

**Perkuatan Hubungan Balok-Kolom Eksterior Portal Beton Bertulang Bambu
Menggunakan Tulangan Baja**
*Strengthening The Exterior Beam-Column Connection Of Bamboo Reinforced Concrete
Portals Using Steel Reinforcement*

Dimas Rizqi Apriansah¹⁾, Muhtar²⁾, Ilanka Cahya Dewi³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: rizqidimas321@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: muhtar@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankacahyadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Banyaknya pembangunan rumah sederhana, maka kebutuhan akan beton bertulang baja semakin meningkat pula. Penggunaan baja yang meningkat menyebabkan permintaan untuk pemenuhan baja di pasaran semakin meningkat, akibatnya ketersediaan bahan baku yakni bijih besi semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif baru sebagai pengganti tulangan baja dengan bahan yang mudah didapat dan renewable. Seperti memanfaatkan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas beban geser horizontal, daktilitas dan kekakuan hubungan balok kolom eksterior portal beton bertulang bambu menggunakan tulangan baja. Metode ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Terdapat tiga benda uji balok kolom dengan ukuran dimensi kolom 1100x150x150 mm³, dimensi balok 1200x200x150 mm³, menggunakan variasi tanpa perkuatan, perkuatan besi L6, dan perkuatan besi L8. Hasil penelitian ini untuk kapasitas adalah benda uji L8 mencapai beban lentur tertinggi yaitu 21,82kN. Berdasarkan hasil penelitian ini menyatakan bahwa perkuatan baja terbukti memberikan peningkatan kapasitas beban lentur siklik yang signifikan.

Kata kunci: Balok Kolom; Eksterior; Portal Beton; Tulang Baja; Tulang Bambu

Abstract

With the increasing number of simple house constructions, the need for steel reinforced concrete is also increasing.. The increasing use of steel causes the demand for steel in the market to increase, as a result the availability of raw materials, namely iron ore, is decreasing. Therefore, there needs to be a new alternative as a substitute for steel reinforcement with materials that are easily obtained and renewable. Such as utilizing bamboo as an alternative to steel reinforcement in concrete. This study aims to determine the horizontal shear load capacity, ductility and stiffness of the exterior beam-column connection of bamboo reinforced concrete portals using steel reinforcement. This method uses an experimental method carried out in the laboratory.. There are three beam-column test objects with column dimensions of 1100x150x150 mm³, beam dimensions of 1200x200x150 mm³, using variations without reinforcement, L6 iron reinforcement, and L8 iron reinforcement. The results of this study for the capacity are that the L8 test object reaches the highest bending load of 21.82kN. Based on the results of this study, it states that steel reinforcement is proven to provide a significant increase in cyclic bending load capacity.

Keywords: Beam Column; Exterior; Concrete Portal; Steel Reinforcement; Bamboo Reinforcements

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi yang semakin berkembang seperti saat ini, rumah atau tempat tinggal merupakan suatu hal yang tidak bisa dipisahkan dari perkembangan kehidupan manusia. Semakin banyaknya pembangunan rumah sederhana maka kebutuhan akan beton bertulang baja semakin meningkat pula (Suryani & Budi, 2016).

Peningkatan penggunaan baja mengakibatkan permintaan di pasaran semakin tinggi, sehingga ketersediaan bahan baku berupa bijih besi semakin berkurang. (Suryani & Budi, 2016). Bambu merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat menggantikan tulangan baja. Berbeda dengan baja, bambu tumbuh dengan melimpah di berbagai wilayah di Indonesia, dan proses pertumbuhannya yang cepat menjadikannya sebagai sumber energi yang berkelanjutan. (Narai & Kuryanto, 2024)..

Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom (HBK) kali ini akan diterapkan pada bangunan bertingkat dengan fokus pada struktur yang memiliki daktilitas tinggi, yaitu bangunan dengan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dalam perencanaan HBK, perhitungan difokuskan pada penentuan jumlah tulangan geser yang akan dipasang di area pertemuan antara balok dan kolom. Perhitungan ini didasarkan pada analisis gaya tarik pada tulangan, nilai momen akibat beban pada balok, serta gaya geser yang terjadi di ujung-ujung kolom dan bagian tengah HBK.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian eksperimental di laboratorium untuk mengetahui pengaruh perkuatan tulangan baja pada hubungan balok kolom bertulang bambu. Selain itu, pengujian ini dilakukan guna memperoleh gambaran respons struktur pada kondisi actual, sehingga hasil yang diperoleh dapat mencerminkan perilaku hubungan balok-kolom bertulang bambu secara realistis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas beban geser horizontal, daktilitas dan kekakuan hubungan balok kolom eksterior portal beton bertulang bambu menggunakan tulangan baja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan perpaduan antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, agregat halus, dan air, yang dapat disertai atau tanpa bahan tambahan (admixture)(Puspitasari & Uisharmandani, 2023). Kualitas bahan yang dipilih memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan beton yang dihasilkan.

B. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah material utama dalam konstruksi yang paling sering digunakan. Karena beton memiliki kekuatan tinggi terhadap tekanan namun lemah terhadap tarik, maka diperlukan tulangan untuk menahan gaya tarik akibat beban yang bekerja (Djamaluddin et al., n.d.). Beton bertulang berfungsi sebagai satu kesatuan yang saling melengkapi dalam membentuk struktur bangunan, sehingga mampu menahan berbagai beban yang bekerja. (Syukriati, 2022).

C. Tulangan

Dengan meningkatnya penggunaan baja sebagai tulangan, sementara baja berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, berbagai penelitian terus dilakukan untuk mencari alternatif penggantinya. Salah satu yang masih dikaji hingga saat ini adalah pemanfaatan tulangan bambu sebagai substitusi baja.

D. Balok

Balok adalah elemen struktur yang menerima beban lateral, di mana gaya-gaya atau momen bekerja secara tegak lurus terhadap sumbu batang. (. et al., 2015). Jika seluruh beban bekerja dalam satu bidang yang sama dan semua defleksi terjadi di bidang tersebut, maka bidang tersebut disebut bidang lentur. Balok berperan sebagai elemen struktur yang berfungsi sebagai dukungan lantai serta pengikat kolom pada lantai atas..(Anggreini et al., 2019).

E. Kolom

Kolom merupakan elemen struktural berbentuk batang tekan vertikal dalam sebuah rangka yang berfungsi menahan beban dari balok. Beban-beban dari bagian atas bangunan

dialirkan melalui kolom ke tingkat yang lebih rendah hingga akhirnya disalurkan ke tanah melalui pondasi. (Rahman et al., 2023). Karena kolom berfungsi sebagai elemen tekan, kegagalan pada satu kolom dapat menjadi titik kritis yang berpotensi menyebabkan keruntuhan lantai terkait serta mengakibatkan runtuhnya seluruh struktur bangunan. (Ardiansyah et al., 2018).

F. Kuat Balok Kolom

Studi kuat balok dan kolom merupakan bagian penting dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Berikut adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam studi kuat balok dan kolom:

a. Balok

- 1) Kuat Lentur: Kemampuan balok untuk menahan beban lentur tanpa mengalami kerusakan.
- 2) Kuat Geser: Kemampuan balok untuk menahan beban geser tanpa mengalami kerusakan.
- 3) Kuat Tekan: Kemampuan balok untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kerusakan.
- 4) Defleksi: Perubahan bentuk balok akibat beban yang diterapkan.

b. Kolom

- 1) Kuat Tekan: Kemampuan kolom untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kerusakan.
- 2) Kuat Lentur: Kemampuan kolom untuk menahan beban lentur tanpa mengalami kerusakan.
- 3) Kuat Geser: Kemampuan kolom untuk menahan beban geser tanpa mengalami kerusakan.
- 4) Stabilitas: Kemampuan kolom untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan.

c. Faktor yang Mempengaruhi Kuat Balok dan Kolom

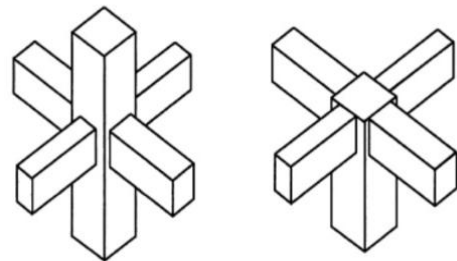
- 1) Bahan: Jenis bahan yang digunakan, seperti beton, baja, atau kayu.
- 2) Dimensi: Ukuran dan bentuk balok dan kolom.

- 3) Beban: Jenis dan besarnya beban yang diterapkan.

- 4) Kondisi Lingkungan: Suhu, kelembaban, dan kondisi lingkungan lainnya.

G. Hubungan Balok Kolom

Hubungan Balok dan Kolom (HBK) adalah area pertemuan antara elemen struktur balok dan kolom yang berperan sebagai komponen utama dalam menahan beban gempa. Di area ini, gaya serta momen dari masing-masing elemen bertemu dan saling berinteraksi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan khusus untuk memastikan ketahanan struktur saat terjadi gempa. (Irawan et al., 2024)..



Gambar 1. Geometris Sambungan Balok Kolom Interior

Sumber : Digilib.unila, 2024

H. Beban Statis

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus-menerus pada suatu struktur. Beban statis juga diasumsikan dengan beban-beban yang secara perlahan-lahan timbul serta mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap. Beban statis ini seperti, beban mati dan beban hidup yang terjadi pada gedung itu (Sariman, 2017).

I. Simpanan Bangunan

Simpangan (drift) merupakan perpindahan lateral relatif antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat diartikan sebagai pergeseran horizontal pada setiap tingkat bangunan (Rihi et al., 2022). Displacement dan drift memiliki perbedaan dalam pengukurannya. Displacement merupakan simpangan suatu lantai yang diukur dari dasar bangunan. (Rihi et al., 2022)

J. Bahan Uji

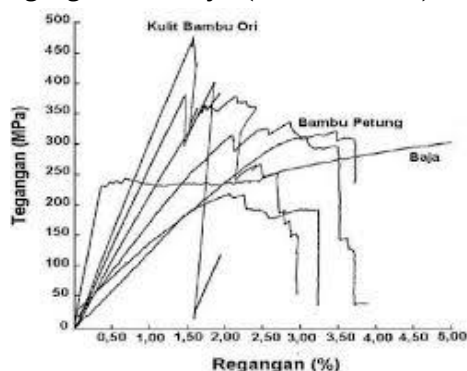
Material utama yang digunakan adalah beton, yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Namun, untuk tulangnya tidak menggunakan baja, melainkan memanfaatkan bambu. Jenis bambu yang dipilih sebagai tulangan adalah bambu petung.

