

KAJIAN KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE V DENGAN JARAK TAKIKAN 4 CM DAN 5 CM

Sunaryo¹⁾, Agus Setiyabudi²⁾, Endah Safitri³⁾,

¹⁾Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 Telp: 0271-634524.

Email : arvos.civil@gmail.com

Abstract

Concrete is a construction material that is very important and the most predominantly used on the building structure and has many advantages, among others, easily done by mixing cement, aggregate, water and other additives when necessary. Another excess concrete is economical, can be formed as needed, able to accept with good compressive strength, wear-resistant, watertight, durable and easy to maintain, it is very popular concrete used for both structures large and small. However, the current prices of building materials including steel reinforcement is quite high, therefore it is necessary to find an alternative building material steel reinforcement which has fairly high tensile strength, more economical and easy to obtain. Bamboo is a natural resource that is economical and can be renewed. In addition, bamboo also has elasticity and strength that are good enough as an alternative to steel reinforcement in concrete. This study used an experimental method with a total of 12 pieces of the test specimen. Specimens used were concrete blocks measuring 110x150x1700mm. The three pieces using steel reinforcement, six pieces using bamboo reinforcement petung type V notch with the notch distance of 4 and 5 cm, and three pieces without reinforcement. Quality concrete is planned $f_c' = 17.5 \text{ MPa}$. Bending test performed at 28 days with a two-point loading method. In terms of the capacity of bending, the moment the test results with the reinforcement of concrete beams with notches bamboo petung 4 cm has a capacity of 0.432 tm bending equivalent to 83.72% and the reinforcement of concrete beams with notches bamboo petung 5 cm 0.403 tm flexural capacity equivalent to 78.10% of the steel reinforcement beam with a diameter of 8 mm plain has a flexural strength of 0.516 tm. Unreinforced concrete beam flexural capacity of 0.111 tm. Moment analysis results with the quality of concrete $f_c' = 17.5 \text{ MPa}$, tensile strength of bamboo $f_{nodia} = 223.89 \text{ MPa}$, $432.54 \text{ MPa} = f_{intermedia}$ and the tensile strength of steel $f_{baja} = 479.672 \text{ MPa}$ bamboo petung notch distance 4 and 5 cm obtained at 0.269 tm nodia bamboo, while the bamboo internodia obtained 0.491 tm, and the steel reinforcement of concrete beams $\varnothing 8 \text{ mm}$ 0.504 tm. The pattern of collapse on concrete beams with steel reinforcement and the concrete beam with bamboo reinforcement petung type V notch with the notch spacing 4 and 5 cm located between the third middle span. Such a collapse is included in the bending collapse.

Keywords: bamboo, reinforcement, flexural capacity

Abstrak

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan dan mempunyai banyak kelebihan antara lain, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan. Kelebihan beton yang lain adalah ekonomis, dapat dibentuk sesuai kebutuhan, mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, awet dan mudah perawatannya, maka beton sangat populer dipakai baik untuk struktur-struktur besar maupun kecil. Namun saat ini harga bahan bangunan termasuk tulangan baja cukup tinggi, oleh karena itu perlu dicari bahan bangunan alternatif pengganti tulangan baja yang memiliki kuat tarik yang cukup tinggi, lebih ekonomis dan mudah didapat. Bambu adalah sumber daya alam yang ekonomis serta dapat diperbaharui. Selain itu, bambu juga memiliki elastisitas dan kekuatan yang cukup baik sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 12 buah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton berukuran 110 x 150 x 1700 mm. Tiga buah menggunakan tulangan baja, enam buah menggunakan tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 4 dan 5 cm, dan tiga buah tanpa tulangan. Mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' = 17,5 \text{ MPa}$. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode *two point loading*. Ditinjau dari kapasitas lenturnya, momen hasil pengujian balok beton dengan tulangan bambu petung dengan takikan 4 cm memiliki kapasitas lentur 0,432 tm setara dengan 83,72% dan balok beton dengan tulangan bambu petung dengan takikan 5 cm memiliki kapasitas lentur 0,403 tm setara dengan 78,10% terhadap balok dengan tulangan baja polos diameter 8 mm yang memiliki kuat lentur 0,516 tm. Balok beton tanpa tulangan memiliki kapasitas lentur 0.111 tm. Momen hasil analisis dengan mutu beton $f_c' = 17,5 \text{ Mpa}$, kuat tarik bambu $f_{nodia} = 223,89 \text{ Mpa}$, $f_{intermedia} = 432,54 \text{ Mpa}$, dan kuat tarik baja $f_{baja} = 479,672 \text{ Mpa}$ bambu petung jarak takikan 4 dan 5 cm diperoleh 0,269 tm pada bambu nodia, sedangkan pada bambu internodia diperoleh 0,491 tm, dan pada balok beton tulangan baja $\varnothing 8 \text{ mm}$ diperoleh 0,504 tm. Pola keruntuhan pada balok beton dengan tulangan baja maupun pada balok beton dengan tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 4 dan 5 cm terletak antara 1/3 bentang tengah. Keruntuhan yang demikian termasuk dalam keruntuhan lentur.

