

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

Ummi Kultsum¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Sunarmasto³⁾,

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: ijonk_java@yahoo.com

Abstract

In construction industry, the reinforcement of concrete beam and steel is a construction material which is commonly used in building structures, where the compressive strength of concrete and the tensile strength of steel is a complementary combination. However, the use of steel as reinforcement still get some problems such as the higher price and its a product of the mining of non-renewable and will run out someday. To overcome these problems, bamboo is selected as an alternative of steel reinforcement which is renewable natural product, easily obtained, inexpensive, and have a high tensile strength. This research aims to determine the tensile strength of bamboo wulung used to calculation and analysis of the bending capacity of the bamboo to the steel reinforcement, by making the beam specimen as many as 12 pieces with a size of 11 cm x 15 cm x 170 cm. Three of the first six beam specimen planted bamboo wulung reinforcement with V-type notch by notch distance of 2 cm and 3 cm, and then The next three beam specimens planted \varnothing 8 mm reinforcement steel and three unreinforced beam specimens for comparison. Quality concrete is planned $f'_c = 17.5$ MPa. The experiments performed in Laboratorium Struktur/Structures Laboratory, FT UNS on the concrete age of 28 days by giving two points of concentrated loads at a distance of 1/3 span beam from the pedestal. Based on the analysis and test results can be concluded, the nominal moment of the test results in beam specimen planted reinforcement bamboo wulung notches type V with distance of 2 cm, 3 cm, steel \varnothing 8 mm and beam unreinforced are consecutive obtained a mean of 0.436 tonm, 0.441 tonm, 0.516 tonm and 0.111 tonm. Nominal moment analysis based in beam specimen planted reinforcement bamboo wulung notches type V on yield strength internodia, nodia and steel \varnothing 8 mm are consecutive obtained a mean of 0.454 tonm, 0.378 tonm and 0.505 tonm. The ratio of flexural capacity on beam specimen planted reinforcement bamboo wulung notches type V with distance of 2 cm and 3 cm obtained of 0.962 and 0.971 on the yield strength internodia. While the yield strength on nodia, ratio of flexural capacity beam reinforcement bamboo wulung notches type V with distance of 2 cm and 3 cm obtained of 1.156 and 1.167. In beam reinforcement steel \varnothing 8 mm ratio of flexural capacity obtained 1.022. Average value of the maximum deflection at maximum load happens at 1/3 middle span or on the recording dial gauge 2 whose position is at the middle of the beam span. The pattern of cracks that occur as expected, which of the 12 pieces beam specimen, the average collapse occurred on 1/3 middle span beams and section in concentrated load point.

Keyword: Reinforcement, Bamboo Notches, Flexural Capacity.

Abstrak

Dalam industri konstruksi, beton bertulangan 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 penggunaan baja sebagai tulangan masih menimbulkan beberapa kendala diantaranya harga yang semakin tinggi dan merupakan produk hasil tambang yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis. Untuk mengatasi kendala tersebut bambu dipilih sebagai alternatif pengganti tulangan baja, dimana bambu merupakan produk alam yang renewable, diperoleh dengan mudah, murah, dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tarik leleh bambu wulung yang digunakan untuk perhitungan secara analisis serta kapasitas lentur balok bertulangan bambu, dengan membuat balok benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm. Tiga dari enam balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja \varnothing 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Mutu beton yang direncanakan adalah $f'_c = 17.5$ MPa. 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, momen nominal hasil pengujian pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm, 3 cm, baja \varnothing 8 mm dan tanpa tulangan secara berturut-turut didapat sebesar 0,436 tonm, 0,441 tonm, 0,516 tonm dan 0,111 tonm. Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V pada kuat tarik internodia, nodia dan baja \varnothing 8 mm secara berturut-turut didapat sebesar 0,454 tonm, 0,378 tonm dan 0,505 tonm. Rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 2 cm dan 3 cm didapat sebesar 0,962 dan 0,971 pada kuat tarik internodia. Sedangkan pada kuat tarik nodia rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 2 cm dan 3 cm didapat sebesar 1,156 dan 1,167. 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.

