

KAJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE V DENGAN JARAK 2 CM DAN 3 CM

Fitra ameldi¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Supardi³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Universitas Sebelas Maret,

³⁾Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail: fitra.ameldi@gmail.com

Abstract

In the construction industry, concrete reinforced steel is a construction material that is commonly used in building structures, where the compressive strength of concrete and the tensile strength of steel is a combination that complement each other. However, using steel as reinforcement still get some constraints amongst the price more higher and that is a product of the mining which unrenewable and someday will runs out. To resolve these constraint, as an alternative solution to replace steel reinforcement, then utilized bamboo, where bamboo is a natural product which renewable, easily to get, inexpensive, and have a high tensile strength. from that idea, This research was conducted to determine the yield strength of bamboo petung used for analysis and the flexural capacity of the beam Reinforced bamboo petung, by making beam specimen a total of 12 pieces with dimention of 11 cm x 15 cm x 170 cm. Three of the first beam specimen planted reinforcement bamboo petung notches type V with distance 2 cm and 3 cm for the next beam specimen, The next three beam specimens planted reinforcement steel Ø 8 mm and three beam specimen unreinforced for comparison. Testing was conducted in Structures laboratory, FT UNS, at the age of concrete 28 days with giving two concentrated loads points at a distance of 1/3 span beam from toehold. Based on the analysis and test results can be concluded, yield strength of bamboo petung obtained at 223.893 N/mm² or a tensile strength on nodia, because the tensile strength on nodia at least half of the tensile strength in internodia. For the flexural capacity of test results, flexural capacity of beam reinforced bamboo petung notches with distance 2 cm greater 4,04% than beam reinforced steel Ø 8 mm, while for beam reinforced bamboo petung notches 3 cm obtained 2.424% larger than the beam reinforced steel Ø 8 mm. From the 12 pieces specimen beams, average collapse occurs in the area 1/3 middle span beams and can said to be as the collapse of flexible. With this experimental test results of the beams reinforcement bamboo petung notches type V with distance 2 cm and 3 cm sufficient potential as a replacement for steel reinforcement on a simple building.

Keyword: Reinforcement, Bamboo Notches, Flexural Capacity.

Abstrak

Dalam industri konstruksi, beton bertulang baja merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada struktur bangunan, dimana kuat tekan pada beton dan kuat tarik pada baja merupakan kombinasi yang saling melengkapi. Namun demikian, penggunaan baja sebagai tulangan masih menimbulkan beberapa kendala diantara harga yang semakin tinggi dan merupakan produk hasil tambang yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis. Untuk mengatasi kendala tersebut, sebagai alternatif pengganti tulangan baja, maka dimanfaatkanlah bambu, dimana bambu merupakan produk alam yang *renewable*, diperoleh dengan mudah, murah, dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Atas pemikiran tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik leleh bambu petung yang digunakan untuk perhitungan secara analisis serta kapasitas lentur balok bertulangan bambu petung, dengan membuat balok benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm. Tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm untuk balok selanjutnya, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Pengujian eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Struktur, FT UNS, pada umur beton 28 hari dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan. Berdasarkan analisis dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan, kuat tarik leleh bambu petung sebesar 223,893 N/mm² atau kuat tarik pada nodia, karena kuat tarik pada nodia berkisar setengah dari kuat tarik internodia. Untuk kapasitas lentur hasil pengujian, balok bertulangan bambu petung takikan jarak 2 cm lebih besar 4,04% dari pada kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu petung takikan 3 cm didapat 2,424% lebih besar dari pada balok bertulangan baja Ø 8 mm. Dari 12 buah balok yang diuji, rata-rata keruntuhan terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan sebagai keruntuhan lentur. Dengan hasil uji eksperimen ini maka balok bertulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm cukup berpotensi sebagai pengganti tulangan baja pada bangunan sederhana.

Kata kunci: Tulangan, Bambu Takikan, Kapasitas Lentur.