Kata kunci : bambu, tulangan, kapasitas lentur

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan dan mempunyai banyak kelebihan antara lain, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan. Namun saat ini harga bahan bangunan termasuk tulangan baja cukup tinggi, oleh karena itu perlu dicari bahan bangunan alternatif pengganti tulangan baja yang memiliki kuat tarik yang cukup tinggi, lebih

ekonomis dan mudah didapat. Bambu adalah sumber daya alam yang ekonomis serta dapat diperbaharui. Selain itu, bambu juga memiliki elastisitas dan kekuatan yang cukup baik sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada beton

Penelitian ini akan mengkaji kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 4 dan 5 cm. Hasil akhir penelitian akan menampilkan besar kapasitas lentur balok beserta analisis perhitungannya, Fungsi utama bambu dalam penelitian ini yaitu sebagai tulangan pembanding antara tulangan bambu dengan tulangan baja.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang bambu

Penelitian oleh Morisco (1999) memperlihatkan bahwa kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan, sebagai pembanding dipakai baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Morisco (1999) kekuatan tarik rerata dalam keadaan kering oven bambu petung adalah 190 MPa (tanpa nodia) dan 116 MPa (dengan nodia).

Sifat fisika dan mekanika bambu

Kadar air bambu

Kadar air bambu adalah banyaknya air dalam sepotong bambu yang dinyatakan sebagai persentase dari berat kering tanurannya.

$$Ka = \frac{W_b - W_a}{W_a} 100\% \dots\dots\dots [1]$$

Ket: Ka = Kadar air bambu (%), W_b = Berat benda uji sebelum di oven (gram)
 W_a = Berat benda uji kering oven (gram)

Berat jenis bambu dan kerapatan bambu

Berat jenis adalah nilai perbandingan antara kerapatan suatu benda dengan kerapatan benda standar pada volume yang sama. Kerapatan adalah perbandingan massa suatu benda dengan volumenya.

$$BJ = \frac{W_a}{G_b} \dots\dots\dots [2]$$

Ket: BJ = Berat jenis bambu W_a = Berat benda uji kering oven (gram)
 G_b = Berat air yang volumenya sama dengan volume benda ujikering oven (gram)

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \dots\dots\dots [3]$$

Ket: ρ_w = Kerapatan bambu pada kadar air w (gr/cm³) V_w = Volume bambu pada kadar air w (cm³)
 m_w = Massa bambu pada kadar air w (gr)

Kuat geser sejajar serat bambu

Kuat geser sejajar serat merupakan kemampuan benda untuk menahan gaya dari luar yang datang pada arah sejajar serat yang cenderung menekan bagian-bagian benda secara tidak bersama-sama atau dalam arah yang berbeda. Pengujian kuat geser sejajar serat bambu berdasarkan ISO/DIS 3347.

