

PENGARUH VARIASI IKATAN UJUNG TERHADAP KUAT LENTUR BETON TULANGAN BAMBU PILIN

Christiovalni Natalia, Roland Martin Simatupang, Devi Nuralinah
Mahasiswa/ Program Sarjana / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur
Korespodensi : christio_valni@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada dunia konstruksi, beton bertulang merupakan material utama yang paling dibutuhkan saat ini. Baja merupakan komponen yang digunakan sebagai tulangan beton pada umumnya, akan tetapi baja merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Sehingga diperlukan alternatif lain pengganti baja sebagai tulangan. Bambu merupakan alternatif yang ditawarkan sebagai tulangan pengganti baja, akan tetapi sifat higroskopis dari bambu serta daya lekat bambu yang rendah menjadi kelemahan inovasi ini. Oleh sebab itu dibuatlah inovasi terbaru untuk memperbaiki nilai lekatan antar bambu dan beton yaitu dengan menggunakan bambu pilinan. Beton dengan tulangan bambu pilin membutuhkan ikatan ujung untuk mengikat bilah- bilah bambu dengan tujuan untuk menjaga pola pilinan, meningkatkan respon lentur serta kuat lekat beton. Hasil dari penelitian ini, pengaruh variasi ikatan ujung ini tidak memperoleh perbedaan yang cukup signifikan antara variasi ikatan. Berdasarkan dua tinjauan tersebut variasi ikatan ujung belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lendutan dan beban maksimum. Faktor pengaruh ikatan ujung terhadap hasil 8,867% terhadap beban maksimum dan 32,62% terhadap lendutan maksimum benda uji. Dengan hasil beban maksimum terbaik diperoleh variasi klem selang sedangkan lendutan terbesar diperoleh klem selang.

Kata kunci : kuat lentur, beton, bambu pilin, ikatan ujung.

ABSTRACT

In construction field reinforced concrete is the most important material needed nowadays. Steel is a component used as a concrete reinforcement in general, but steel is a unrenewable natural resource. So there is another alternative use steel as a reinforcement. Bamboo is an alternative to replace the steel as a reinforcement, but the hygroscopic properties and the bonding stress of bamboo is low, it becomes the weakness of this innovation. Therefore, the latest innovations to improve the bonding stress between bamboo and concrete is by using knitted. Concrete with bamboo reinforcement, requires the end tie to tie up the bamboo slats in the end, in order to maintain the knitted pattern, improve the flexural response and the concrete bonding strength. The result of this research does not shown significant difference between end ties variation using hose clamp, rattan rope, and wire bendrat. Based on research, the end ties variation has not shown a significant effect on the maximum deflection and maximum load from the flexural strength test. From the result effect factor of end ties variation, 8,867% to maximum load and 32,62% to maximum deflection. According this reseach, hose clamps get the best maximum load, and for the longest maximum deflection obtained by clamps hose.

Keywords: Flexural Strength, Concrate, Knitted bamboo, End ties.

PENDAHULUAN

Beton bertulang merupakan material yang paling diminati saat dalam dunia konstruksi. Saat ini komponen tulangan yang paling diminati dalam material beton bertulang adalah baja. Akan tetapi baja merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Semakin meningkat permintaan maka sumber daya alam semakin berkurang sehingga biaya produksi semakin meningkat, hal tersebut yang mengakibatkan baja merupakan bahan material yang tidak ekonomis. Tidak menutup kemungkinan pula bahwa baja tidak

akan menjadi bahan yang langka dan sulit ditemukan, oleh sebab itu dibutuhkan alternatif tulangan pengganti baja. Bambu merupakan alternatif yang ditawarkan untuk menggantikan baja sebagai tulangan, karena memiliki kuat tarik yang setara dengan baja. Akan tetapi bambu memiliki sifat higroskopis yang dapat mengurangi daya lekat antara bambu dan beton. Oleh sebab itu untuk menanggulangi kelemahan tersebut diperlukan perlakuan khusus dengan menambahkan pelapis.