PENDAHULUAN

Pada saat ini beton adalah bahan material yang sangat umum digunakan dalam struktur bangunan, Hal ini disebabkan karena beton memiliki kuat tekan yang relatif tinggi. Namun demikian beton mempunyai kekurangan yaitu kekuatan tarik yang kecil. Oleh karena itu, perlu tulangan yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi untuk mengatasi kekurangan tersebut. Hingga saat ini, baja adalah material yang terbaik sebagai tulangan pada beton karena kekuatan tariknya yang sangat tinggi.

Penggunaan baja sebagai tulangan beton ternyata masih menimbulkan beberapa kendala, misalnya harga yang cukup mahal, sehingga biaya pembuatan beton bertulang menjadi besar. Selain itu, berangkat dari kenyataan bahwa baja merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui dan keberadaannya suatu hari akan habis. Maka untuk mengatasi kendala tersebut, penelitian telah banyak dilakukan oleh para ahli struktur guna mencari material pengganti tulangan baja pada beton bertulang, antara lain seperti yang dilakukan oleh Morisco pada tahun 1996 yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan pada beton.

Bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable* yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Setiyabudi, A, 2010). Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm² (Morisco,1996). Menurut Janssen (1980), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200-300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Morisco dan Murdjono (1996) dan Janssen (1987) Penggunaan bambu sebagai tulangan beton merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk membuat suatu elemen struktur untuk bangunan sederhana. Karena kekuatan tarik yang dimiliki bambu sangat tinggi yang mendekati dua kali kuat tarik baja, sehingga jika bambu dikombinasikan dengan beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi akan diperoleh bahan bangunan yang baru dan cukup baik kualitasnya. Sifat lentur bambu dapat mengimbangi sifat getas beton sehingga perpaduannya akan menghasilkan elemen struktur yang baik.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm sebagai pengganti tulangan baja pada beton guna dapat diaplikasikan pada struktur bangunan sederhana.

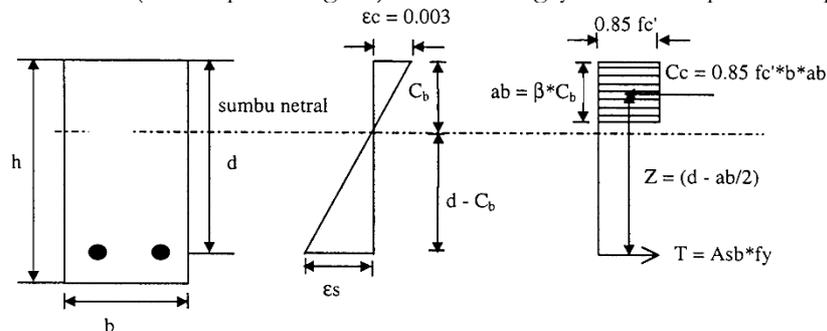
LANDASAN TEORI

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

Anggapan-Anggapan

Menurut Istimawan (1994), pendekatan dan pengembangan metode perencanaan kekuatan di dasarkan atas anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Prinsip Navier - Bernoulli tetap berlaku.
2. Tegangan beton dapat disederhanakan menjadi tegangan kotak.
3. Kuat tarik beton diabaikan (tidak diperhitungkan) dan seluruh gaya tarik dilimpahkan kepada tulangan bambu.



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

β_1 = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

Menurut SNI 03-2847-2002, menetapkan nilai β_1 sebagai berikut:

$$f_c' \leq 30 \text{ MPa } \beta_1 = 0.85$$

$$f_c' > 30 \text{ MPa } \beta_1 = 0.85 - 0,05.(f_c' - 30)/7$$

$$\beta_1 \geq 0.65$$

Pembatasan Tulangan Tarik

Pada perhitungan beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002, ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik, A_s , tidak boleh melebihi 0.75 dari tulangan balans, A_{sb} , yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja kedua-duanya mencapai regangan hancur.