$$\tau // = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [4]$$

Ket: $\tau //$ = Kuat geser sejajar serat (MPa) P_{maks} = Gaya geser maksimal bambu (N)
 A = tebal x panjang = luas bidang yang tergeser (mm²)

Kuat tekan sejajar serat

Kuat tekan sejajar serat merupakan kemampuan benda untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang cenderung memperpendek atau menekan bagian-bagian benda secara bersama- sama. Pengujian kuat tekan sejajar serat bambu berdasarkan prosedur ISO 3132-1975.

$$\sigma_{tk//} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [5]$$

Ket: $\sigma_{tk//}$ = Kuat tekan sejajar serat (MPa) P_{maks} = Gaya tekan maksimal bambu (N)
 A = tebal x lebar = luas bidang yang tertekan (mm²)

Kuat tarik sejajar serat

Kuat tarik merupakan ketahanan suatu benda menahan gaya luar yang berupa gaya tarik yang bekerja pada benda tersebut. Pengujian kuat tarik sejajar serat bambu berdasarkan prosedur ISO 3346-1975.

$$\sigma_{tr//} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [6]$$

Ket: $\sigma_{tr//}$ = Kuat tarik sejajar serat (MPa) P_{maks} = Gaya tarik maksimal bambu (N)
 A = tebal x lebar = luas bidang yang tertarik (mm²)

Modulus of Rupture (MOR) dan Modulus of Elasticity (MOE)

MOE merupakan ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan lentur tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap. MOR adalah tegangan pada batas patah yang merupakan ukuran kekuatan suatu bahan pada saat menerima beban maksimum yang menyebabkan terjadinya kerusakan. Pengujian MOR dan MOE bambu berdasarkan prosedur ISO 3133-1975 dan ISO 3349-1975.

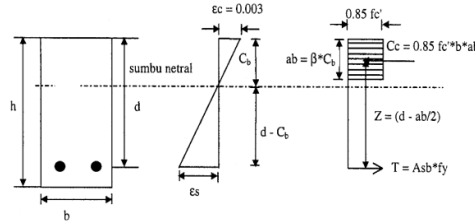
$$MOR = \frac{3P_{maks}L}{2bt^2} \dots\dots\dots [7]$$

$$MOE = \frac{PL^3}{4br^3\delta} \dots\dots\dots [8]$$

Ket: MOR = Modulus lentur bambu (MPa) MOE = Modulus elastisitas bambu (MPa)
 P_{maks} = Beban maksimum (N) L = Panjang (mm)
 b = Lebar bambu (mm) t = Tebal bambu (mm)
 δ = Lentutan proporsional (mm)

LANDASAN TEORI

Analisis dan perencanaan balok menggunakan rumus-rumus dalam analisis beton bertulang sebagai berikut :



Gambar 1. Distribusi Tegangan dan Regangan Pada Penampang Beton

Untuk menghitung tinggi luasan tekan pada balok dan nilai beta, digunakan persamaan

$$a = \beta 1 c$$

Dimana : c = jarak serat tekan garis terluar ke garis netral

$\beta 1$ = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

Menurut SNI 03-2847-2002, menetapkan nilai $\beta 1$ sebagai berikut:

$$f_c' \leq 30 \text{ MPa} \quad \beta 1 = 0.85$$

$$f_c' > 30 \text{ MPa} \quad \beta 1 = 0.85 - 0,05.(f_c' - 30)/7, \quad \beta 1 \text{ tidak boleh kurang dari } 0.65$$

Pembatasan Tulangan Tarik

Pada perhitungan beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002, ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik, As, tidak boleh melebihi 0,75 dari tulangan balans, Asb, yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja kedua-duanya mencapai regangan hancur.

$$As \leq 0,75 Asb$$

Dalam penelitian ini tulangan bambu ditetapkan tidak lebih dari 60 persen tulangan *balance*.