Penggunaan pelapis memungkinkan licinnya permukaan bambu sehingga dapat mengurangi daya lekat antara bambu dan beton. Untuk memperbaiki lekatan antara bambu dan beton dapat menggunakan bambu pilinan (Lopez, 1996). Menggunakan beton dengan tulangan bambu pilin dibutuhkan ikatan ujung untuk mengikat bilah- bilah bambu dengan tujuan untuk menjaga pola pilinan, meningkatkan respon lentur serta kuat lekat beton. Pada penelitian terdahulu, bambu diikat menggunakan kawat bendrat (Pathurahman,2003). Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian mengenai kait pada tulangan bambu yang memiliki tujuan yang sama dengan ikatan ujung yaitu untuk meningkatkan kuat lekat serta kapasitas lentur dari beton.

Berdasarkan penelitian sebelumnya sebelumnya, pada penelitian kali ini digunakan klem selang dan rotan sebagai ikatan ujung. Penggunaan klem selang dan rotan diharapkan dapat meningkatkan kapasitas lentur pada beton tulangan bambu pilin, dimana ikatan ujung selain berguna sebagai pengikat untuk mempertahankan pola pilinan juga dapat berfungsi sebagai takikan pada tulangan bambu pilin. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh dari variasi ikatan ujung terhadap beban maksimum balok tulangan bambu pilin.
2. Menganalisis pengaruh dari variasi ikatan ujung terhadap lendutan balok tulangan bambu pilin.
3. Mengidentifikasi pola retak dan penyebaran yang terjadi pada balok tulangan bambu pilin dengan menggunakan variasi ikatan ujung

TINJAUAN PUSTAKA

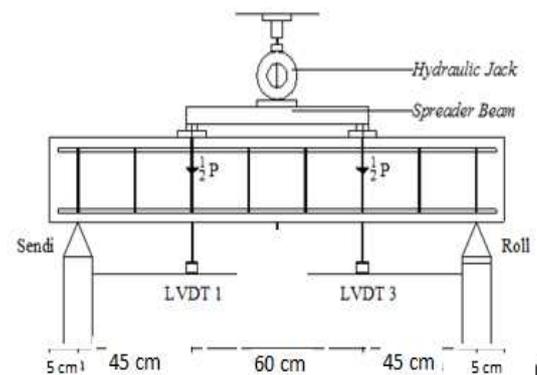
Sebelum dilaksanakannya penelitian ini, terdapat penelitian terdahulu yang menjadi referensi pada penelitian ini, salah satunya penelitian yang telah dilakukan oleh Patturahman mengenai “Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton”. Pada penelitian ini sebagai tulangan, digunakan bambu pilin dengan diameter 12 mm dan diberi lapisan kedap air. Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut diperoleh runtuh lentur yang terjadi pada tengah bentang. Secara umum retak terjadi pada saat beban mencapai diatas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Eksperimen kali ini menunjukkan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana.

Penelitian kedua dengan merupakan penelitian terdahulu yang dilakukan sebelum penelitian ini. Penelitian mengenai variasi pola pilinan yang berjudul ‘Uji Tarik dan Pengaruh Variasi Pola Pilinan Bambu Terhadap Kuat Lekat Balok Beton’

disusun oleh Maria Veronika Jahuranto. Pada penelitian ini bambu digunakan sebagai tulangan dengan cara di pilin. Penelitian terdapat 3 variasi pola pilinan, dari ketiga variasi tersebut akan diambil pola pilinan terbaik dengan dilakukan uji pull out untuk mengetahui kuat lekat dan P Maks pada masing masing benda uji. Hasil dari penelitian ini disimpulkan bahwa pola pilinan terbaik ada pada pola 1 (kebang rambut) dengan hasil pengujian pull-out diperoleh nilai kuat tarik terbesar. Oleh sebab itu, untuk penelitian mengenai varisasi ikatan ujung digunakan tulangan dengan pola pilinan kebang rambut. Pada penelitian ini, hasil yang digunakan adalah nilai kuat tarik dan nilai regangan dari pengujian *pull out*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini menggunakan variabel bebas klem selang, tali rotan, dan kawat bendrat sebagai ikatan ujung, sedangkan variabel terikat yang digunakan adalah kapasitas beban, lendutan, dan pola retak. Dilakukan 2 pengujian, uji kuat tekan dan uji lentur. Benda uji kuat tekan menggunakan 6 buah silinder diameter 15cm sedangkan untuk benda uji kuat lentur digunakan 6 buah balok dengan dimensi 18 x 25 x 160 cm. Pembebanan pada pengujian lentur menggunakan 2 beban terpusat. Berikut ini merupakan detail setting alat pengujian lentur:



