baja pada balok, dalam bentuk rangka bidang. Penggunaan rangka bidang baja hollow sebagai tulangan ini diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada struktur balok beton. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kapasitas lentur dan daktilitas balok beton yang diperkuat dengan rangka bidang baja hollow diisi mortar dengan variasi ukuran profil. Ukuran baja hollow yang digunakan pada penelitian ini adalah 30/60 dengan tebal 0,5 mm dan 0,6 mm, 40/80 dengan tebal 0,6 mm dan 0,8 mm, dan 50/100 dengan tebal 1,2 mm dan 1,4 mm. Balok beton yang akan diuji dengan lebar 150 mm, panjang 2240 mm dan tinggi 560 mm, 580 mm, dan 700 mm, yang diberi nama RBP36, RBP48, RBP51. Setelah melakukan perencanaan dan analisis struktur secara teoritis selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji yang dimulai dari pemotongan baja, pengisian mortar kedalam baja, perakitan rangka, pengelasan pelat buhul, pengelasan wiremesh, pemasangan strain gages, dan pengecoran kedalam bekisting yang sudah dirangkai sesuai dengan ukuran balok yang direncanakan. Setelah 21 hari pengujian tekan akan dilakukan dengan memberikan beban terpusat pada bagian tengah balok dengan penambahan beban 0,5 ton secara konstan pada benda uji balok sampai batas kapasitasnya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah beban yang mampu ditahan oleh benda uji RBP36 sebesar 18,378 ton; benda uji RBP48 sebesar 22,345 ton; dan benda uji RBP51 sebesar 34,204 ton. Adapun nilai daktilitasnya untuk benda uji RBP36, RBP48, dan RBP51 secara berturut-turut adalah 2,561; 2,663; dan 4,307.

Kata kunci : *Baja Hollow, Rangka Bidang, Balok Beton, Kapasitas, Daktilitas*

I. Pendahuluan

Baja ringan banyak digunakan karena mudah dipasang, ringan, dan juga bersifat lentur [1]. Salah satu jenis baja ringan adalah baja *hollow*. Baja *hollow* dapat bekerja dengan baik dalam menahan gaya tarik, serta memiliki tingkat elastisitas dan daktilitas yang tinggi

[2,3]. Akan tetapi, baja *hollow* memiliki rongga yang cenderung rawan akan tekuk ketika menerima tekanan, untuk mengatasi hal ini maka baja *hollow* harus diisi dengan mortar agar kekuatannya dalam menerima tekanan dapat lebih baik serta terhindar dari tekukan [4].

Penelitian terkait baja *hollow* pada struktur rangka bidang

sudah pernah dilakukan oleh Armia [5]. Penelitian tentang kapasitas rangka bidang dengan baja *hollow* yang diisi mortar dengan variasi ukuran profil 30/60 mm, 40/80 mm, 50/100 mm, dengan tebal 1,3 mm. Hasil pengujian kuat tekan maksimum terhadap rangka bidang dengan ukuran profil 30/60 mm, 40/80 mm dan 50/100 mm Terjadi peningkatan kapasitas beban maksimum antara profil 30/60 mm dengan profil 40/80 mm sebesar 50,79% dan 60,76% antara rangka bidang profil 30/60 mm dengan profil 50/100 mm. Penggunaan baja hollow yang diisi mortar pada rangka bidang dapat meningkatkan kapasitas rangka bidang dalam menahan beban tekan dan tegangan tarik yang baik sehingga dapat menjadi sebuah alternatif dari penggunaan struktur rangka bidang [6,7].

Umumnya pengaplikasian rangka bidang digunakan pada bagian struktur atas [8,9]. Namun pada penelitian kali ini rangka bidang digunakan pada bagian struktur bawah. Baja hollow yang mengalami kontak langsung dengan lingkungan berupa tanah dapat mengalami karat sehingga mengalami kerusakan dan penurunan kualitas [10,11]. Untuk menghindari pengkaratan pada rangka bidang ini, maka bagian luarnya diselubungi dengan beton untuk menghindari kontak langsung dengan lingkungan. Rangka Bidang baja hollow dapat digunakan sebagai pengganti baja tulangan pada balok beton, hal ini didasarkan pada sifat baja hollow yang baik dalam menahan tarik pengaplikasian rangka bidang sehingga dapat mengurangi timbulnya kerusakan pada struktur balok beton [12,13].