$$A_s \leq 0,75. A_{sb}$$

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

$$A_s \leq 0,60. A_{sb}$$

Analisis Balok

Kondisi regangan seimbang (*balance*) terjadi jika:

$$\epsilon_c' = 0.003 \text{ dan } \epsilon_s = \epsilon_y = \frac{fy}{Es}$$

Pada kondisi balans didapat:

$$cb = \frac{0,003}{0,003 \frac{fy}{Es}} d$$

$$ab = \beta_1 cb$$

$$Cc = 0.85 fc' b ab$$

$$T = A_s b fy$$

Karena $\sum H = 0$, maka $T = Cc$

$$A_s b fy = 0.85 fc' b ab$$

$$A_s b = \frac{0,85 fc' b ab}{fy}$$

$$A_s \leq 0,75 A_{sb} \text{ (untuk baja) atau}$$

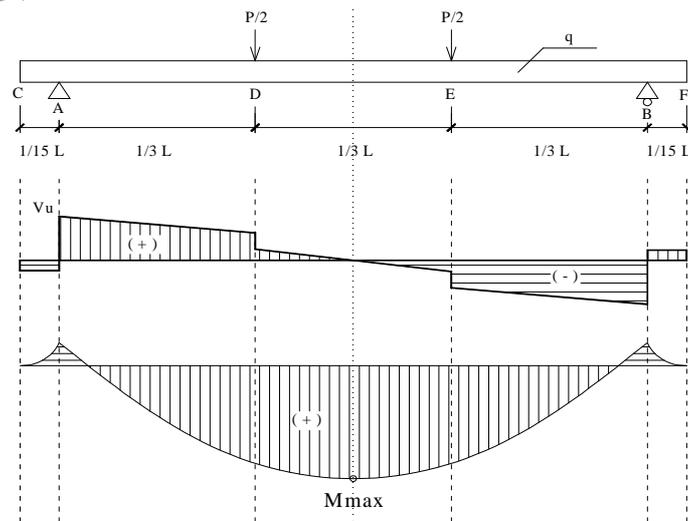
$$A_s \leq 0,60 A_{sb} \text{ (untuk bambu)}$$

- Momen Nominal Analisis:

$$a = \frac{(A_s fy)}{0,85 fc' b}$$

$$M_n = T (d - a/2)$$

- Momen Nominal Pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

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

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

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

$$RAv = RBv$$

Momen:

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

$$M_{max} = \left(R_{Av} \frac{1}{2}L \right) - \left(q \frac{17}{30}L \frac{17}{60}L \right) - \left(P_1 \frac{1}{6}L \right)$$

$$M_{max} = \left\{ \left[\left(\frac{17}{30} q L \right) + P \right] \frac{1}{2}L \right\} - \left(q \frac{17}{30}L \frac{17}{60}L \right) - \left(P_1 \frac{1}{6}L \right)$$

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

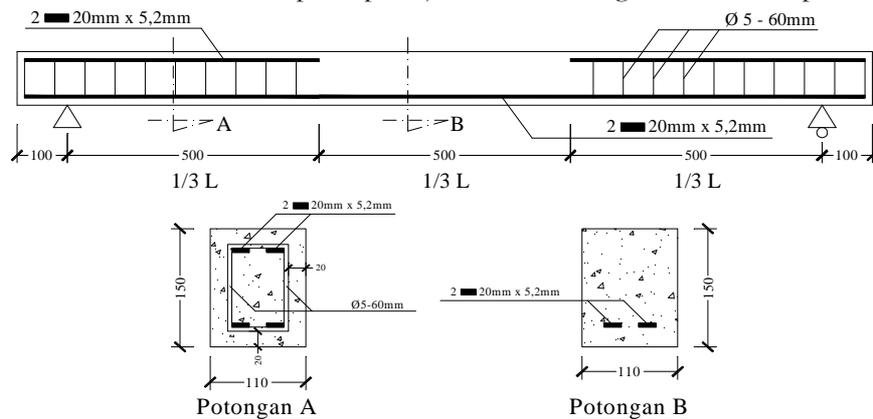
M_{max} = Momen Nominal Pengujian

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.