$$As \leq 0,60 Asb$$

Analisis Balok

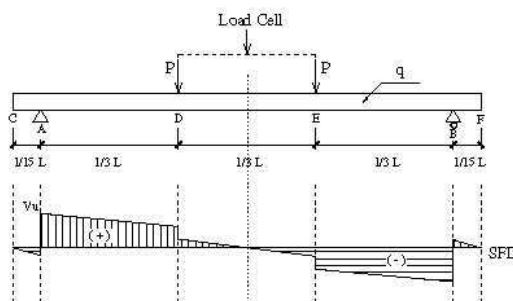
Kondisi regangan seimbang (*balance*) terjadi jika:

$$\epsilon_c' = 0.003 \text{ dan } \epsilon_s = \epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

Pada kondisi balans didapat:

$$cb = \frac{0,003}{0,003 \frac{f_y}{E_s}} d$$

$$\rho = \frac{As}{bd}$$



Gambar 2. SFD dan BMD

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho > \rho_{min}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \right)$$

$$\rho < 0,75 \rho_b, \text{ untuk baja}$$

$$\rho < 0,60 \rho_b, \text{ untuk bambu}$$

Momen Nominal Analisis:

$$a = \frac{(A_s f_y)}{0,85 f'_c b}$$

$$M_n = (A_s f_y) (d - (a/2))$$

Momen Nominal Pengujian:

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

$$\sum MB = -(RA_v L) + \left[q \left(L + \frac{1}{15} L + \frac{1}{15} L \right) \frac{1}{2} L \right] + \left(P \frac{2}{3} L \right) + \left(P \frac{1}{3} L \right)$$

$$RA_v = \frac{\left(\frac{17}{30} \cdot q \cdot L^2 \right) + (P \cdot L)}{L}$$

$$RA_v = \left(\frac{17}{30} \cdot q \cdot L \right) + P$$

$$RA_v = RB_v$$

Momen:

$$x = \frac{1}{2} L$$

$$M_{max} = \left(RA_v \frac{1}{2} L \right) - \left(q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left(P \frac{1}{6} L \right)$$

$$M_{max} = \left\{ \left[\left(\frac{17}{30} \cdot q \cdot L \right) + P \right] \frac{1}{2} L \right\} - \left(q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left(P \frac{1}{6} L \right)$$

$$M_{max} = \left(\frac{P \cdot L}{3} \right) + \left(\frac{221}{1800} \cdot q \cdot L^2 \right)$$

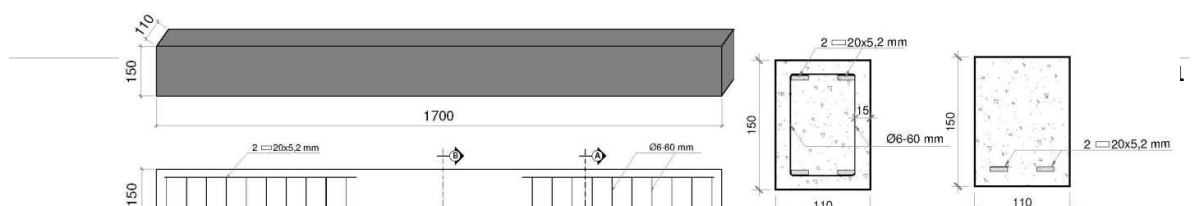
M_{max} = Momen Nominal Pengujian

Dari hasil analisis balok dapat diketahui besarnya momen nominal yang dapat dilayani balok, dan dari hasil percobaan juga akan diperoleh nilai P yang berguna untuk menghitung besarnya momen nominal yang bekerja, kedua nilai momen hasil dari analisis dan hasil pengujian akan dibandingkan.

METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu petung (*Dendrocalamus Asper*) dengan usia diatas 2,5 tahun, yang diambil dari daerah Dukuh Jlegong, Desa Banyu Urip, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, dalam kondisi segar dan tanpa proses pengawetan atau proses kimia lainnya. Bagian bambu yang diambil sebagai bahan uji adalah bagian tengah batang yang berjarak 1,5 m dari rumpun dan diambil sepanjang 6 meter. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan ruas dan diameter bambu yang relatif sama.