Kata kunci: Tulangan, Bambu Takikan, Kapasitas Lentur.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, mempunyai daya tekan besar, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Namun beton memiliki kelemahan yaitu tidak mampu menahan gaya tarik, dimana nilai kuat tarik beton berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Untuk menahan gaya tarik yang terjadi maka umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja.

Bambu dipilih sebagai tulangan beton alternatif karena selain harganya lebih murah, bambu juga mempunyai kuat tarik cukup tinggi yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm² (Morisco,1996). Menurut Jansen (1980), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200 - 300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

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).

Dalam kehidupan masyarakat pedesaan di Indonesia, bambu memegang peranan sangat penting. Bambu dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut.

Hasil penyelidikan yang dilaporkan dalam referensi menyatakan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Mengacu pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada struktur bangunan. Dengan demikian pemakai bahan lokal di samping dapat merangsang tumbuh dan berkembangnya industri lokal yang pada akhirnya menambah penghasilan rakyat khususnya di pedesaan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kuat lentur balok beton bertulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm sebagai pengganti tulangan baja pada beton guna dapat diaplikasikan pada struktur bangunan sederhana dengan harga murah serta secara teknis aman dipergunakan.

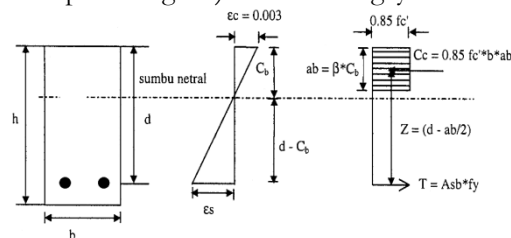
LANDASAN TEORI

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:

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

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

β_1 tidak boleh kurang dari 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:

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

Pada kondisi balans didapat:

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

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

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

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

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

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

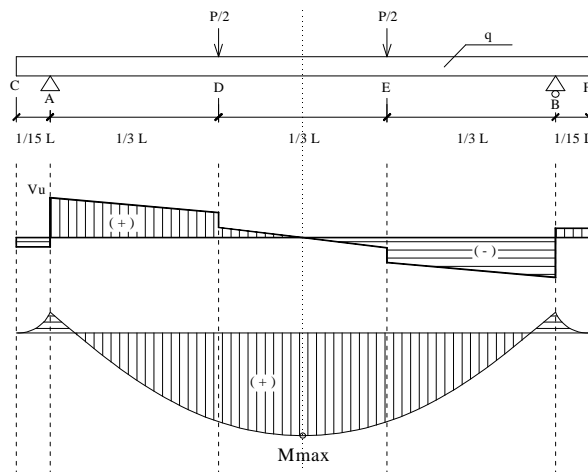
$$\rho < 0,60 \rho_b, \text{ untuk bambu}$$

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:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

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

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

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

$$R_{Av} = R_{Bv}$$

Momen:

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

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

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

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

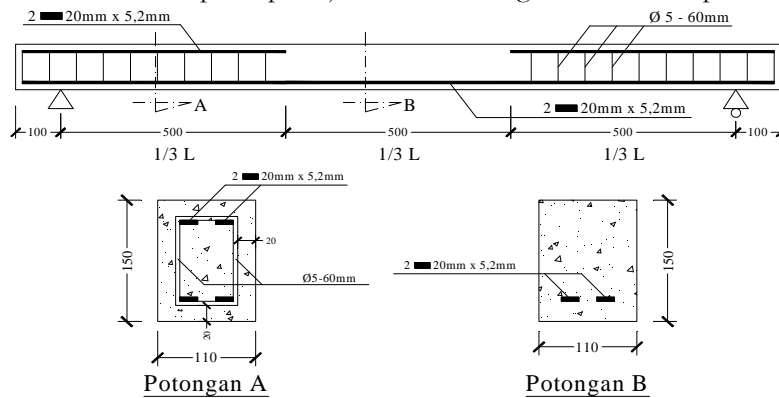
M_{max} = Momen Nominal Pengujian

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.