Dengan pertimbangan beberapa faktor diatas maka dilakukan penelitian terhadap balok beton yang diperkuat rangka bidang baja hollow yang diisi mortar fas 0,4. Penelitian ini menguji 3 buah benda uji balok dengan tebal 150 mm, panjang 2000 mm dan tinggi rangka 500 mm, dengan ukuran profil baja hollow yang digunakan profile 30 x 60 x 0,5 mm, 30 x 60 x 0,6 mm, 40 x 80 x 0,6 mm, 40 x 80 x 0,82 mm, dan 50 x 100 x 1,2 mm, 50 x 100 x 1,4 mm. Masing benda uji diberi nama RBP36, RBP48, dan RBP51.

II. Metode Penelitian

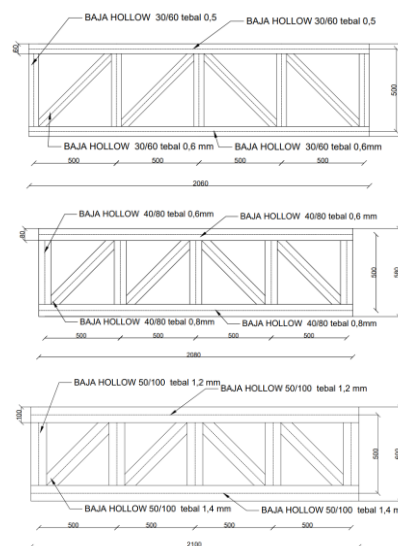
Metodologi penelitian ini merupakan penjelasan mengenai metode yang digunakan pada penelitian untuk mendapatkan hasil dari penelitian berupa kapasitas dan daktilitas rangka bidang, serta dijelaskan pula langkah-langkah yang dilakukan dari mulai perencanaan struktur rangka bidang, sambungan las, material dan peralatan yang digunakan, tahapan persiapan, tahap pelaksanaan sampai tahap analisis data.

A. Perencanaan Struktur Rangka Bidang

Langkah awal yang harus dilakukan pada penelitian ini adalah merencanakan struktur rangka bidang pada balok yang akan digunakan sebagai benda uji balok. Penelitian ini memiliki 3 (tiga) tipe rangka bidang pada balok dengan variasi ukuran profil baja hollow, yaitu Tipe dengan ukuran profil 30/60 (RBP36), ukuran profil 40/80 (RBP48), dan ukuran profil 50/100 (RBP51), Ketiga benda uji rangka bidang balok akan diuji di laboratorium dengan memberikan beban pada bagian tengah struktur

B. Desain Benda Uji Rangka Bidang

Desain benda uji rangka bidang balok didesain menggunakan aplikasi AutoCAD. Ukuran profil baja hollow yang digunakan pada benda uji rangka bidang balok masing – masing berukuran 30 x 60 x 0,5 mm, 30 x 60 x 0,6 mm, 40 x 80 x 0,6 mm, 40 x 80 x 0,8 mm , 50 x 100 x 1,2 mm , 50 x 100 x 1,4 mm. Ketiga benda uji rangka bidang memiliki panjang 2000 mm dengan tinggi 500 mm. Setiap Elemen dari benda uji disambung



Gambar 1. Desain Struktur Rangka Benda Uji RBP36, RBP48, dan RBP51

menggunakan sambungan las.

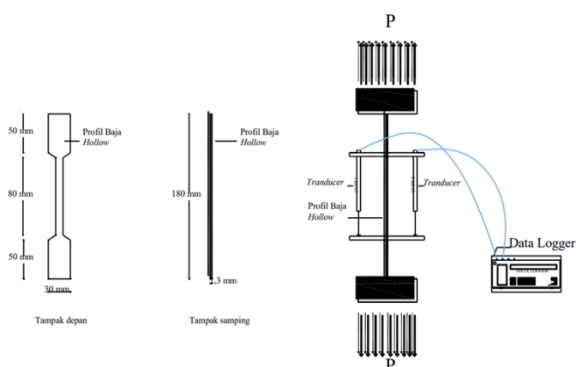
C. Perencanaan Campuran Mortar dan Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran mortar beton (mix design) pada penelitian ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656-2012. Mortar didesain dengan mutu K-300 dan faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0,4, dan ditambahkan bahan tambah (admixture) berupa sika viscocrete-10 sebanyak 1% dari berat semen.