Gambar 1. Detail Setting Alat Pengujian

Pembuatan dan Perawatan Tulangan

Tahap pertama adalah perendaman tulangan, sebelum dipilin, lonjoran bambu direndam terlebih dahulu pada cairan NaOH kadar 1% selama 15 menit dengan tujuan menghilangkan serbuk yang terdapat pada bambu tersebut. Setelah 15 menit bambu yang telah direndam diangkat lalu diangkat dan dikeringkan lalu dipilin dengan pola pilinan menyerupai kebang rambut lalu kemudian dikaitkan menggunakan ikatan ujung dengan variasi klem selang, tali rotan, dan kawat bendrat. Setelah

menjadi pola pilinan utuh tulangan tersebut lapisi dengan cat, lalu diolesi dengan sikadur dimana pada penelitian sebelumnya sikadur memiliki nilai kuat lekat lebih tinggi dibandingkan dengan vernis. Setelah diolesi dengan sikadur, tulangan dilapisi pasir dengan tujuan untuk menghindari gesekan pada tulangan. Kemudian tahap terakhir setelah tulangan siap, tahapan berikutnya adalah *setting* tulangan. Proses yang dilakukan pada tahap ini diantaranya adalah pemberian sengkang baja dengan jarak sengkang 200 mm serta pemasangan beton decking dengan tebal selimut 30 mm.



Gambar 2. Tulangan Bambu Pilin Sebelum diberi Pelapis

Perawatan Benda Uji Balok dan Silinder

Pada benda uji balok dan silinder proses *curing* berlangsung 10 hari dimana pada benda uji balok proses curing dilakukan dengan menggunakan karung goni basah sedangkan pada benda uji silinder direndam di dalam kolam. *Grouting* hanya dilakukan pada balok dengan kondisi keropos akibat pengecoran yang kurang merata. Pada benda uji silinder selain terdapat proses curing, salah satu perawatan beton yang dilaksanakan adalah proses *capping*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kuat Tekan

Dengan f_c rencana 20 Mpa dan pengujian dilakukan pada hari ke-32. Benda uji silinder dibuat sebanyak satu buah untuk tiap satu balok, sehingga total benda uji silinder sebanyak 6 buah. Pada Tabel 1 ditampilkan hasil pengujian kuat tekan beton silinder dengan 6 buah benda uji. Hasil pengujian kuat tekan silinder dengan rata-rata kuat tekan aktual sebesar 37,49 Mpa.

Tabel 1.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Benda Uji	Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	Pmax (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
A1C1	17671,46	12,35	688000	38,933	38,141
A1C2	17671,46	12,6	660000	37,348	
A2C1	17671,46	12,7	677000	38,310	39,074
A2C2	17671,46	12,8	704000	39,838	
A3C1	17671,46	12,5	661000	37,405	35,255
A3C2	17671,46	12,55	585000	33,104	

Sumber : Pengujian Kuat Tekan

Keterangan :

- a₁ : ikatan ujung klem selang
- a₂ : ikatan ujung tali rotan
- a₃ : Ikatan Ujuang Kawat Bendrat

Berdasarkan bagan hasil uji kuat tekan diatas, mutu beton yang dihasilkan jauh melebihi mutu beton rencana dengan rata-rata f_c 37,49 Mpa dengan kuat tekan terbesar diperoleh benda uji A2C2. Selain peran bahan adiktif dalam campuran beton, kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) pada agregat kasar juga mempengaruhi kadar air dalam beton pada waktu pematangan benda uji.

