

KAJIAN KUAT LEKAT DAN KUAT LENTUR BALOK BERTULANGAN BAMBU ORI PADA BETON NORMAL

Nugroho Yulistanto¹⁾, 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: indriyantonusugroho46@gmail.com

Abstract

Steel reinforced concrete is a component that is often used in building structures, where the concrete has a high compressive strength and steel has high tensile strength, both of which are complementary to a combination of the construction of the building structure. But more and more increasing need for reinforcing steel in any construction that would pose a risk to the higher price and is a product of the mining of non-renewable and will someday run out. To overcome these obstacles, as an alternative to steel reinforcement, then use of bamboo, bamboo is a natural product which is renewable, easily obtained, inexpensive, and has a high tensile strength. This study was conducted to determine the bond strength and flexural strength of Oribamboo melting used for calculation analysis, the bending capacity of the beam reinforcement Ori bamboo. The test object used is the beam as much as 9 pieces with a size of 11 cm x 15 cm x 170 cm and for testing the pull out test specimen cylinders with Ø 15 cm and 30 cm high by 9 pieces. Three grown reinforcement Oribamboo next three grown reinforcing steel Ø 8 mm and three without reinforcement for comparison. As for testing the 3-cylinder is strong sticky nodia with bamboo reinforcement rebars 60 cm long, 2 cm wide and 0.52 cm thick. Three were given bamboo reinforcement oriinternodia with the same dimensions. And three with a steel reinforcement Ø 8 mm was used as a comparison bamboo reinforcement. Quality concrete with $f'_c = 17.5$ planned MPa. Testing performed after concrete the age of 28 days in Structures Laboratory, FT UNS, flexural strength testing by providing two points of concentrated loads at 1/3 the distance from the beam a span. and to objects pull out was performed with a Universal Testing Machine (UTM). Based on the analysis and test results can be concluded, to planning beam reinforcement bamboo, Oribamboo melting tensile strength is reduced by 52%, yield strength values obtained at 132,749 N / mm². For the flexural capacity of the test results, test results of the experimental Moment nominal In reinforcement Oribamboo beam test specimen obtained a mean of 0,316 tonm, for reinforcement steel beams Ø 8 mm Moment nominal obtained test results average of 0,516 tonm. From 9 units tested beams. And the bond strength of the test results of reinforcing the fault of 0,25 mm, obtained strong adhesion of concrete with steel reinforcement Ø 8 mm by 0,3029 MPa, strong value attached to the concrete reinforcement of 0,1473 MPa Ori Bamboo.

Keywords: Reinforcement, OriBamboo, Flexural Strength, Bond Strength.

Abstrak

Beton bertulang baja merupakan komponen yang sering digunakan pada struktur bangunan, dimana beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan baja memiliki kuat tarik yang tinggi, keduanya merupakan kombinasi yang saling melengkapi untuk konstruksi struktur bangunan. Namun semakin banyaknya peningkatan kebutuhan tulangan baja dalam setiap pembangunan akan menimbulkan kendala yaitu 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, bambu merupakan produk alam yang renewable, diperoleh dengan mudah, murah, dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuatlekat dan kuat tarik leleh bambu Ori yang digunakan untuk perhitungan secara analisis, kapasitas lentur balok bertulangan bambu Ori. Benda uji yang digunakan adalah balok sebanyak 9 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm dan untuk pengujian kuatlekat Benda uji silinder dengan Ø 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 9 buah. Tiga ditanam tulangan bambu Ori Selanjutnya tiga ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga tanpa tulangan sebagai pembanding. Sedangkan untuk pengujian kuatlekat 3 silinder diberitulangan bambu bernodi dengan tulangan panjang 70 cm, lebar 2 cm dan tebal 0,52 cm. Tiga diberitulangan bambu ori tanpa nodi dengan dimensi yang sama. Dan tiga dengan tulangan baja Ø 8 mm digunakan sebagai pembanding tulangan bambu. Mutu beton direncanakan dengan $f'_c = 17,5$ MPa. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari dilakukan di Laboratorium Struktur, FT UNS, pengujian kuat lentur dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan. Sedangkan untuk bendalekat dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine (UTM)*. Berdasarkan analisis dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan, Untuk perencanaan balok tulangan bambu, kuat tarik leleh bambu Ori direduksi sebesar 52%, didapat nilai kuat leleh sebesar 132,749 N/mm². Untuk kapasitas lentur hasil pengujian, Momen nominal hasil uji eksperimen Pada benda uji balok bertulangan bambu Ori didapat rerata sebesar 0,316 tonm, untuk balok bertulangan baja Ø 8 mm didapat momen nominal hasil pengujian rerata sebesar 0,516 tonm. Dari 9 buah balok yang diuji. Dan dari hasil pengujian kuatlekat tulangan pada sebesar 0,25 mm, didapat kuatlekat beton dengan tulangan baja Ø 8 mm sebesar 0,3029 MPa, Nilai kuatlekat beton dengan Tulangan Bambu Ori sebesar 0,1473 MPa.