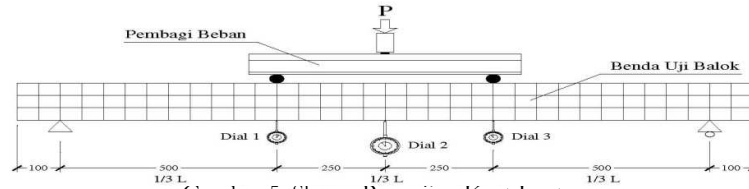
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode experimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11cm x 15cm x 170cm (Gambar 3), tiga balok benda uji tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 4 dan 5 cm (Gambar 4. a dan b), tiga balok benda uji tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan. Pengujian eksperimen ini dilakukan pada umur beton 28 hari dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan seperti Gambar 5.



Gambar 3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu

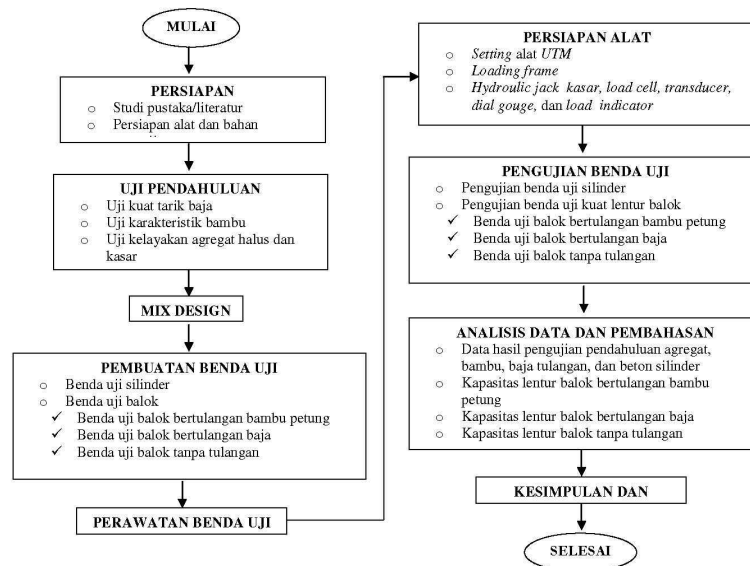


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Petung Takikan 4 cm dan 5 cm



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Lentur

Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pendahuluan terhadap karakteristik material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kadar air dan kerapatan bambu petung didapat sebesar 14,67 % dan 1,092 gram/cm³.
- Kuat geser sejajar serat bambu petung didapat sebesar 4,647N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 54,18N/mm².
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu petung didapat sebesar 432,54N/mm², Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu petung didapat sebesar 223,89N/mm².
- Modulus of Rupture (MOR) didapat sebesar 449,659 N/mm², Modulus of Elasticity (MOE) didapat sebesar 32927,61 N/mm².
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 467,755 N/mm².
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,29 N/mm².

Data hasil pengujian kuat lentur yang didapat antara lain beban dan lendutan yang dibaca melalui *transducer* pada *hydraulic jack* dan *dial gauge* dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan bambu petung takikan tipe V, balok bertulangan baja Ø 8 mm, dan balok tanpa tulangan pada saat balok beton berumur 28 hari dengan hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