K. Bambu Petung

Pemanfaatan bambu sebagai tulangan dalam beton merupakan alternatif pengganti baja yang telah banyak diteliti oleh para peneliti sebelumnya. Dengan kekuatan tarik yang cukup tinggi, bambu menjadi material yang cocok untuk dikombinasikan dengan beton (Suryani & Budi, 2016).

L. Sifat dan kuat tarik bambu petung

Kekuatan tarik bambu ori dan bambu petung dibandingkan dengan baja struktural bertegangan leleh 235 MPa menunjukkan bahwa struktur kulit bambu ori memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi, hampir mencapai 490 MPa, atau sekitar dua kali tegangan leleh baja (Sasmito, 2015).



Gambar 2. Diagram Tegangan-Regangan Tulangan Baja dan Bambu
Sumber : Morisco, 2005

M. Daktilitas

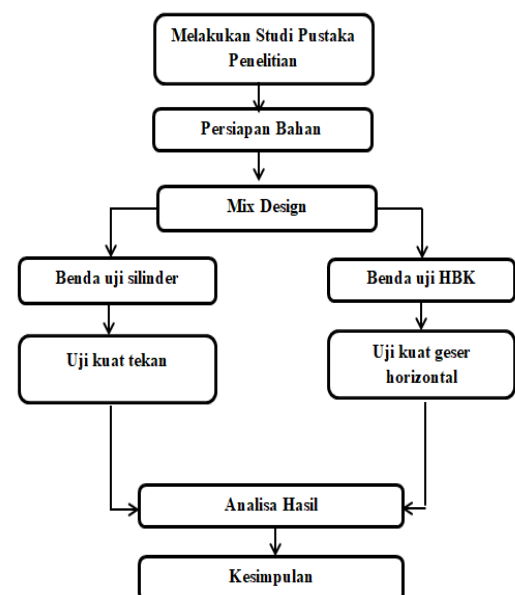
Daktilitas adalah konsep perancangan yang memungkinkan terbentuknya sendi plastis pada titik-titik tertentu, sehingga struktur tidak langsung mengalami kegagalan total, melainkan memasuki kondisi in-elastis sebelum akhirnya runtuh sepenuhnya. Dengan adanya jeda waktu akibat proses ini, pengguna

bangunan memiliki kesempatan lebih besar untuk menyelamatkan diri. Faktor daktilitas suatu gedung didefinisikan sebagai rasio antara simpangan maksimum pada ambang keruntuhan dengan simpangan saat pelelehan pertama terjadi (Nuraga et al., 2022).

3. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Pada tahap perencanaan penyusunan tugas akhir ini, maka diperlukan suatu metodologi/diagram alir agar kapasitas beban geser horizontal, daktilitas dan kekakuan hubungan balok kolom eksterior beton bertulang bambu menggunakan tulangan baja berjalan sesuai dengan harapan. Adapun tahapan penelitian disajikan secara sistematis dalam **Gambar 4** Rencana tahapan penelitian di bawah ini.



Gambar 3. Rencana Tahapan Penelitian
Sumber : Data Penelitian, 2024

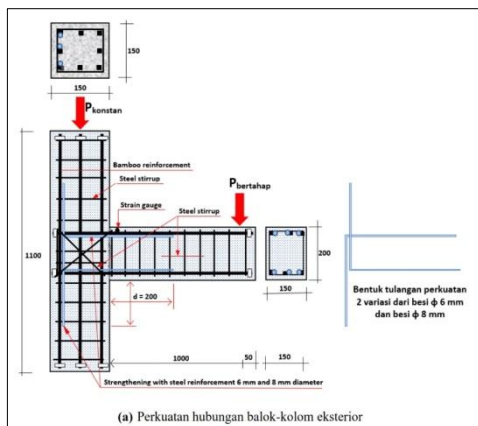
B. Bahan –Bahan dan Alat Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian meliputi:

- 1) Semen Portland Komposit (Portland Composite Cement, PPC)
- 2) Agregat Halus (pasir)
- 3) Agregat Kasar (batu split 10 x 10 mm)
- 4) Bambu petung (Dimensi Tulangan 15 mm)
- 5) Mutu beton rencana

C. Rancangan Penelitian

Benda uji terdiri dari 3 Hubungan Balok-kolom Eksterior yang mempunyai dimensi kolom 1100 mm x 150 mm x 150mm dan dimensi balok 1200 mm x 200mm x 150mm, dengan bertulang bambu dan perkuatan tulangan baja. Dengan bentuk tulangan perkuatan L memiliki 2 variasi dari besi ulir 6mm dan besi ulir 8mm. Rancangan penelitian lebih lengkap dapat dilihat di **Gambar 4** di bawah ini.