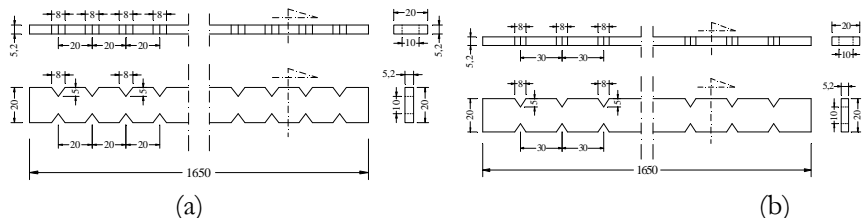
METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Gigantochloa Atriviolacea* atau biasa dikenal sebagai bambu wulung 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.

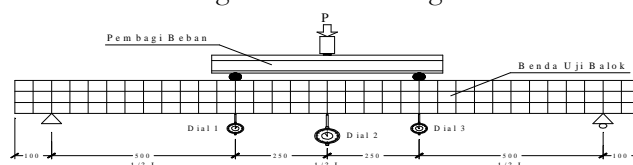
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode experimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti Gambar 3, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu wulung 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 pembandingan. 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

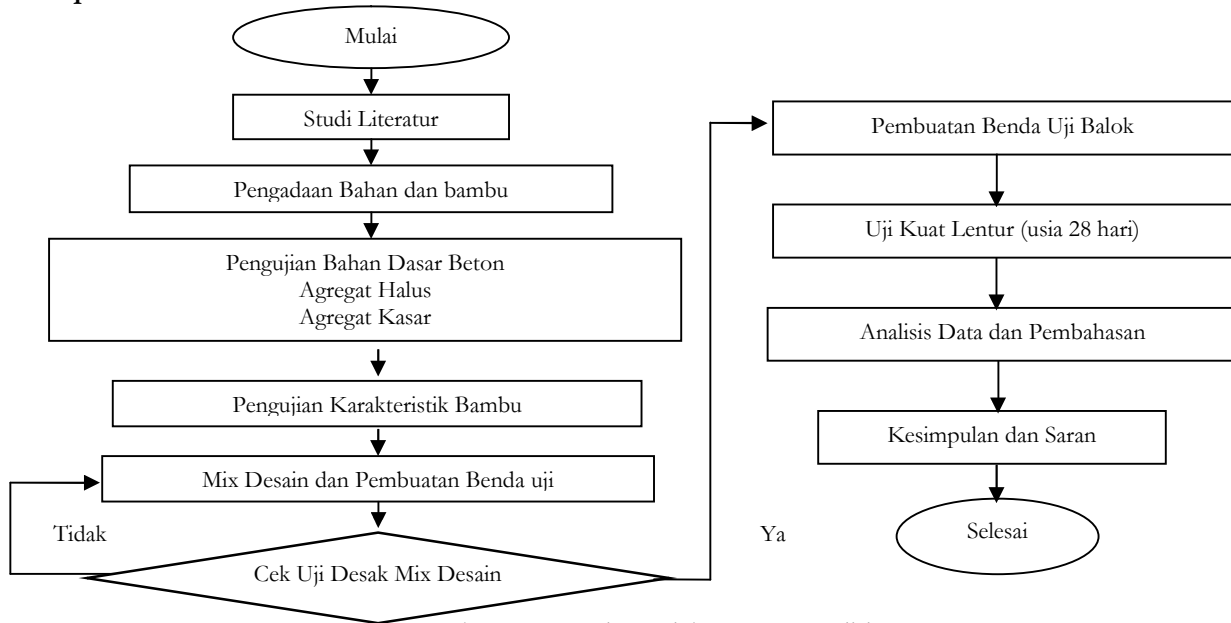


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Wulung Takikan 2 cm dan 3 cm



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 wulung didapat sebesar 7,41% dan 0,994 gram/cm³.
- Kuat geser sejajar serat bambu wulung didapat sebesar 5,199 N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 35,37 N/mm².
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu wulung didapat sebesar 395,434 N/mm², Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu wulung didapat sebesar 322,529 N/mm².
- Modulus of Rupture (MOR) didapat sebesar 336,830 N/mm², Modulus of Elasticity (MOE) didapat sebesar 39554,10 N/mm².
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 486,49 N/mm².
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,30 N/mm².