Perencanaan campuran mortar (mix design) pada penelitian ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656-2012. Beton didesain dengan mutu K-300 dengan faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0,4 dan ditambahkan bahan tambah (admixture) berupa sikament NN sebanyak 1% dari berat semen

D. Pengujian Kuat Tarik Baja Hollow

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kekuatan tarik baja hollow yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan benda uji. Pengujian ini menggunakan mesin (Universal Strength Tester) Mohr dan Federhaff AG No. UPD. 10-7385/1970 produksi Mannheim Germany dengan kapasitas maksimum pembebanan 10 ton. Pengujian kuat tarik mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 07-0371-1998) tentang Batang Uji Tarik. Pembacaan regangan pada penelitian ini dilakukan setiap kenaikan 10 kg sampai baja mengalami putus. Hasil dari pengujian berupa nilai kuat tarik baja hollow, nilai dapat digunakan untuk membuat kurva tegangan dan regangan baja.



Gambar 3. Benda Uji Kuat Tarik Baja Hollow

E. Pemotongan Baja Hollow, Pengecoran Mortar, dan Flow Test

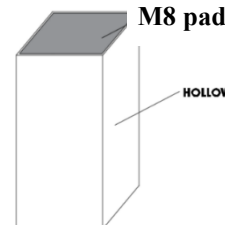
Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan utama. Pertama, baja hollow dipotong sesuai perencanaan menggunakan alat gerinda mesin di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan (LKBB) Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Langkah berikutnya adalah pengecoran mortar. Sebelumnya, alat dan bahan dicek untuk memastikan sesuai dengan perencanaan. Campuran pasir, air, semen, dan visocrete-10 dimasukkan ke dalam molen dan diaduk selama 5-10 menit. Untuk mengontrol kekuatan mortar, kubus uji berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dibuat, dengan total 9 unit untuk 3 jenis rangka bidang.

Pengujian flow test dilakukan dengan campuran mortar yang sudah teraduk. Mengacu pada ASTM C 1611,

campuran dimasukkan ke dalam flow mold, kemudian diangkat secara perlahan. Diameter penyebaran mortar diukur dari 2 arah tegak lurus dan rata-rata diameter ini dihitung sebagai nilai flow mortar.

Setelah mortar diaduk merata, langkah berikutnya adalah mengisinya ke dalam rongga baja hollow yang telah dipotong. Pengisian dilakukan secara manual dengan bantuan corong. Pematatan dilakukan dengan menumbuk campuran mortar untuk mengisi rongga dan kemudian

Gambar 4. Pemasangan Wiremesh M8 pada Benda Uji Rangka Bidang

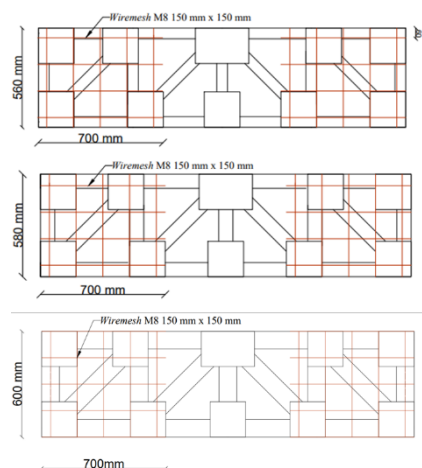


campuran dibiarkan selama 24 jam untuk pengerasan. Potongan baja hollow hasil pengecoran dapat dilihat pada Gambar 3.

F. Pengujian Struktural Baja Hollow dengan Mortar dan Beton

Gambar 2. Perspektif Baja Hollow yang Diisi Mortar

Setelah mengisi rongga baja hollow dengan mortar, elemen-elemen batang rangka bidang disatukan melalui sambungan las, dan pelat buhul dipasang di setiap joint rangka untuk mencegah kerusakan pada sambungan. Setelah rangka dibentuk, langkah berikutnya adalah memasang wiremesh pada sisi kanan dan kiri rangka untuk meningkatkan ketahanan terhadap geseran saat diberi beban.