Pengujian Kuat Lentur

Pengujian ini menggunakan balok dengan dimensi 18 x 25 x 160 cm dengan jumlah balok uji 6 buah. Pengujian dilakukan dengan memberi 2 beban terpusat dan dilakukan pembebanan sampai benda uji mengalami runtuh. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah beban maksimum, lendutan maksimum, dan pola retak. Tabel 2 ditampilkan Hasil beban maksimum dan lendutan maksimum aktual yang diperoleh dari pengujian lentur.

Tabel 2

Hasil Beban Maksimum dan Lendutan Maksimum Aktual

Benda Uji	f_c (Mpa)	Pmax (Kg)	Pmax Rata-Rata (Kg)	Lendutan Max (mm)
A1C1	38,933	3300	3550	-11,02
A1C2	37,348	3800		-18,52
A2C1	38,310	3200	3150	-9,84
A2C2	39,838	3100		-9,72
A3C1	37,405	3800	3400	-9,38
A3C2	33,104	3000		-9,13
Rata - Rata			3366,67	-11,27

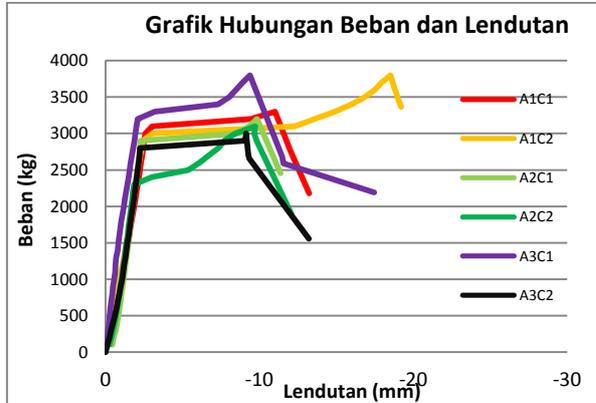
Sumber : Pengujian Kuat Tekan

Keterangan :

- a₁ : ikatan ujung klem selang
- a₂ : ikatan ujung tali rotan
- a₃ : Ikatan Ujuang Kawat Bendrat

Berdasarkan Hasil beban maksimum maupun lendutan maksimum aktual diperoleh beban

maksimum terbesar diperoleh benda uji dengan variasi klem selang dengan hasil beban maksimum rata-rata 3550 kg. Setelah diperoleh nilai dari beban aktual dan lendutan aktual maka dapat digambarkan dalam grafik hubungan beban dan lendutan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Gabungan Hubungan Beban dan Lendutan

Hasil grafik gabungan diatas pada variasi ikatan ujung tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan baik pada beban maksimum maupun lendutan maksimum, akan tetapi seperti pada hasil yang ditampilkan pada benda uji A1C2 (ikatan ujung klem selang) memberikan hasil yang ganjil sehingga grafik hasil yang ditampilkan juga berbeda dengan grafik lainnya. Besarnya lendutan maksimum yang dihasilkan pada variasi ikatan ujung klem selang dikarenakan klem selang pada ikatan ujung selain berfungsi sebagai pengikat juga berfungsi sebagai penahan lekatan antara tulangan dan beton meskipun hasil yang diberikan tidak begitu signifikan jika dibandingkan dengan variasi ikatan ujung lainnya.

Analisa Lentur Balok Teoritis Beban Maksimum

Perhitungan P teoritis diperoleh dari nilai kuat tarik yang dihasilkan pada pengujian terdahulu dengan nilai f_y bambu pilin sebesar 85,84 Mpa, dan regangan sebesar 0,003 sehingga diperoleh nilai modulus elastisitas tulangan (E_s) sebagai berikut:

$$f_y = 85,84 \text{ Mpa}$$

$$\epsilon (\text{Regangan tarik}) = 0,003$$

$$E_s = \frac{f_y}{\epsilon} = 28613,333 \text{ Mpa}$$

Dengan nilai modulus elastisitas seperti diatas, berdasarkan persamaan keseimbangan gaya, dimana gaya tekan (C) harus sama dengan gaya tarik (T).