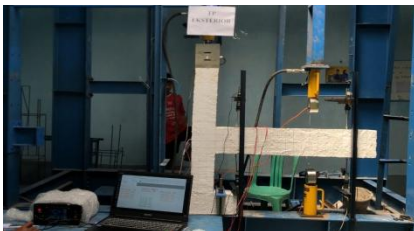


Gambar 4. Perkuatan Hubungan Balok-Kolom Eksterior

Sumber: Data Penelitian, 2024

D. Set-up Pengujian

Pada pengujian ini terdapat alat pengukur regangan (strain gauge) yang terpasang di tulangan bambu yang berada di bagian tengah hubungan balok kolom tepatnya berada di bagian atas tulangan bambu dan di permukaan beton hubungan balok kolom tepatnya dibagian tengah dapat dilihat pada **Gambar 5** dibawah ini.



Gambar 5. Set Up Pengujian

Sumber: Laboratorium, 2024

Pengukur regangan, dan Loading frame dipakai sebagai sarana utama untuk melakukan pengujian. Pengujian beban tekan konstan dan bertahap menggunakan dongkrak

hidrolik dan loadcell yang dicatat menggunakan pengukur beban. Seluruh data uji direkam pada alat data logger. Beban diberikan secara bertahap dan konstan. Beban bertahap ditambah sampai pada terjadi keruntuhan benda uji. Pembacaan regangan beton dan tulangan bambu dilakukan pada strain meter untuk mengetahui atau mengontrol regangan leleh. Alat pencatat defleksi benda uji menggunakan LVDT. Pola retak diamati untuk mengetahui jenis penyebab keruntuhan yang terjadi menggunakan crack detector microscope.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Agregat

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pasir Lumajang, sedangkan agregat kasar menggunakan koral berukuran 10 mm. Pengujian yang dilakukan meliputi nilai kadar air, penyerapan air, kadar lumpur, berat jenis, berat volume, analisa ayakan dan keausan agregat diujikan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Tabel 1. Hasil pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar air	1,215	%
Kadar lumpur	0,402	%
Analisa ayakan	3,909	%
Penyerapan air	1,215	%
Berat jenis	2,721	gram/cm ³
Berat volume	1,352	gram/cm ³

Sumber : Hasil uji laboratorium, 2024

Berdasarkan hasil pengujian agregat halus yang diujikan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember, diperoleh hasil yang paling besar adalah Analisa ayakan sebesar 3,909%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar air	0,807	%
Penyerapan air	0,807	%
Kadar lumpur	0,100	%
Berat jenis	2,584	gram/cm ³
Berat volume	1,197	gram/cm ³
Analisa ayakan	7,278	%
Keausan Agregat	32,14	%

Sumber : Hasil uji laboratorium, 2024

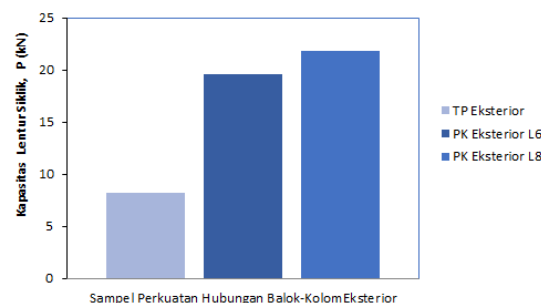
Berdasarkan **Tabel 2** dapat dilihat hasil pengujian laboratorium terhadap bahan agregat kasar, diperoleh beberapa karakteristik material yang telah diuji. Pengujian kadar air dan penyerapan air menunjukkan nilai yang sama yaitu sebesar 0,807%.

B. Proporsi Campuran

Perencanaan proporsi campuran beton dilakukan untuk menentukan komposisi yang tepat agar memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Presentase pada masing masing komponen campuran beton berpengaruh terhadap berat hubungan balok kolom dan silinder.

C. Kapasitas Beban Lentur Siklik

Kapasitas Beban Lentur Siklik adalah Beban tertinggi yang dicapai pada suatu struktur yang mengalami beban berulang atau mengalami momen gempa bolak balik atau (siklik). Istilah ini banyak digunakan dalam desain struktur untuk memahami seberapa besar elemen seperti balok, kolom, atau hubungan struktur dapat menahan momen lentur yang berubah arah, misalnya saat terkena beban gempa atau angin kencang yang bersifat siklik



Gambar 6. Perbandingan Kapasitas Beban Lentur Siklik

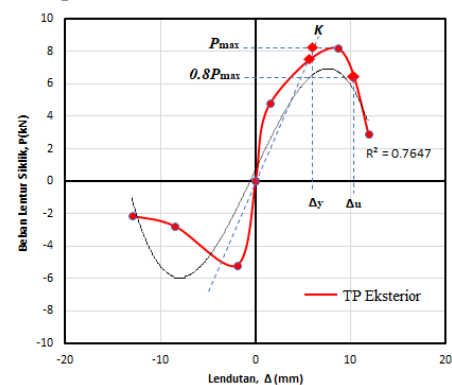
Sumber:Hasil perhitungan, 2024

Berdasarkan diagram diatas didapatkan perbandingan kapasitas antara tiga model hubungan balok- kolom eksterior bertulang bambu melalui diagram batang. Model TP Eksterior (Tanpa Perkuatan) memiliki beban lentur minimum sebesar 8,20 kN, yang ditunjukkan dengan warna abu-abu pada diagram, dan digunakan sebagai dasar perbandingan untuk menilai kapasitas struktur tanpa adanya modifikasi tambahan.