Kata kunci: Tulangan, Bambu Ori, Kapasitas Lentur, Kuatlekat.

PENDAHULUAN

Beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan jumlah perbandingan tertentu. Beton memiliki daya tarik yang lemah. Untuk mengatasi kekurangan tersebut maka beton diberikan tulangan yang memiliki kuat tarik yang tinggi. Pada masa sekarang, baja merupakan material yang baik untuk dipakai sebagai tulangan beton karena memiliki kuat tarik yang tinggi.

Perkembangan pembangunan di Indonesia yang sangat pesat mengakibatkan kebutuhan material baja semakin meningkat. Sehingga membuat harga material baja sangat mahal. Saat ini, telah banyak penelitian – penelitian yang dilakukan oleh para ahli struktur guna mencari material alternatif pengganti tulangan baja pada beton bertulang, diantaranya 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 yang 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 Morisco (1996) dan Janssen (1980) penggunaan bambu sebagai tulangan beton merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk membuat suatu elemen struktur untuk bangunan sederhana.

Dalam penelitian ini dipilih Bambu Ori sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada beton. Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*), dengan diameter mencapai 75-100 mm, tebal dinding 10-15 mm, dan tinggi batang dapat mencapai 18 m. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kuat lekat dan kapasitas lentur dan balok beton bertulang bambu Ori sebagai pengganti tulangan baja pada beton guna dapat diaplikasikan pada struktur bangunan sederhana.

LANDASAN TEORI

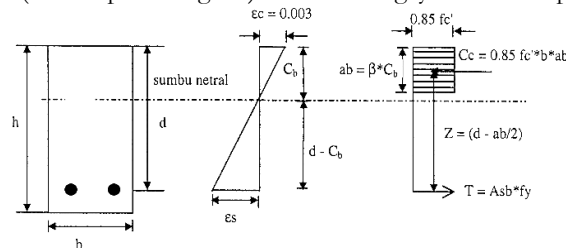
Pengujian kuat Lekat

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:

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

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

$$\beta_1 \leq 0.65$$

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 balas, A_{sb} , yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja kedua-duanya mencapai regangan hancur.

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

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

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

Analisis Balok

Kondisi regangan seimbang (balance) terjadi jika:

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

Pada kondisi balas didapat:

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

$$a_b = \beta_1 C_b$$

$$C_c = 0.85 f_c' b a_b$$

$$T = A_{sb} f_y$$

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

$$A_{sb} f_y = 0.85 f_c' b a_b$$

$$A_{sb} = \frac{0,85 f_c' b a_b}{f_y}$$

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

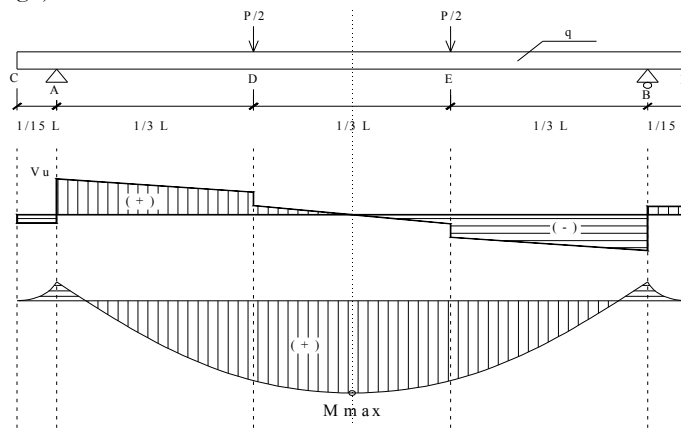
$$A_s \leq 0,60 A_{sb} \text{ (untuk bambu)}$$

- Momen Nominal Analisis:

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

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

- Momen Nominal Pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

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

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

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

$$RAv = RBv$$

Momen:

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

$$Mmax = \left(RAv \frac{1}{2}L\right) - \left(q \frac{17}{30}L \frac{17}{60}L\right) - \left(P1 \frac{1}{6}L\right)$$

$$Mmax = \left\{\left[\left(\frac{17}{30} q L\right) + P\right] \frac{1}{2} L\right\} - \left(q \frac{17}{30}L \frac{17}{60}L\right) - \left(P1 \frac{1}{6}L\right)$$

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

$Mmax = \text{Momen Nominal Pengujian}$

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.

PengujianKuatLentur

Dalam pengujian *pull out* secara langsung, panjang penanaman tulangan baja dan bambu diperoleh dengan memperhitungkan tulangan yang ditanam di dalam massa beton. Gaya tarik sebesar P diberikan pada tulangan sehingga tercabut dan mengalami gaya geser antara permukaan tulangan dan beton. Gaya ini selanjutnya akan ditahan antara tulangan dengan beton di sekelilingnya. Tegangan lekat bekerja sepanjang tulangan yang tertanam di dalam massa beton, sehingga total gaya yang harus dilawan sebelum tulangan tercabut keluar dari massa beton adalah sebanding dengan luas selimut bambu tulangan yang tertanam dikalikan dengan kuat lekat antara beton dengan bambu tulangan. Agar terjadi keseimbangan gaya, maka beban (P) yang dapat ditahan sama dengan luas penampang tulangan dikalikan kuat lekatnya. Luas bidang kontak pada tulangan bambu dapat disesuaikan dengan keliling penampang melintang dikalikan panjang penanaman.

$$P = Ld \pi d_s \mu \dots\dots\dots [1]$$

$$\text{Kuat lekat } \mu = \frac{P}{A_d} \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

P = beban (N)

d_s = diameter tulangan (mm)

L_d = panjang penanaman (mm)

l_b = lebar tulangan bambu (mm)

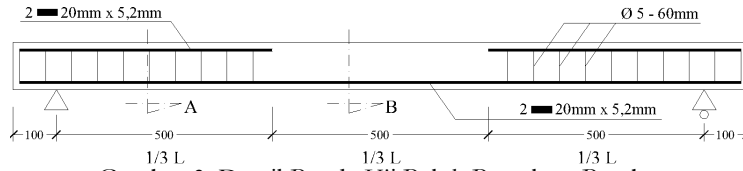
t_b = tebal tulangan bambu (mm)

μ = kuat lekat antara beton dengan tulangan (MPa)