Berdasarkan persamaan tersebut, maka diperoleh nilai beban maksimum teoritis sebagai berikut :

Tabel 3
Perbandingan Beban Maksimum Aktual dan Teoritis

Benda Uji	f_c (Mpa)	P_{max} Teoritis (Kg)	P_{max} aktual (Kg)	KR (%)
A1C1	38,933	4148,653	3300	20,46
A1C2	37,348	4048,602	3800	6,14
A2C1	38,310	4109,586	3200	22,13
A2C2	39,838	4204,943	3100	26,28
A3C1	37,405	4052,210	3800	6,22
A3C2	33,104	3770,024	3000	20,42
Rata - Rata	37,490	4055,670	3367	16,99

Sumber : Perhitungan dan Pengujian Kuat Lentur

Keterangan :

- a_1 : ikatan ujung klem selang
- a_2 : ikatan ujung tali rotan
- a_3 : Ikatan Ujuang Kawat Bendrat

Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai beban maksimum aktual (eksperimen) memiliki selisih sedikit dengan nilai beban teoritis yang telah diperhitungkan dengan nilai kesalahan relatif (KR) sebesar 16,99%. Dengan perhitungan faktor pengaruh sebagai berikut :

$$\text{Nilai } a_1 = a_{1C1} + a_{1C2} = 3300 + 3800 = 7200$$

$$\text{Nilai } a_2 = a_{2C1} + a_{2C2} = 3200 + 3100 = 6300$$

$$\text{Nilai } a_3 = a_{3C1} + a_{3C2} = 3800 + 3000 = 6800$$

Presentase faktor ikatan ujung :

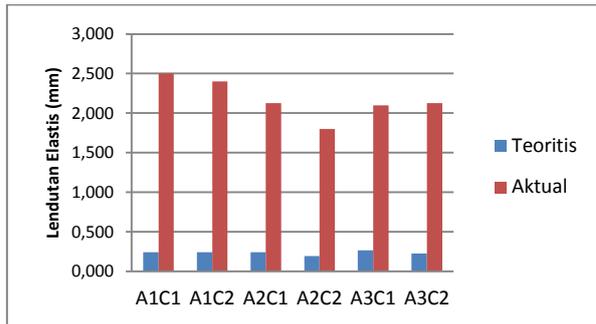
$$\text{Presentase} = \frac{|a_1 - a_2| + |a_2 - a_3| + |a_1 - a_3|}{a_1 + a_2 + a_3} \times 100\% = 8,867 \%$$

Dengan hasil presentase pengaruh faktor ikatan sebesar 8,867% maka dapat dikatakan bahwa variasi ikatan ujung tidak begitu berpengaruh pada nilai beban maksimum balok tulangan bambu pilin.

Teoritis Lendutan (Metode Conjugate)

Perhitungan lendutan secara teoritis menggunakan metode *conjugate beam*. Metode ini merupakan digunakan pada perhitungan rotasi dan lendutan pada balok. Analisis perhitungan lendutan secara teoritis dihitung pada saat keadaan elastis. Lendutan teoritis diperoleh saat beban (P) berada pada titik elastis maksimum yaitu sebelum benda uji memasuki titik leleh. Gambar 4 menunjukkan hasil

perbandingan antara lendutan elastis aktual dan teoritis.



Gambar 4. Bagan perbandingan lendutan teoritis dan aktual (metode *conjugate*)

Keterangan :

- a_1 : ikatan ujung klem selang
- a_2 : ikatan ujung tali rotan
- a_3 : Ikatan Ujuang Kawat Bendrat

Berdasarkan bagan yang ditampilkan diatas dapat dilihat bahwa nilai lendutan teoritis (Metode *conjugate*) jauh dibawah nilai lendutan aktual yang dipeoleh saat eksperimen. Selain menggunakan metode *conjugate*, perhitungan lendutan dianalisis dalam dua keadaan yaitu lendutan dalam keadaan beban pada fase elastis maksimum dan lendutan maksimum. Lendutan maksimum diperoleh saat beban maksimum. Tabel 4 menunjukkan hasil perbandingan antara lendutan maksimum teoritis dan aktual.