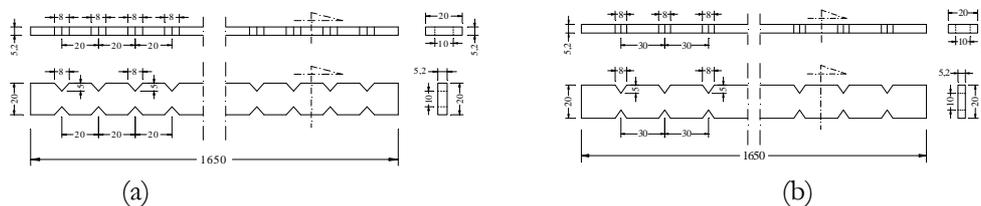
METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Dendrocalamus Asper* atau biasa dikenal sebagai bambu petung 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.

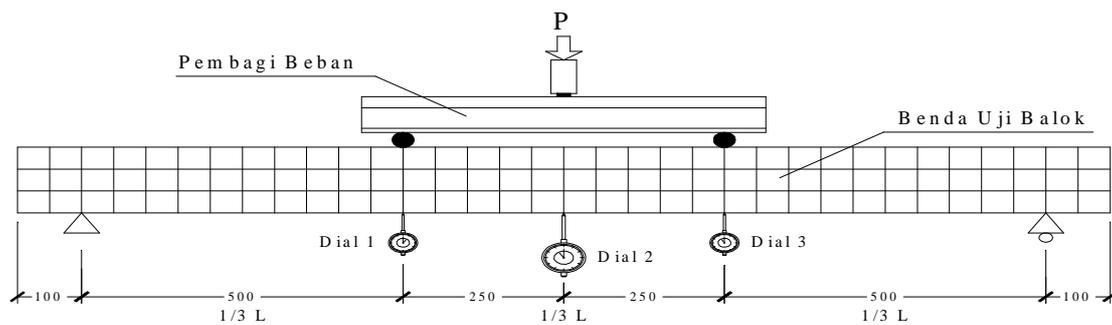
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti gambar 3, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm (gambar 4. a dan b) untuk tiga balok berikutnya, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. 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