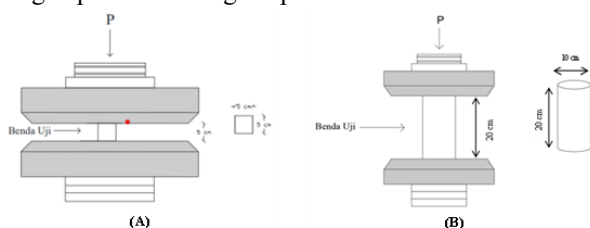


Selanjutnya, beton dicampur sesuai dengan rencana mix design. Campuran agregat, semen, air, dan bahan

admixture diaduk dalam concrete mixer, dan benda uji silinder dibuat untuk menguji kekuatan beton pada umur 14 hari. Slump test dilakukan untuk mengukur konsistensi campuran beton sesuai standar SNI 1972:2008.

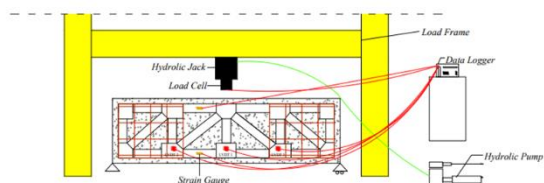
Setelah itu, pemasangan bekisting dilakukan menggunakan Garuda Foam dengan papan multipleks. Beton yang sesuai mix design dicor ke dalam bekisting setelah dilakukan proses pencampuran yang cermat. Setelah rangka bidang terisi mortar, dilakukan sambungan las dan pemasangan wiremesh M8, lalu rangka bidang dicor menjadi balok sesuai rencana bekisting.

Perawatan benda uji kubus dan silinder dilakukan selama 21 hari dengan metode water curing. Pengujian kuat tekan benda uji kubus dan silinder dilakukan setelah umur 21 hari menggunakan alat Mesin Uji Kuat Tekan dengan prosedur mengacu pada SNI 03-6825-2002.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tekan Mortar (A) dan Beton (B)

Pengujian pembebanan tekan pada balok dilakukan setelah 3 buah benda uji balok beton berumur 21 hari, dengan pemberian beban secara perlahan-lahan hingga terjadi keruntuhan. LVDT dipasang untuk mengukur lendutan pada saat pengujian pembebanan rangka bidang. Penempatan LVDT disesuaikan agar didapatkan data pembacaan lendutan (*displacement*) yang baik. Pembacaan dengan alat LVDT tercatat pada *data logger*.



Gambar 6. Pengujian Pembebanan pada Balok Beton

G. Analisis Data

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah tahapan analisis data hasil penelitian. Data hasil pengujian kuat tekan mortar akan dilakukan perhitungan statistika sederhana dengan mengambil nilai rata-rata dari sampel yang diuji, nilai rata-rata tersebut nantinya akan

digunakan untuk menentukan kuat tekan mortar. Untuk nilai tegangan-regangan baja dari hasil kuat tarik baja diambil dari penelitian sebelumnya.

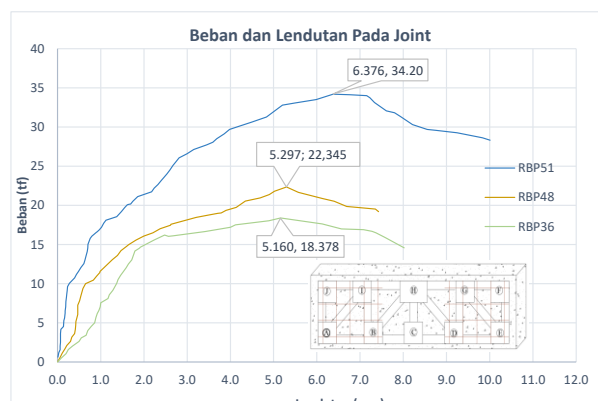
Pada penelitian ini dilakukan analisis data hasil penelitian dengan membuat grafik hubungan beban-lendutan sehingga dapat menentukan nilai daktilitas dari struktur balok. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui pengaruh variasi ukuran profil terhadap kapasitas dari balok beton yang diperkuat dengan rangka bidang baja hollow yang diisi mortar. Nilai daktilitas dapat dihitung dengan membagi nilai saat defleksi ultimit (saat beban maksimum) dengan nilai defleksi saat leleh.

III. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menjelaskan beberapa aspek terkait dengan hasil pengujian pembebanan pada balok. Pengujian rangka bidang ini bertujuan untuk menganalisis dampak dari variasi ukuran profil rangka terhadap kapasitas dan daktilitas balok yang diperkuat menggunakan rangka bidang.