Tabel 4
Perbandingan Lendutan Maksimum Teoritis dan Aktual

Benda Uji	f_c (Mpa)	Δ maks teoritis (cm)	Δ Aktual (cm)	KR (%)
A1C1	38,933	0,145	1,102	86,83
A1C2	37,348	0,167	1,852	90,97
A2C1	38,310	0,141	0,984	85,70
A2C2	39,838	0,136	0,972	85,98
A1B1	37,405	0,148	0,938	84,23
A1B2	33,104	0,124	0,913	86,40
Rata - Rata	37,490	0,144	1,127	87,26

Sumber : Perhitungan dan Pengujian Kuat Lentur
Keterangan :

- a_1 : ikatan ujung klem selang
- a_2 : ikatan ujung tali rotan
- a_3 : Ikatan Ujuang Kawat Bendrat

Hasil perhitungan lendutan maksimum teoritis terbesar ada pada balok uji A1C2 dan rata-rata lendutan teoritis maksimum adalah sebesar 0,143 ditampilkan pola retak untuk masing-masing benda uji

cm. Selisih antara nilai lendutan maksimum teoritis dan aktual sangat besar dengan nilai kesalahan relatif sebesar 87,26%. Berdasarkan perhitungan lendutan teoritis dengan nilai kesalahan relatif yang sangat besar, dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya nilai modulus elastisitas yang terkadang tidak dapat mewakili keadaan beton secara aktual serta dikarenakan kekeliruan perlakuan pada saat pembuatan maupun pengujian benda uji. Adapun pengaruh dari variasi ikatan ujung terhadap lendutan maksimum, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_1 &= a_{1c1} + a_{1c2} \\ &= 11,015 + 18,515 \\ &= 29,53 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_2 &= a_{2c1} + a_{2c2} \\ &= 9,84 + 9,72 \\ &= 19,56 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_3 &= a_{3c1} + a_{3c2} \\ &= 9,375 + 9,13 \\ &= 18,505 \text{ mm} \end{aligned}$$

Presentase faktor pengaruh ikatan ujung :

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= \frac{|a_1 - a_2| + |a_2 - a_3| + |a_1 - a_3|}{a_1 + a_2 + a_3} \times 100\% \\ &= 32,62 \% \end{aligned}$$

Faktor variasi ikatan ujung terhadap lendutan balok dimana nilai lendutan pada variasi klem selang lebih besar dibandingkan pada variasi tali rotan. Dengan hasil presentase pengaruh faktor ikatan sebesar 32,62 % maka dapat dikatakan bahwa variasi ikatan ujung belum berpengaruh pada balok tulangan bambu pilin.

Pola Retak

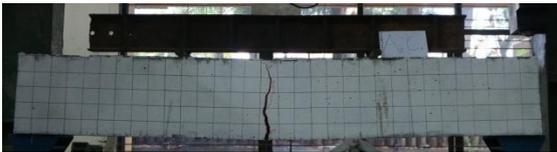
Analisis pola retak dilaksanakan guna mengetahui korelasi pola retak terhadap beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok. Pola retak dilakukan dengan mengelompokkan hasil seluruh benda uji menjadi dua berdasarkan ikatan ujung tulangan bambu pilinnya. Analisis ini juga bertujuan untuk mengetahui respon retak serta keruntuhan yang terjadi pada balok uji. Pengamatan pola retak saat pengujian dilakukan dengan memberi tanda menggunakan spidol berwarna dan menuliskan beban saat terjadinya retak agar lebih memudahkan saat pengamatan. Berikut ini akan jelaskan lebih lanjut pola retak untuk setiap benda uji. Berikut ini



Gambar 5. Pola Retak Benda Uji AC1



Gambar 6. Pola Retak Benda Uji A1C2



Gambar 7. Pola Retak Benda Uji A2C1



Gambar 8. Pola Retak Benda Uji A2C2



Gambar 9. Pola Retak Benda Uji A3C1



Gambar 10. Pola Retak Benda Uji A3C2

Berdasarkan pola retak yang telah ditampilkan pada masing – masing benda uji, dapat disimpulkan bahwa semua variasi ikatan ujung pada benda uji diatas mengalami retak lentur . Selain mengamati pola penyebaran retak, pada penelitian ini juga meninjau lebar retak dan panjang retak maksimum. Berikut ini ditampilkan rekapitulasi beban retak awal, lebar retak dan panjang retak untuk setiap benda uji.