Sementara itu, Model PK Eksterior L6 mampu menahan beban lentur siklik sebesar 19,64 kN, yang ditandai dengan warna biru tua, menunjukkan peningkatan sebesar 139,5% dibandingkan dengan model TP Eksterior. Model PK Eksterior L8 mencapai beban lentur tertinggi, yaitu 21,82 kN, yang digambarkan dengan warna biru, menunjukkan peningkatan sebesar 166,1% .

D. Analisa Daktilitas Hubungan Beban Dan Lendutan

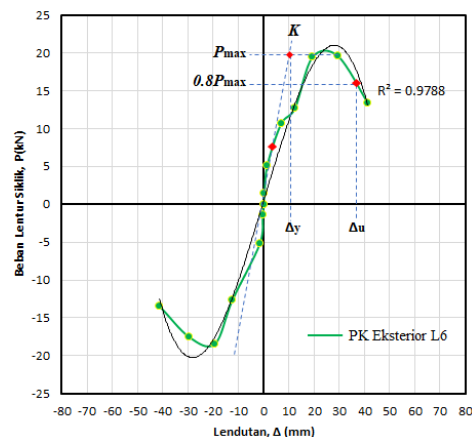
Daktilitas (μ) merupakan rasio perbandingan antara lendutan maksimum (Δu) dibagi dengan lendutan saat leleh awal (Δy). Ledutan maksimum didapatkan dari titik perpotongan antara kurva beban lendutan masing-masing balok dengan garis horizontal dari 0,8 Pmax. Kemudian untuk ledutan saat leleh awal didapatkan dari perpotongan antara garis horizontal 0,8 Pmax dengan garis linear yang diambil dari titik koordinat sumbu x (0,0) melalui garis 0,75 Pmax. Untuk hasil Analisa Daktilitas Hubungan Beban Dan Lendutan dapat dilihat pada **Gambar 7** sampai **Gambar 9**.



Gambar 7. Grafik Daktilitas Hubungan Beban Dan Lendutan Tanpa Perkuatan

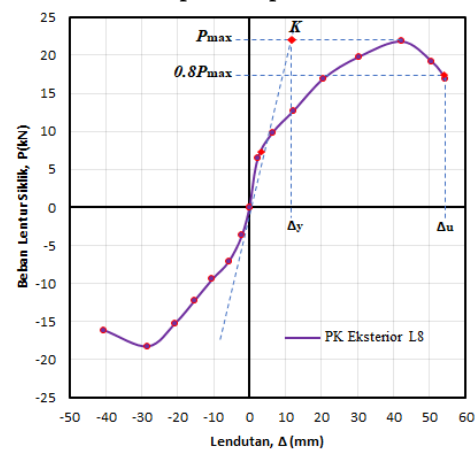
Sumber:Hasil perhitungan, 2024

Berdasarkan **Gambar 7** didapatkan nilai grafik daktilitas untuk Δu sebesar 10,4 dan untuk Δy sebesar 6 sehingga menghasilkan nilai daktilitas yaitu sebesar 1,73. Hal ini menunjukkan bahwa pada Hubungan Balok Kolom Tanpa Perkuatan untuk daktilitas yang di dapatkan tidak lebih besar dari sampel yang lain.



Gambar 8 Grafik Daktilitas Hubungan Beban Dan Lendutan Perkuatan L6
Sumber:Hasil perhitungan, 2024

Berdasarkan **Gambar 8** didapatkan nilai grafik daktilitas untuk Δu sebesar 37,8 dan untuk Δy sebesar 10,5 sehingga menghasilkan nilai daktilitas yaitu sebesar 3,6. Hal ini menunjukkan bahwa pada Hubungan Balok Kolom Perkuatan L6 untuk daktilitas yang di dapatkan mengalami kenaikan lebih besar dari sampel Tanpa Perkuatan.



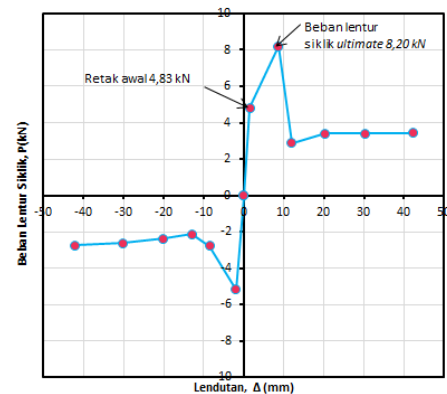
Gambar 9 Grafik daktilitas hubungan beban dan lendutan Perkuatan L8
Sumber:Hasil perhitungan, 2024

Pada **Gambar 9** didapatkan nilai grafik daktilitas untuk Δu sebesar 54,5 dan untuk Δy sebesar 11 sehingga menghasilkan nilai daktilitas yaitu sebesar 4,95. Hal ini menunjukkan bahwa pada Hubungan Balok Kolom Perkuatan L6 untuk daktilitas yang di dapatkan mengalami kenaikan lebih besar dari semua sampel. Nilai daktilitas yang didapatkan mengalami peningkatan dari variasi Tanpa Perkuatan. Besar peningkatan

masing masing variasi balok dengan Perkuatan diantaranya Perkuatan L6 meningkat sebesar 109%, Sedangkan untuk Perkuatan L8 meningkat sebesar 186%.