A. Pengaruh variasi ukuran profil rangka terhadap kapasitas balok beton

Dari hasil pengujian pembebanan maka didapatkan lendutan terbesar yang terjadi pada RBP36, RBP48 dan RBP51 adalah pada joint C dan tercatat oleh LVDT 1. Grafik perbandingan beban-lendutan maksimum pada



Gambar 7. Grafik Beban-Lendutan dari Ketiga Rangka Bidang pada Joint C

joint C setiap benda uji rangka bidang diperlihatkan pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7, diperoleh perbandingan beban-lendutan maksimum dari ketiga benda uji rangka bidang yang diisi mortar untuk mengetahui pengaruh dari penambahan elemen pelat pada batang atas rangka bidang dan variasi ketinggian rangka bidang. Beban maksimum yang mampu dipikul oleh RBP36 adalah sebesar 18,378 ton dan lendutan saat beban maksimum sebesar 5,160 mm. Benda Uji RBP48 mampu memikul beban maksimum 22,345 ton dengan lendutan 5,297 mm. Benda uji RBP51

mampu memikul beban maksimum sebesar 34,204 ton dengan lendutan ketika beban maksimum 6,376 mm.

Benda uji RBP48 mengalami kenaikan kemampuan menahan beban sebesar 21,82% terhadap benda uji RBP48. Adapun benda uji RBP51 mengalami kenaikan kemampuan menahan beban sebesar 86,47% terhadap benda uji RBPT40. Berdasarkan peningkatan tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan ukuran profil rangka bidang dapat meningkatkan kapasitas dari rangka bidang tersebut. Persentase peningkatan kapasitas rangka bidang dapat dilihat pada Tabel 1.

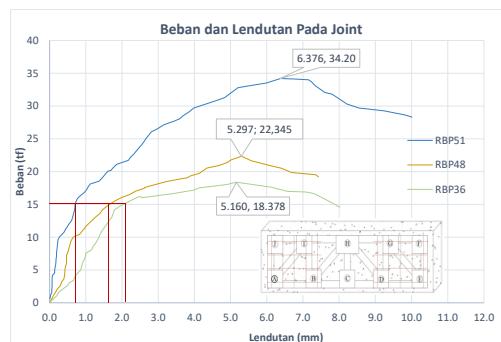
Tabel 1. Persentase Kenaikan Kemampuan Menahan Beban Terhadap RBPT40

Benda Uji	Beban Maksimum (ton)	Lendutan (mm)	Persentase Kenaikan Kemampuan Menahan Beban Terhadap RBP36 (%)
RBP36	18,378	5,160	-
RBP48	22,345	5,297	21,82
RBP51	34,204	6,376	86,47

B. Pengaruh Variasi Ukuran Profil Terhadap Kekakuan Balok Beton

Perhitungan nilai kekakuan dari rangka bidang dapat diperoleh dari data beban dan lendutan pada saat rangka bidang sebelum mengalami kondisi leleh. Kekakuan merupakan perbandingan antara beban dengan lendutan pada saat rangka dalam kondisi elastis penuh.

Dari hasil perhitungan kekakuan pada rangka bidang, maka diperoleh bahwa RBPT51 merupakan benda uji yang paling kaku, kemudian diikuti oleh RBPT48 dan RBPT36. Berikut disajikan kekakuan dari ketiga benda uji pada saat beban 15,0 ton yaitu dalam kondisi sebelum mengalami kondisi leleh dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.



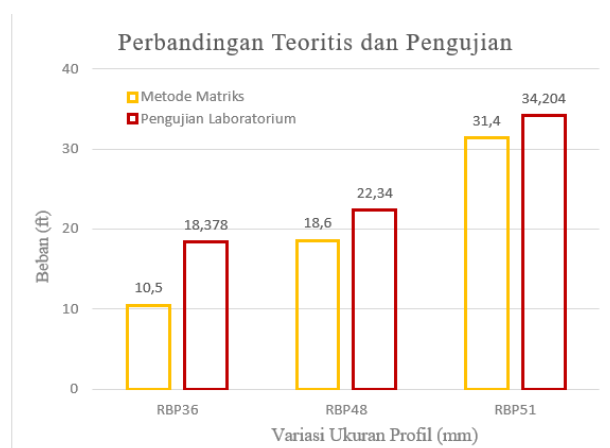
Gambar 8. Grafik Beban-Lendutan dari Ketiga Rangka Bidang pada Joint C