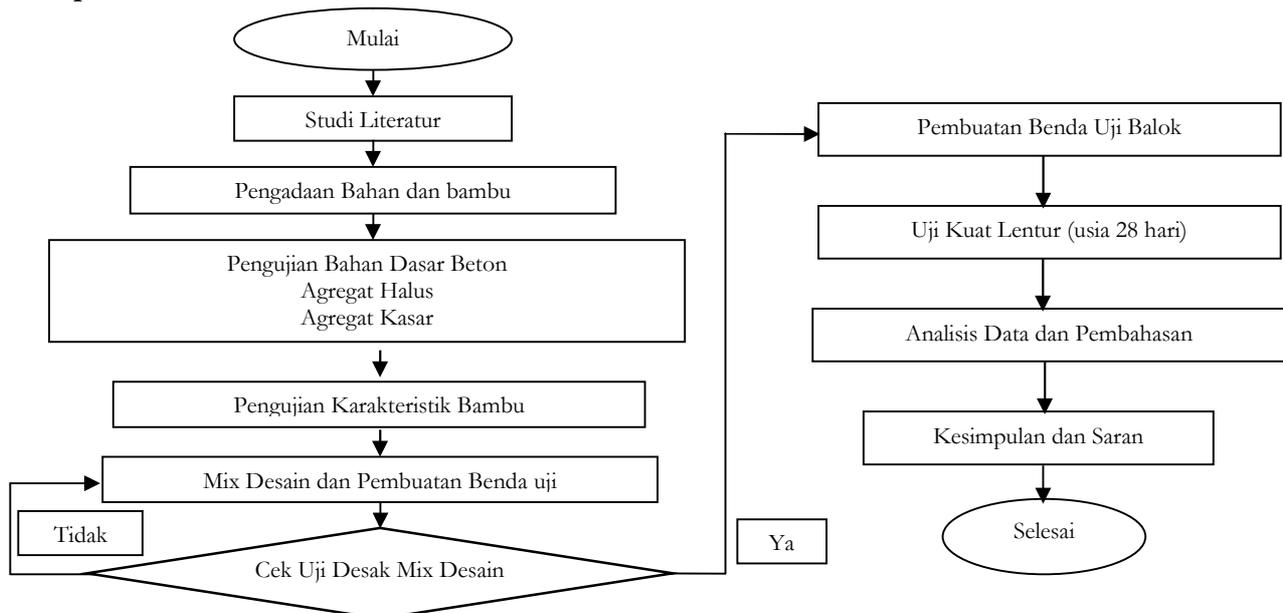


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Petung Takikan 2 cm dan 3 cm



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 4,647 N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 54,180 N/mm².
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu petung didapat sebesar 432,541 N/mm², Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu petung didapat sebesar 223,893 N/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 487,871 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	Code Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Beban Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	P1 2cm	2168,8	518,8	23,9	28,9	23,09	1,5	1/3 bentang kanan
2	P2 2cm	1968,8	468,8	24,75	29,15	25,9	0,9	1/3 bentang tengah

3	P3 2cm	2168,8	468,8	25,51	35,65	26,84	1,4	1/3 bentang tengah
4	P1 3cm	1718,8	418,8	16,2	20,05	14,38	1,25	1/3 bentang kiri
5	P2 3cm	2168,8	418,8	27,74	36,4	32,25	1	1/3 bentang kanan
6	P3 3cm	2318,8	418,8	26,35	29,15	26,52	0,76	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: P 2 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 2 cm
P 3 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 3 cm
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm
TT = Balok Tanpa Tulangan
(**) = Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

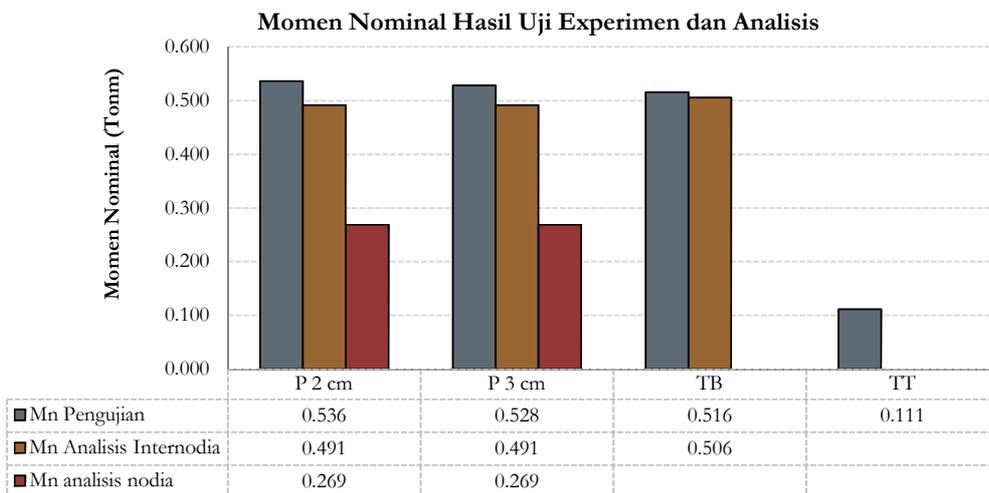
Dari pengujian secara eksperimen terhadap 12 buah balok benda uji bertulangan maupun tanpa bertulangan secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan, dimana keruntuhan balok terjadi pada 1/3 bentang bagian tengah yang dibuktikan oleh lendutan maksimum yang terjadi pada beban maksimum yaitu pada *dial gauge* 2 yang terletak pada tengah-tengah bentang balok, dengan demikian desain benda uji balok pada penelitian ini berhasil. Dari hasil pengamatan pada waktu pengujian kuat lentur, retak pertama rata-rata terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok pada beban berkisar 400 kg – 500 kg dan lendutan antara 0,9 mm – 1,5 mm untuk balok bertulangan bambu petung takikan. Untuk balok bertulangan baja Ø 8 mm retak pertama terjadi pada kisaran beban 600 kg – 800 kg dengan lendutan antara 1,75 mm – 2,25 mm pada daerah 1/3 bentang tengah balok. Sedangkan untuk balok tanpa tulangan, retak pertama merupakan beban maksimum, yang dibuktikan dengan balok benda uji langsung runtuh tanpa adanya penjalaran retak terlebih dahulu, maka dapat dikatakan bahwa balok tanpa tulangan bersifat getas, dimana beban maksimum yang dicatat berkisar antara 350 kg – 400 kg dengan lendutan maksimum antara 0,8 mm – 1,2 mm.