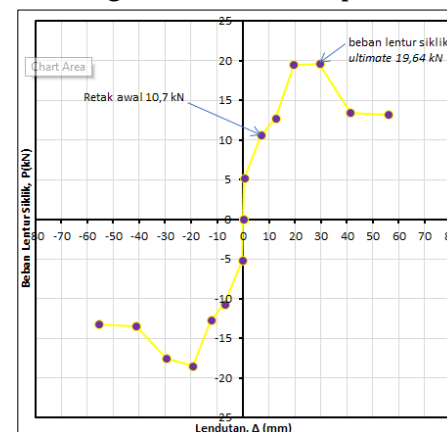
E. Hubungan Beban (P) Dan Lendutan (Δ)

Hasil kuat lentur didapatkan hubungan antara beban (P) dan lendutan (Δ) dari balok normal, variasi dan gabungan yang dapat dilihat pada **Gambar 10** sampai **Gambar 12**.



Gambar 10 Hubungan beban dan lendutan pada balok tanpa perkuatan
Sumber : Hasil perhitungan, 2024

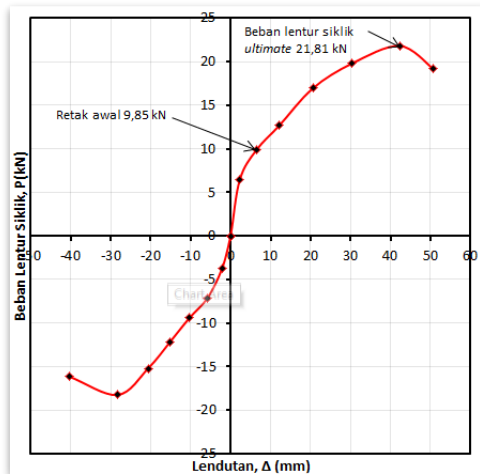
Gambar diatas menunjukkan retak awal terjadi pada beban 4,83 kN, dengan lendutan sebesar 1 mm. Kapasitas beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok sebesar 8,20 kN, dengan lendutan mencapai 8,6 mm.



Gambar 11 Hubungan beban dan lendutan pada variasi balok Perkuatan L6
Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar diatas menunjukkan retak awal terjadi pada beban 10,7 kN, dengan lendutan sebesar 9 mm. Kapasitas beban maksimum

yang dapat ditahan oleh balok sebesar 19,64 kN, dengan lendutan mencapai 29,4 mm. Dengan beban yang terus ditambahkan pada balok yang diuji tidak ada kenaikan setelah beban maksimum sehingga terjadi penurunan. Hal ini terjadi akibat regangan telah mencapai titik leleh, maka kemiringan kurva mengalami penurunan lebih cepat.

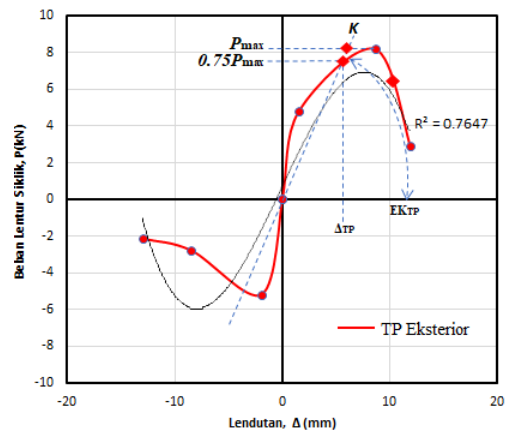


Gambar 12. Hubungan beban dan lendutan pada variasi balok Perkuatan L8
Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar diatas menunjukkan retak awal terjadi pada beban 9,85 kN, dengan lendutan sebesar 7,8 mm. Kapasitas beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok sebesar 21,81 kN, dengan lendutan mencapai 42,5 mm. Dengan beban yang terus ditambahkan pada balok yang diuji tidak ada kenaikan setelah beban maksimum sehingga terjadi penurunan. Hal ini terjadi akibat regangan telah mencapai titik leleh, maka kemiringan kurva mengalami penurunan lebih cepat.