Data hasil pengujian kuat lentur yang didapat antara lain beban dan lendutan yang dibaca melalui *transducer* pada *hidraulic jack* dan *dial gauge* dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan bambu wulung 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	BTB1	1918,8	618,8	27	38,2	28,3	1,75	1/3 bentang tengah
2	BTB2**	368,8	368,8	0,35	0,59	0,39	0,59	1/3 bentang tengah
3	BTB3	2118,8	818,8	48,8	65,95	63,6	2,25	1/3 bentang tengah
4	BW1 2 cm	1618,8	418,8	21,4	25,54	22,67	0,5	1/3 bentang tengah
5	BW2 2 cm	1768,8	468,8	17,49	25,45	19,74	0,73	1/3 bentang tengah
6	BW3 2 cm	1718,8	568,8	16,55	24,9	17,81	5,7	1/3 bentang tengah
7	BW1 3 cm	1718,8	468,8	22,3	30,2	23,01	0,6	1/3 bentang kanan
8	BW2 3 cm	1918,8	518,8	31,05	36,58	31,4	1,1	1/3 bentang kanan
9	BW3 3 cm	1518,8	468,8	19	34,4	18,88	2,8	1/3 bentang tengah
10	BTT1	418,8	418,8	0,75	0,82	0,74	0,82	1/3 bentang tengah
11	BTT2	418,8	418,8	0,82	1,17	0,96	1,17	1/3 bentang tengah
12	BTT3	368,8	368,8	0,42	0,83	0,51	0,83	1/3 bentang tengah

Keterangan: BTB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm
 BW 2 cm = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 2 cm
 BW 3 cm = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 3 cm
 BTT = Balok Tanpa Tulangan
 (***) = Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

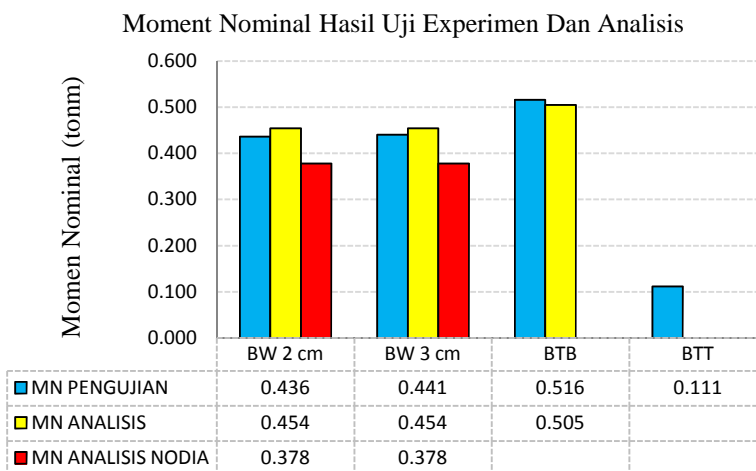
Dari pengujian secara eksperimen terhadap 12 buah balok benda uji bertulangan maupun tidak bertulangan, Secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan, dimana keruntuhan balok terjadi pada 1/3 bentang bagian tengah yang dibuktikan oleh lendutan maksimum yang terjadi yaitu pada dial gauge 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 merata terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok pada beban berkisar 400 kg – 550 kg dan lendutan antara 0,5 mm – 2,8 mm untuk balok bertulangan bambu. 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. Untuk balok tanpa tulangan, retak pertama merupakan beban maksimum, yang dibuktikan dengan balok benda uji langsung runtuh tanpa adanya penjarangan 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 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 kondisi seimbang (Asb). Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6 dari luas tulangan kondisi seimbang (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 kapasitar lentur disajikan pada Gambar 8.