Perhitungan Momen Nominal hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata dan beban terpusat sebesar P/2 pada sepertiga bentangnya. Dari perhitungan ini dapat diketahui momen maksimal yang terjadi. Untuk perhitungan momen nominal secara analisis menurut SNI 03-2847-2002, balok tulangan tunggal pada kondisi balans dengan batasan jumlah luas tulangan tarik untuk baja tidak boleh lebih besar dari 0,75 dari luas tulangan *balance* (Asb). Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6 dari luas tulangan *balance* (Asb). Untuk hasil perhitungan momen nominal hasil pengujian dan analisis disajikan pada tabel 2, untuk grafik perbandingan hasil perhitungan momen nominal disajikan pada gambar 7, dan perbandingan rasio kekuatan kapasitas lentur disajikan pada gambar 8.

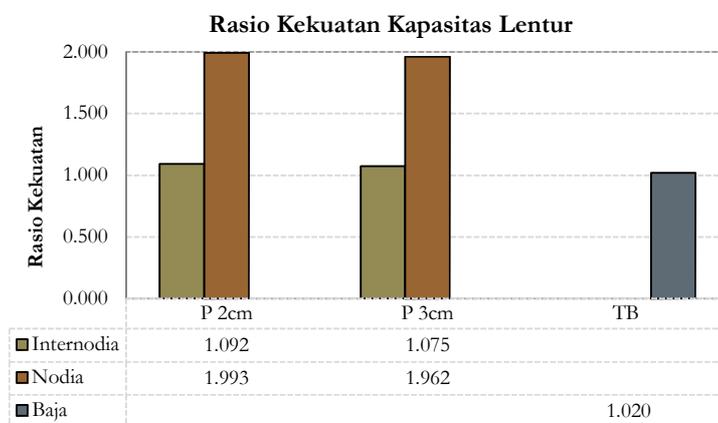
Tabel 2. Momen Nominal Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Serta Rasio Kapasitas Lentur

No	Code Benda Uji	Pengujian Rerata (Ton-m)	Momen Nominal Analisis		Rasio Kapasitas Lentur	
			Bambu Internodia (Ton-m)	Bambu Nodia (Ton-m)	Bambu Internodia	Bambu Nodia
1	P 2cm	0,536	0,491	0,269	1,092	1,993
2	P 3cm	0,528	0,491	0,269	1,075	1,962
3	TB	0,516		0,506		1,020

Keterangan: P 2 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 2 cm
P 3 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 3 cm
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm



Gambar 7. Grafik Perbandingan Momen Nominal Hasil Pengujian dan Analisis



Gambar 8. Grafik Perbandingan Rasio Kekuatan Kapasitas Lentur

Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa momen nominal hasil pengujian balok bertulangan lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis. Untuk benda uji balok bertulangan bambu petung takikan 2 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,536 tonm dan balok bertulangan bambu petung takikan 3 cm didapat rerata sebesar 0,528 tonm, sedangkan untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu petung takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,491 tonm atau setara 91,61% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 2 cm dan 93,05% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 3 cm. Untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,269 tonm atau setara 50,17% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 2 cm dan 50,96% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 3 cm. Dalam hal ini berarti beban yang mampu dipikul balok secara analisis lebih kecil bila dibandingkan dengan beban hasil pengujian. Untuk perbandingan kekuatan balok bertulangan bambu petung takikan berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu petung takikan berjarak 2 cm lebih kuat 1,578% dari pada balok bertulangan bambu petung takikan berjarak 3 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 2 cm lebih baik dari pada jarak takikan 3 cm untuk jenis bambu yang sama.

Untuk balok bertulangan baja Ø 8 mm momen nominal hasil pengujian juga lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis, di mana momen nominal hasil pengujian didapat rerata sebesar 0,516 tonm dan hasil analisis didapat sebesar 0,506 tonm atau setara 98,08% dari momen nominal hasil pengujian. Apabila momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja Ø 8 mm dibandingkan dengan balok tulangan bambu petung takikan 2 cm, didapat 4,04% lebih rendah dan 2,424% lebih rendah dari pada balok tulangan bambu petung takikan 3 cm.

Untuk balok tanpa tulangan, momen nominal hasil pengujian didapat rerata sebesar 0,111 tonm. Hal ini menandakan bahwa balok benda uji setelah diberi tulangan bambu petung maupun baja kekuatannya meningkat sampai 4,5 kali lipat lebih.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Kuat tarik leleh bambu yang digunakan untuk perencanaan secara analisis adalah kuat tarik nodia sebesar 223,893 N/mm², hal ini disebabkan karena kuat tarik bambu petung pada nodia berkisar setengah dari kuat tarik internodia. Untuk kuat tarik leleh baja Ø 8 mm sebesar 468,871 N/mm².
- b. Lendutan maksimum pada beban maksimum yang terjadi rata-rata berada pada 1/3 bentang tengah atau pada pencatatan *dial gauge* 2 yang posisinya berada pada tengah-tengah bentang balok, dengan pola retak yang terjadi dimulai pada tengah bentang balok dan disusul pada daerah dibawah dua titik pembagi beban yang mengarah dan menjalar pada titik pembagi beban tersebut, dari 12 buah balok yang di uji, rata-rata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan keruntuhan lentur.
- c. Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu petung takikan 2 cm lebih besar 4,04% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu petung takikan 3 cm didapat 2,424% lebih besar dari pada balok bertulangan baja Ø 8 mm.
- d. Besarnya rasio kapasitas lentur Balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 2 cm = 1,092, Balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 3 cm = 1,075, pada kuat tarik Internodia. Sedangkan pada kuat tarik Nodia, rasio kapasitas lentur Balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 2 cm = 1,993, dan Balok bertulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 3 cm = 1,962. Pada balok bertulangan baja Ø 8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,020.

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 Bapak Ir.Supardi, MT.selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, adik, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

REFERENSI

- 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.
- Anonim, (1997). "Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)", Jakarta.
- Anonim, (2000). "Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)", Jakarta.
- Janssen, J.J.A., (1987). "The Mechanical Properties of Bamboo" : 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., Recent Research on Bamboos, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.
- Morisco, (1996). "Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM", Yogyakarta.
- Morisco, (1999). "Rekayasa Bambu", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Nugroho,H. (2013). "Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Saputro,B.Y.W. (2007). "Pengaruh Pemberian Filler Mortar Semen Terhadap Kapasitas Lentur Balok Bambu Tersusun (Tiga Batang) Dengan Penghubung Baut Dipasang Tegak Lurus", Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas gadjah Mada, Yogyakarta.

Setyabudi,A.(2010). “Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur”, Prosiding Seminar Nasional ”Pengelolaan Insfrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam”, ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.