Tabel 5
Rekapitulasi Beban, Lebar, dan Panjang Retak

Benda Uji	f'c (Mpa)	Pcr (Kg)	Lebar Retak (mm)	Panjang Retak (mm)
A1C1	38,933	3100,0	10,358	25,00
A1C2	37,348	3000,0	12,385	28,00
A2C1	38,310	2900,0	12,061	26,50
A2C2	39,838	2400,0	10,598	30,50
A3C1	37,405	3300,0	11,573	25,00
A3C2	33,104	2800,0	12,030	26,30
Rata - rata	37,490	2916,7	11,501	26,88

Sumber : Pengujian Lentur

Keterangan :

- a₁ : ikatan ujung klem selang
- a₂ : ikatan ujung tali rotan
- a₃ : Ikatan Ujung Kawat Bendrat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan teoritis mengenai pengaruh variasi ikatan ujung terhadap kuat lentur balok tulangan bambu pilin, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi ikatan ujung baik menggunakan klem selang maupun tali rotan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap beban maksimum yang mampu ditahan oleh balok dan berdasarkan hasil perhitungan faktor pengaruh ikatan ujung hanya memberikan pengaruh hanya memberikan pengaruh 8,867 % terhadap kapasitas beban pada benda uji. Meskipun tidak memberikan pengaruh yang signifikan, dari ketiga variasi ikatan ujung tersebut yang memberikan nilai beban maksimum terbaik diperoleh variasi klem selang.
2. Berdasarkan dua tinjauan lendutan pada penelitian ini, variasi ikatan ujung belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lendutan yang dihasilkan. Berdasarkan perhitungan faktor pengaruh ikatan ujung diperoleh hasil pengaruh ikatan ujung sebesar 32,62% terhadap lendutan maksimum benda uji dan dengan nilai lendutan terbesar diperoleh oleh variasi klem selang.
3. Pola retak yang terjadi pengujian ini adalah retak lentur yang terjadi pada semua variasi ikatan ujung. Untuk sebagian besar benda uji retak awal terjadi pada fase 2 yaitu saat benda uji sudah memasuki keadaan plastis. Terjadi pelebaran dan perpanjangan retak untuk setiap penambahan beban hingga mencapai daerah tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dipohusodo, Istimawan. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ditjen Cipta Karya. (1971). *Peraturan Beton Indonesia 1971*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya.
- Ghavami, K. (2005). *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, *elevier*, 27, 637-649.
- Janssen, J. J. A. (2000). *Designing and Building with Bamboo*. Technical Report No. 20. INBAR
- Lestari, A. D. (2015). *Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulang Bambu*. Jurnal Rekayasa Sipil./Volume9. Malang: Universitas Brawijaya.
- Morisco. (1990). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Nurlina, Siti. (2008). *Struktur Beton*. Malang: Bargie Media.
- Nurlinah, Devi (2016). *Eksperimen dan Analisis Beban Lentur Pada Balok Beton Bertulangan Bambu Rajutan*./Volume10. Malang: Universitas Brawijaya
- Pathurahman, J. F. & Dwi A. K. (2003). *Aplikasi Bambu Pilnan sebagai Tulangan Balok Beton*./Volume5. NTB: Universitas Mataram.
- Pinto, A. F. (2016). *Aplikasi Rajutan Bambu sebagai Tulangan Balok Beton*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Putra, P. D. (2013). *Analisis Balok Beton Bertulang Bambu Profil Dengan Variasi Susunan Tulangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sidik Mustafa. *Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Bambu Petung pada Bambu Muda, Dewasa dan Tua (Studi Kasus : Bagian Pangkal)*¹. Yogyakarta. Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- Suryoatmono, B. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan Nawy, E., G. Bandung: PT. Refika Aditama.