F. Kekakuan

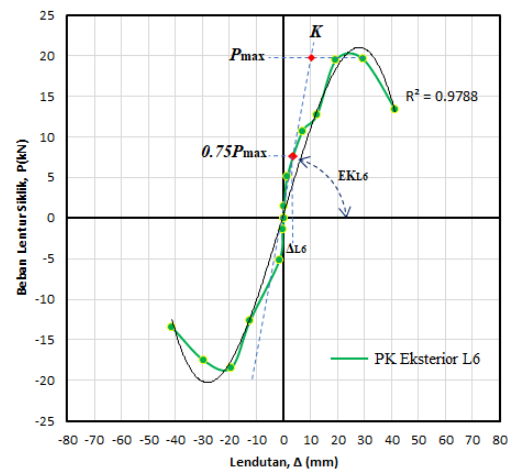
Pada **Gambar 13** sampai **15** menunjukkan kekakuan semua variasi hubungan balok kolom. Nilai perbedaan kekakuan dari semua variasi hubungan balok kolom didapat dari perpotongan titik pertemuan antara garis linier yang diambil dari 0,0 samapai 0,75 P_{max} . Sehingga didapatkan nilai Δ dengan beban kuat lentur 5 kN sebagai acuan sudut masing masing sampel, kemiringan tersebut yang menjadi parameter untuk menentukan kekakuan.



Gambar 13. Grafik Kekakuan Tanpa Perkuatan.

Sumber : Hasil Perhitungan

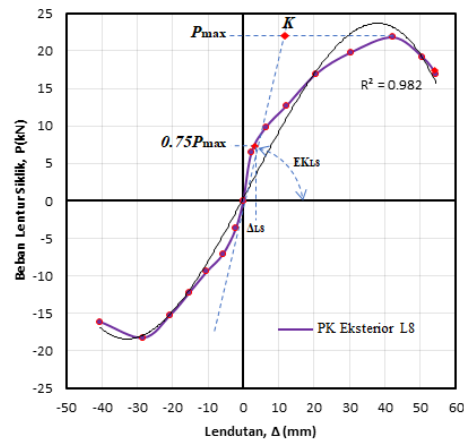
Gambar diatas menunjukkan grafik kekakuan hubungan balok kolom yang didapatkan dari hubungan kapasitas lentur dan lendutan. Dari hasil perhitungan kekakuan menunjukkan bahwa nilai kekakuan untuk hubungan balok kolom dengan kode Tanpa Perkuatan sebesar 1,15.



Gambar 14. Grafik Kekakuan Perkuatan L6

Sumber : Hasil Perhitungan

Gambar diatas menunjukkan grafik kekakuan hubungan balok kolom yang didapatkan dari hubungan kapasitas lentur dan lendutan. Dari hasil perhitungan kekakuan menunjukkan bahwa nilai kekakuan untuk hubungan balok kolom dengan kode Tanpa Perkuatan sebesar 2,5. Setelah diketahui hasil kekakuan perkuatan L6, dilakukan pengujian lanjutan dengan benda uji variasi perkuatan L8 ditunjukkan pada gambar **Gambar 15**.



Gambar 15. Grafik Kekakuan Perkuatan L8
Sumber : Hasil Perhitungan

Pada gambar diatas menunjukkan grafik kekakuan hubungan balok kolom yang didapatkan dari hubungan kapasitas lentur dan lendutan. Dari hasil perhitungan kekakuan menunjukkan bahwa nilai kekakuan untuk hubungan balok kolom dengan kode Tanpa Perkuatan sebesar 2,5.

Dari hasil perhitungan kekakuan menunjukkan bahwa nilai kekakuan untuk hubungan balok kolom dengan kode Tanpa Perkuatan sebesar 1,15, untuk hubungan balok kolom dengan kode Perkuatan L6 sebesar 2,5, sedangkan hubungan balok kolom dengan kode Perkuatan L8 sebesar 2,5

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Kapasitas beban geser horizontal Hubungan Balok Kolom Eksterior Portal Beton Bertulang Bambu dengan perkuatan tulangan baja menunjukkan peningkatan yang signifikan. Kapasitas beban geser Hubungan Balok Kolom tanpa perkuatan sebesar 8,20 kN. Kapasitas untuk variasi perkuatan L6 meningkat sebesar 139,5% dengan beban 19,64 kN. Sementara itu untuk variasi L8 mengalami peningkatan sebesar 166,1% dengan beban 21,82 kN.

2) Daktilitas dan kekakuan Hubungan Balok Kolom Bertulang Bambu sebagai berikut:

a) Daktilitas hubungan balok kolom eksterior portal bertulang bambu dengan perkuatan mengalami peningkatan sampai 186%. daktilitas hubungan balok kolom tanpa perkuatan sebesar 1,73. Sedangkan untuk variasi Perkuatan L6 meningkat sebesar 109% dengan nilai sebesar 3,6 dan untuk variasi Perkuatan L8 meningkat sebesar 186% dengan nilai sebesar 4,95 Maka semua variasi benda uji tergolong Daktilitas parsial.

b) Kekakuan hubungan balok kolom eksterior portal beton bertulang bambu pada masing masing variasi menunjukkan peningkatan. Dari hasil perhitungan kekakuan menunjukkan bahwa nilai kekakuan untuk hubungan balok kolom dengan kode Tanpa Perkuatan sebesar 1.15 N/mm, untuk hubungan balok kolom dengan kode Perkuatan L6 & Perkuatan L8 mengalami kekakuan yang sama yaitu sebesar 2.5N/mm.