Tabel 2. Kekakuan Benda Uji

No	Benda Uji	Beban (ton)	Lendutan (mm)	Kekakuan (ton/mm)
1	RBP36	15,0	2,000	7,500
2	RBP48	15,0	1,738	8,63
3	RBP51	15,0	0,704	21,306

C. Perbandingan Kapasitas Balok Beton Hasil Perhitungan Teoritis dan Pengujian Laboratorium

Dalam analisis teoritis menggunakan metode matriks (metode rangka bidang), hasil dari pengujian laboratorium menunjukkan bahwa semakin besar dimensi profil yang digunakan, semakin besar pula beban yang dapat ditangani. Temuan ini sejalan dengan apa yang diperkirakan dalam perhitungan teoritis menggunakan metode matriks. Kapasitas beban yang didapat pada benda uji RBP36 Pada diagram dapat dilihat bahwa beban yang mampu dipikul oleh benda uji RBP36, RBP48, dan RBP51 lebih besar dibandingkan dengan perhitungan metode



dan Perhitungan Secara Teoritis

matriks. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan lapisan beton pada rangka bidang baja hollow, sehingga dapat meningkatkan kapasitas dari balok beton dengan rangka bidang baja hollow. Berikut grafik perbandingan nilai teoritis dan pengujian untuk masing-masing benda uji ditampilkan pada Gambar 9.

D. Daktilitas

Nilai daktilitas pada pengujian ini diperoleh melalui grafik hubungan beban-lendutan. Perbandingan lendutan pada saat ultimit (Δ_u) dan saat leleh (Δ_y) menjadi nilai daktilitas dari benda uji balok beton. Nilai beban dan lendutan yang diambil untuk daktilitas ditinjau pada joint C (LVDT 1).

Nilai indeks daktilitas dalam pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Daktilitas Benda Uji Rangka Bidang

Benda Uji	Δ_u (mm)	Δ_y (mm)	$\mu = \Delta_u/\Delta_y$	Presentase nilai daktilitas thd. benda uji RBP36 (%)
RBP36	5,160	2,014	2,561	-
RBP48	5,297	1,989	2,663	3,973
RBP51	6,375	1,480	4,307	68,176

Dari hasil pengujian benda uji balok beton, maka didapatkan peningkatan nilai daktilitas seiring dengan penggunaan profil baja hollow yang lebih besar dan tebal pada rangka bidang. Benda uji RBP48 mengalami kenaikan daktilitas sebesar 3,973% terhadap benda uji RBP36 dan benda uji RBP51 mengalami kenaikan nilai daktilitas sebesar 68,176% terhadap benda uji RBP36.

E. Pola retak benda uji

Pada penelitian ini, pengujian awal dilakukan dengan memberikan beban pada benda uji sampai terjadi retak pertama (*first crack*). Benda uji RBP36 retak pertama terjadi pada beban 9,62 ton dengan lendutan 1,336 mm. Benda uji RBP48 retak pertama terjadi pada beban 8,50 ton dengan lendutan 0,563 mm. Sedangkan benda uji RBP51 retak pertama terjadi pada beban 12,5 ton dengan lendutan 0,610 mm. Sejalan dengan penambahan beban yang

diberikan muncul sejumlah retak baru pada daerah lentur. Oleh karena itu, setiap benda uji mengalami kegagalan pada daerah lentur atau yang disebut dengan retak lentur (*flexural crack*).

IV. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji RBP36 adalah 18,378 ton, benda uji RBP48 mampu menahan beban maksimum sebesar 22,345 ton, dan benda uji RBP51 memiliki kapasitas maksimum sebesar 34,204 ton. Data dari pengujian eksperimental mengindikasikan bahwa semakin besar ukuran profil baja yang digunakan, kapasitas balok dalam menahan beban akan semakin meningkat.

Selain itu, terdapat persentase kenaikan beban maksimum antara benda uji RBP48 terhadap RBP36 sebesar 21,82%, serta antara benda uji RBP51 terhadap RBP36 sebesar 86,47%.