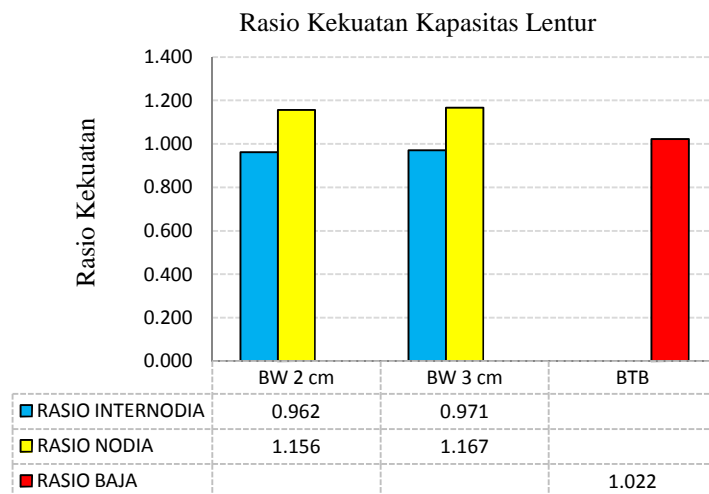
Tabel 2. Momen Nominal Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Serta Rasio Kapasitas Lentur

No	Kode Benda Uji	Pengujian Rerata (ton-m)	Momen Nominal Analisis		Rasio Kapasitas Lentur	
			Bambu Internodia (ton-m)	Bambu Nodia (ton-m)	Bambu Internodia	Bambu Nodia
1	BW 2cm	0,436	0,454	0,378	0,962	1,156
2	BW 3cm	0,441	0,454	0,378	0,971	1,167
3	BTB	0,516	0,505		1,022	

Keterangan: BW 2 cm = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 2 cm
 BW 3 cm = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 3 cm
 BTB = 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 pada nodia. Dan pada internodia, momen nominal hasil pengujian balok bertulangan lebih kecil dari pada momen nominal hasil analisis. Untuk benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan 2 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,436 tonm dan balok bertulangan bambu wulung takikan 3 cm didapat rerata sebesar 0,441 tonm. Untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu wulung takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,454 dan untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar dan 0,378 tonm atau setara 86,53% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung takikan 2 cm dan 85,71% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung 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 wulung berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu wulung takikan berjarak 3 cm lebih kuat 0,955% dari pada balok bertulangan bambu wulung takikan berjarak 2 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 3 cm lebih baik dari pada jarak takikan 2 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 0,505 tonm. Apabila momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja \varnothing 8 mm dibandingkan dengan balok tulangan bambu wulung takikan 2 cm, didapat 18,138 % lebih tinggi dan 17,021 % lebih tinggi dari pada balok tulangan bambu wulung 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 wulung maupun baja kekuatannya meningkat sampai 4,5 kali lipat lebih.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Momen nominal hasil pengujian pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm, 3 cm, baja \varnothing 8 dan tanpa tulangan secara berturut-turut didapat rerata sebesar 0,436 tonm, 0,441 tonm, 0,516 tonm dan 0,111 tonm.
- Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V pada kuat tarik internodia, nodia dan baja \varnothing 8 mm secara berturut-turut didapat sebesar 0,454 tonm, 0,378 tonm dan 0,505 tonm.
- Rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 2 cm dan 3 cm didapat sebesar 0,962 dan 0,971 pada kuat tarik internodia. Sedangkan pada kuat tarik nodia rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 2 cm dan 3 cm didapat sebesar 1,156 dan 1,167. 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 Bapak Ir.Sunarmasto, MT. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, almh kakak, alm adik dan adik, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

REFERENSI

- Anonim. 1984. *Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)*. Bandung : Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum.
- 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.
- Frick, H. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*. Yogyakarta : Kanisius.
- Istimawan, D. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- 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*. Yogyakarta : Nafiri Offset.
- Morisco. 2006. *Teknologi Bambu*. Bahan Kuliah Program Magister Teknologi Bahan Bangunan. Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Nugroho, H. 2013. *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos*. Skripsi. Surakarta : Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- 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 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Setyabudi, A. 2010. *Tinjauan Jenis Perekat Pada Balok Laminasi Bambu Terhadap Keruntuban Lentur*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Infrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam. ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- Suryono, T H. 2013. *Kajian Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Dengan Takikan Sejajar*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Gajah Mada Press.