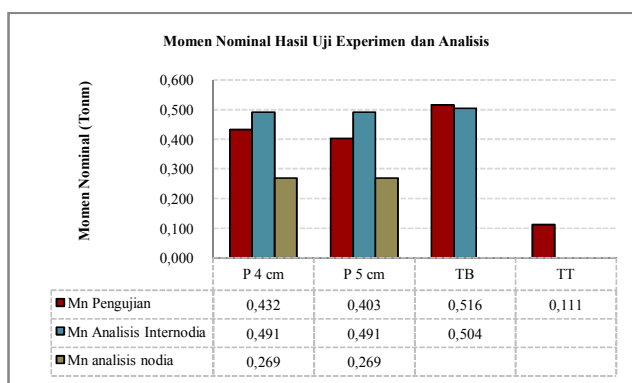
No	Kode Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Beban Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	P4. A	1768,8	518,8	27,3	28,78	27,9	1,82	1/3 bentang tengah
2	P4. B	1668,8	468,8	21,9	28,4	23,3	1,5	1/3 bentang tengah
3	P4. C	1618,8	468,8	25	28,5	24,25	0,76	1/3 bentang tengah
4	P5. A	1668,8	418,8	24,8	30,4	21,05	0,32	1/3 bentang tengah
5	P5. B	1368,8	418,8	25,5	29,9	22,65	0,7	1/3 bentang tengah
6	P5. C	1668,8	518,8	42,11	44,3	34,1	1,3	1/3 bentang tengah
7	TB 1	1918,8	618,8	27,00	38,20	28,30	1,75	1/3 bentang tengah
8	TB 2 **	368,8	368,8	0,35	0,59	0,39	0,59	1/3 bentang tengah
9	TB 3	2118,8	818,8	48,80	65,95	63,60	2,25	1/3 bentang tengah
10	TT 1	418,8	418,8	0,75	0,82	0,74	0,82	1/3 bentang tengah
11	TT 2	418,8	418,8	0,82	1,17	0,96	1,17	1/3 bentang tengah
12	TT 3	368,8	368,8	0,42	0,83	0,51	0,83	1/3 bentang tengah

Keterangan: P4 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 4 cm
P5 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 5 cm
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm
TT = Balok Tanpa Tulangan
(**) = Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

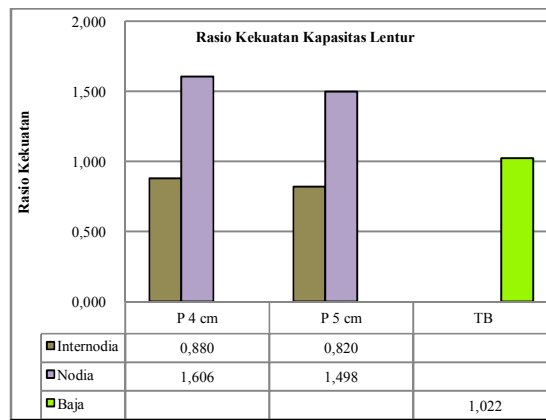
Tabel 2. Momen Nominal Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Serta Persentase Rasio Kapasitas Lentur

No	Kode Benda Uji	Pengujian Rerata (ton-m)	Momen Nominal Analisis		Rasio Kapasitas Lentur	
			Bambu Internodia (ton-m)	Bambu Nodia (ton-m)	Internodia	Nodia
1	P 4 cm	0,432	0,491	0,269	0,880	1,606
2	P 5 cm	0,403	0,491	0,269	0,820	1,498
3	TB	0,516		0,504		1,022

Keterangan: P4 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 4 cm
P5 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 5 cm
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm



Gambar 7. Grafik Perbandingan Momen Nominal Hasil Pengujian dan Analisis



Gambar 8. Grafik Persentase Rasio Kapasitas Lentur

Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu lebih besar dari pada momen nominal hasil pengujian. Untuk benda uji balok bertulangan bambu petung takikan 4 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,432 tonm dan balok bertulangan bambu petung takikan 5 cm didapat rerata sebesar 0,403 tonm. Untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu petung takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,491 tonm dan untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,269 tonm atau setara 113,68% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 4 cm dan 121,90% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 5 cm. Untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik Nodia didapat sebesar 0,269 tonm atau setara 62,26% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 4 cm dan 66,76% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 5 cm. Untuk perbandingan kekuatan balok bertulangan bambu petung takikan berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu petung takikan berjarak 4 cm lebih kuat 7,196% dari pada balok bertulangan bambu petung takikan berjarak 5 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 4 cm lebih baik dari pada jarak takikan 5 cm untuk jenis bambu yang sama.