Hasil pengujian daktilitas, yang dianalisis melalui pendekatan grafik beban-lendutan, menunjukkan bahwa nilai daktilitas benda uji RBP36 adalah 2,561, benda uji RBP48 adalah 2,663, dan benda uji RBP51 adalah 4,307. Ini menggambarkan bahwa semakin besar dan tebal profil baja hollow yang digunakan, nilai daktilitas balok beton akan semakin meningkat. Persentase nilai daktilitas antara benda uji RBP48 terhadap benda uji RBP36 adalah 3,973%, sementara antara benda uji RBP51 terhadap benda uji RBP36 adalah 68,176%.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran profil rangka bidang yang digunakan dalam komposit balok beton, kapasitas dalam menahan beban akan semakin tinggi, dan nilai daktilitas juga menunjukkan peningkatan seiring dengan penggunaan ukuran profil yang lebih besar.

V. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada penelitian serupa, beberapa saran yang dapat diaplikasikan yaitu, melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan ketebalan serta ukuran profil rangka yang lebih bervariasi sehingga diperoleh nilai kapasitas dan daktilitas balok beton yang proporsional. Kemudian, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat lebih ditinjau kerusakan rangka bidang bagian dalam balok beton sehingga dapat mengetahui kehancuran tekuk pada batang (elemen) dalam balok beton.

Daftar Pustaka

- [1]. Madutujuh, N. (2016). Perencanaan Rumah Prefabrikasi Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Baja Ringan dengan Dinding Papan Serat Semen (Rukom). *Bandung: Universitas Parahayangan*.
- [2]. Fathiyyah, N., Idris, Y., & Huzaim, H. (2021). Permodelan Konstruksi Rumoh Aceh Menggunakan Baja Sebagai Material Alternatif. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 4(3), 110-123.
- [3]. Sanitra, R., Huzaim, H., & Putra, R. (2022). Analisis Kapasitas dan Daktilitas Rangka Bidang yang Dikombinasikan Pelat dari Baja Hollow yang diisi Mortar FAS 0, 4 dengan Variasi Tinggi Rangka. *Journal of The Civil Engineering Student*, 4(2), 183-189.
- [4]. Nurissalman, H. (2023). Perencanaan Ulang Struktur Atas Menggunakan Sistem Precast Prestressed Hollow Core Slab Dengan Portal Beton Bertulang (Studi Kasus: Gedung Research Center UPN "Veteran" Jawa Timur) (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- [5]. Rifqi, M., Huzaim, H., & Putra, R. (2021). Analisis Kekakuan dan Perilaku Portal Bidang Baja Hollow yang Diisi Mortar FAS 0, 4 Dengan Variasi Ukuran Profil. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(1), 84.
- [6]. Iffatullah, A., Huzaim, H., & Putra, R. (2023). Analisis Kapasitas dan Daktilitas Rangka Bidang Baja Hollow yang Diisi Mortar untuk Perkuatan Dinding dengan Variasi Jarak Antar Kolom. *Journal of The Civil Engineering Student*, 5(2), 183-189.
- [7]. Ashari, A. A. D. (2020). Analisis Spasial Tingkat Risiko Wilayah Terhadap Dbd Studi Kasus: Kecamatan Manggala, Panakkukang, Dan Mariso, Kota Makassar (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- [8]. Caley, D. H., & Trimurtiningrum, R. (2023). Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Semanding Tuban Dengan Menggunakan Struktur Rangka Baja. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 492-506.
- [9]. Gusfita, Y. A., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan SDN 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40-45.
- [10]. Hasim, M. B. (2017). Analisis laju korosi baja karbon rendah terhadap lingkungan atmosferik kota makassar. *Uin Alaudin Makassar*.
- [11]. Bachri, M. S., & Suswanto, B. (2023). Analisis Profil Hollow Steel Plate Girder (HFSPG) Sebagai Alternatif Profil Baja Canai Dingin. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(1), 77-86.
- [12]. Tanubrata, M. (2015). Bahan-bahan konstruksi dalam konteks teknik sipil. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 132-154.
- [13]. Wiratno, W. (2022). *Pengawasan Pembangunan Gedung Rusun Polresta Banyumas* (Doctoral dissertation, Universitas Katholik Soegijapranata Semarang).
- [14]. [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia 03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta: Badan Standarisasi Indonesia.
- [15]. [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2012). Standar Nasional Indonesia 7656:2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Mass. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.