B. Saran

Beberapa saran berdasarkan hasil kajian tugas akhir ini adalah :

- 1) Perlu diadakan penelitian selanjutnya terhadap hubungan balok kolom eksterior portal beton bertulang bambu dengan variasi perkuatan lainnya.
- 2) Perlu diadakan penelitian selanjutnya aplikasi hubungan balok kolom eksterior portal beton bertulang bambu terhadap portal.

6. DAFTAR PUSTAKA

Anggreini, P. A., Adawiyah, R., & Purnamasari, E. 2019. Evaluasi Desain Struktur Balok Dan Kolom Gedung Sekolah MTS Darul Ulum Kab. Kotabaru Dengan Sni 2847:2019. 5.Tesis. Universitas Islam Kalimantan MAB.

- Ardiansyah, R. R., Suryanita, R., & Zulfikar, D. 2018. Analisis Pengaruh Analisis Konstruksi Bertahap (Construction Sequence Analysis) Terhadap Eksentrisitas Kolom Beton Bertulang. *Jurnal Ilmiah Telsinas*. 1 (2): 1–7.
- Basori., Syafrizal., & Suharwanto. 2015. Analisis Defleksi Batang Lenturmenggunakan Tumpuan Jepit Dan Rolpada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*. 2(1): 50–58. <https://doi.org/10.21009/jkem.2.1.8>
- Djamaluddin, R., Irmawati, R., & Didipu, N. L. 2014. Pengaruh Lapisan Hybrid Serat Karbon dan Serat Gelas Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang. *J. Online Mhs*, 1-11.
- Gunasti, A., Dewi, I. C., & Amartya, A. A. 2022. Porsi Biaya Material Dan Upah Serta Peralatan Pada Pekerjaan Struktur Jembatan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 7(2), 58-66
- Gunasti, A., Muhtar, M., & Sanosra, A. 2023. Pelatihan me-retrofit rumah sederhana dengan teknologi fero semen bagi tukang bangunan di Kabupaten Jember. *Jurnal Abdi Insani*, 10(3), 1902-1912.
- Indah Suryani, S., & Setiya Budi, A. 2016. Kuat Lentur Balok Beton Tulangan Bambu Petung Vertikal. *Matriks Teknik Sipil*. 4(1): 1257–1263
- Muhtar, M., Gunasti, A., Manggala, A. S., & PN, A. F. 2020. Jembatan Pracetak Beton Bertulang Bambu Untuk Meningkatkan Roda Perekonomian Masyarakat Desa Sukogidri Ledokombo Jember. *Jurnal Pengabdian Masyarakat IPTEKS*. 6(2): 161-170.
- Muhtar, M., Hanafi, H., Umarie, I., & Gunasti, A. 2023. Pkm Tukang Bangunan Desa Sukogidri Melalui Teknik Penulangan Struktur Rangka Beton Bertulang Bambu. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*. 7(3): 1900. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i3.17157>
- Nuraga, K., Ayu Putu Adhiya Garini Putri, D., Antriksa, K., & Ficher, J. 2022. Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*. 4(2): 98–105. <https://doi.org/10.38043/telsinas.v4i2.3342>
- Puspitasari, I., & Uisharmandani, L. 2023. Kajian Eksperimental Beton Menggunakan Admixture Sika Viscocrete 3115N Untuk Meningkatkan Kuat Tekan. *Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung*. 17(1): 28–34.
- Rahman, A., Samsunan, S., Refiyanni, M., Faisal, R., Shaskia, N., & Soksen, S. P. 2023. Analisis Kekuatan Kolom Beton Bertulang Yang Diperkuat Dengan Metode Concrete Jacketing. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*. 6(1): 53–64. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v6i1.31164>
- Rihi, R. N., Pah, J. J. S; & Bella, R. A. 2022. Hubungan Ketersebaran Dinding Geser Sebidang Secara Horizontal Terhadap Drift Bangunan Tingkat Tinggi. *JURNAL FORUM TEKNIK SIPIL (J-ForTekS)*. 2(1): 34–43. <https://doi.org/10.35508/forteks.v2i1.6932>
- Salsabya, V., Priyono, P., & Dewi, I. C. 2023. Studi Review Desain Gedung Bertingkat Tahan Gempa Dengan Memperhatikan Lokasi Jepitan Tiang Yang Panjang (Studi Kasus: Gedung RSUD Kota Probolinggo). *Jurnal Smart Teknologi*, 4(5), 590-596.
- Sasmito, A., Setiya Budi, A., & Sunarmasto. 2015. Kuat Lekat Tulangan Bambu Petung Bertakikan Tipe “U” Jarak 15 cm. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL, September*. 3(4): 862–869.
- Syahrul Sariman, A. R. N. 2017. Komparasi Perilaku Lentur Balok T Beton Tulang Berlapis Akibat Beban Statis Monotonik Dan Statis Siklik. Tesis. Universitas

Bosowa.

Syukriati, R. 2022. Studi Eksperimental Perbandingan Perilaku Lentur Komposit Beton-Baja Ringan Dengan Beton-Bertulang Pada Pelat Satu Arah. Tesis. Universitas Andalas