Untuk balok bertulangan baja \varnothing 8 mm momen nominal hasil pengujian juga lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis, dimana momen nominal hasil pengujian didapat rerata sebesar 0,516 tonm dan hasil analisis didapat sebesar 0,504 tonm atau setara 97,67% dari momen nominal hasil pengujian. Momen nominal hasil pengujian pada balok bertulangan bambu petung takikan 4 cm setara dengan 83,72 terhadap momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja \varnothing 8 mm, dan momen nominal hasil pengujian pada balok bertulangan bambu petung takikan 5 cm setara dengan 78,10 % terhadap momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja \varnothing 8 mm.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Momen nominal hasil pengujian pada benda uji balok bertulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 4 dan 5 cm, baja \varnothing 8 dan tanpa tulangan secara berturut-turut didapat rerata sebesar 0,432 tonm, 0,403 tonm, 0,516 tonm dan 0,111 tonm.
- Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu petung takikan tipe V pada kuat tarik internodia, nodia, dan baja \varnothing 8 mm secara berturut-turut didapat sebesar 0,491 tonm, 0,269 tonm dan 0,504 tonm.
- Rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 4 dan 5 cm didapat sebesar 0,880 dan 0,820 pada kuat tarik internodia. Pada kuat tarik nodia rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 4 dan 5 cm didapat sebesar 1,606 dan 1,498. Pada balok bertulangan baja \varnothing 8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,022.
- Nilai rerata lendutan maksimum pada beban maksimum yang terjadi berada pada 1/3 bentang tengah atau pada pencatatan dial gauge 2 yang posisinya berada pada tengah-tengah bentang balok.
- Pola retak yang terjadi sesuai dengan yang diharapkan, dimana dari 12 buah balok yang di uji, rata-rata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan daerah bagian beban titik terpusat.

REKOMENDASI

Dengan hanya dua macam jarak takikan pada tulangan bambu didalam penelitian ini, maka dirasa kurang ideal untuk menilai mana jarak takikan yang lebih baik digunakan untuk dijadikan perencanaan, untuk itu perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi bentuk takikan dan jarak yang beragam pula.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. dan Ibu Endah Safitri, ST.,MT. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

REFERENSI

- Anonim, 1984. “*Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*”, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 1991. “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)*”, Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 2004. “*Bamboo Determination of Physical and Mechanical Properties (ISO 22157-1:2004)*”, International Standar
- Anonim.1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)*. Jakarta.
- Anonim.1997. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Anonim. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Jakarta.
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*. Surabaya.
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)*. Jakarta.
- Ameldi, F., 2014. *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Petung Takikan Type dengan Jarak Antar Takikan 2 cm dan 3 cm*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Barbosa, N.P. 2004. *Durability Analysis of Bamboo as Concrete Reinforcement*, Civil Engineering Department, CT. Federal University of Paraiba, Cidade Universitaria, Joao Pessoa, Brazil.
- Istimawan, D., 1994. “*Struktur Beton Bertulang*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Liese, W., 1980, *Preservation of Bamboo*, in Lessard, G. & Chouinard, A.: *Bamboo Research in Asia*, pp.165-172, IDRC, Canada.
- Morisco. 1996. *Bambu Sebagai Bahan Rekayasa*, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Morisco, 1999. “*Rekayasa Bambu*”, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Neville, A.M. & Brooks, J.J. 1987. *Concrete Technology*. Longman Scientific and Technical. New York.
- Pathurahman dan Fajrin J, 2003. “*Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton*”, dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Perwira, E., 2013. *Kuat Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Petung dengan Takikan Sejajar*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., 1993. “*Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*”, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Sioponco, J.O. dan Munandar, M., 1987, *Technology Manual on Bamboos as Building Material*, RENAS_BMTCS, Philippines.
- Tjokrodimulyo. K. 1996. “*Teknologi Beton*”, Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Uchimura, E., 1980, *Bamboo Cultivation*: hal.151-160. In Lessard, G & Chouinard, A., *Bamboo Research in Asia*, IDRC
- Zainal, I.H., 2013. *Kuat Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Petung dengan Takikan Tidak Sejajar*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.