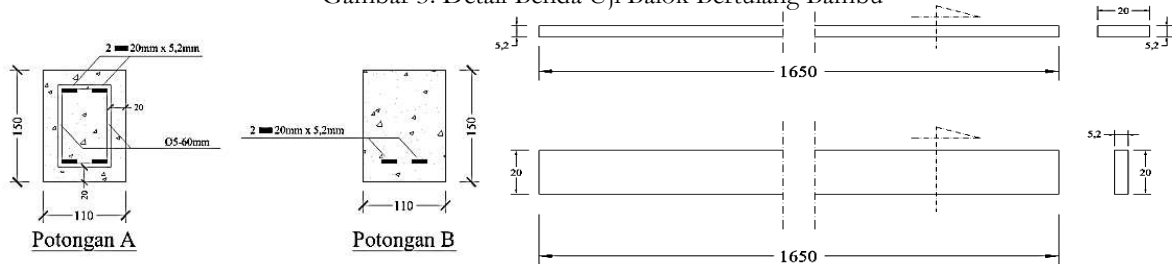
Beban (P) padapersamaan 1 adalah tegangan lekat diambang keruntuhan atau disebut tegangan lekat kritis. Menurut ASTM C-234-91a yang disebut dengan tegangan lekat kritis adalah tegangan terkecil yang menyebabkan terjadinya penggelinciran pada beton sehingga bambu yang tertanam di dalam beton bergeser sebesar 0,25 mm. Oleh karena itu bila sesar beton melebihi 0,25 mm maka beton bisa dianggap sudah runtuh.

METODE PENELITIAN

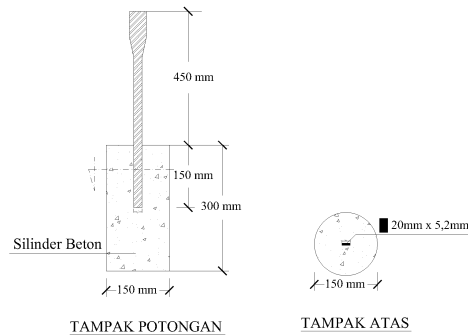
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Bambu yang dipakai adalah bambu *Oridenganusi* di atas 2,5 tahun, yang diambil dari daerah Dukuh Jlegong, Desa Banyu Urip, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali. Jumlah benda uji kuat lentur sebanyak 9 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu *Oripolos* ukuran 0.52 cm x 2 cm x 165 cm, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja \varnothing 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Benda uji kuat lekat sebanyak 9 buah silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm ditanam tulangan bambu *Oridantanpanodi* dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 2 cm dan tebal 0,52 cm sedalam 15 cm, sebagai pembanding ditanam tulangan baja polos diameter 8 mm. Pengujian kuat lentur dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan. Sedangkan untuk benda lekat dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine (UTM)*.



Gambar 3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu

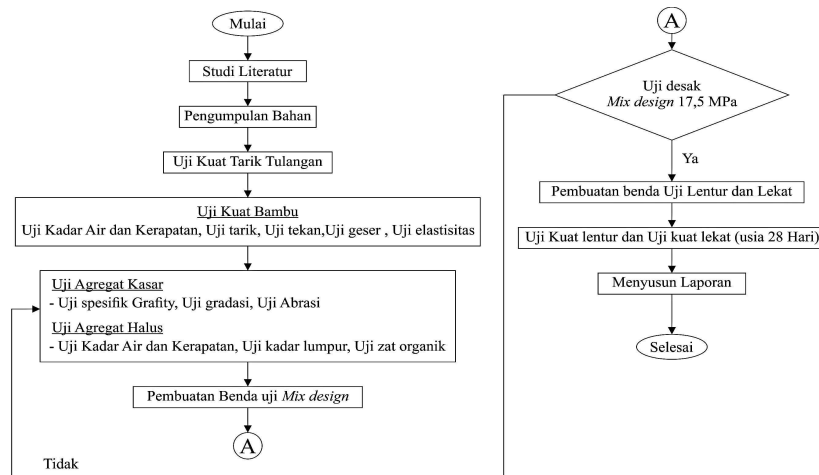


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu OriPolos



Gambar 6. Benda Uji Kuatlekat

Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 7. Prosedur Pelaksanaan Penelitian Kuat Lentur dan Kuat Lekat

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

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

- Kadar air dan kerapatan bambu Ori didapat sebesar 11,21% dan 1,069 gram/cm³.
- Kuat geser sejajar serat bambu Ori didapat sebesar 7,013N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 54,044 N/mm².

- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu Ori didapat sebesar 470,616 N/mm², Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu petung didapat sebesar 276,560 N/mm².
- Modulus Of Rupture (MOR) didapat sebesar 327,822 N/mm², Modulus Of Elasticity (MOE) didapat sebesar 22885,40 N/mm².
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 486,49 N/mm².
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,29 N/mm².

Hasil Pengujian Kuat Lentur

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 Ori, balok bertulangan baja Ø 8 mm, dan balok tanpa tulangan pada saat balok beton berumur 28 hari.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

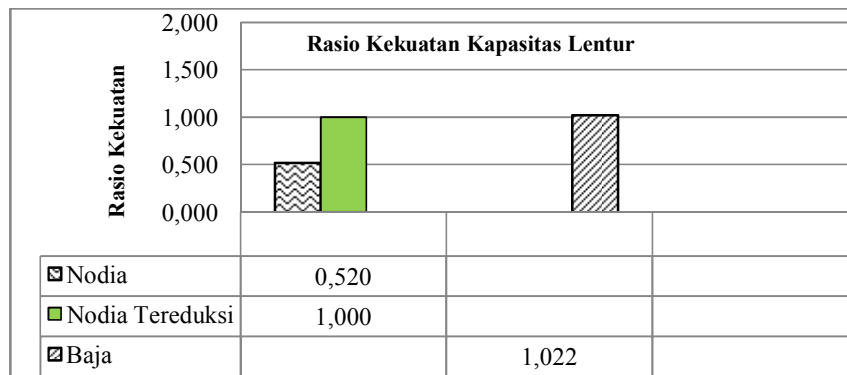
No	Code Benda Uji	P (BEBAN) maks (kg)	P (BEBAN) Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	TO1	1518,8	318,8	59,7	65,2	60,4	0,67	1/3 bentangtengah
2	TO2 **	668,8	518,8	55,55	85,15	58,2	1,14	1/3 bentangtengah
3	TO3	918,8	468,8	81,25	76,75	71,3	0,85	1/3 bentangtengah
4	TB 1	1918,8	618,8	27,00	38,20	28,30	1,75	1/3 bentangtengah
5	TB 2 **	368,8	368,8	0,35	0,59	0,39	0,59	1/3 bentangtengah
6	TB 3	2118,8	818,8	48,80	65,95	63,60	2,25	1/3 bentangtengah
7	TT 1	418,8	418,8	0,75	0,82	0,74	0,82	1/3 bentangtengah
8	TT 2	418,8	418,8	0,82	1,17	0,96	1,17	1/3 bentangtengah
9	TT 3	368,8	368,8	0,42	0,83	0,51	0,83	1/3 bentangtengah

Keterangan: TO = Balok Bertulangan Bambu Ori
 TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm
 TT = Balok Tanpa Tulangan
 (**)= Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

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 kita dapat mengetahui momen maksimal yang terjadi. Sedangkan untuk perhitungan momen nominal secara analisis menurut SNI 03-2847-2002, balok tulangan tunggal pada kondisi balok dengan batasan jumlah tulangan tarik untuk baja tidak boleh lebih besar dari 0,75. Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah tulangan tidak boleh lebih dari 0,6.

Tabel 3. Momen Nominal hasil Pengujian dan hasil Analisis serta rasio Kapasitas lentur

No	Code Benda Uji	Momen Nominal Analisis (Ton-m)	Rasio Kapasitas Lentur			
			Bambu Nodia (Ton-m)	Bambu Nodia Fy Tereduksi (Ton-m)	Nodia	Nodia Tereduksi
1	Ori	0,316	0,607	0,316	0,520	1,000
3	TB	0,516		0,504		1,022



Gambar 8. Grafik Perbandingan Momen Nominal Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil Pengujian Kuat Lekat

Pengujian kuat lekat (*pull out test*) dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) terhadap benda uji silinder beton berumur 28 hari dengan Ø150 cm tinggi 300 mm ditanam tulangan bambu ori dan baja sedalam 15 cm, dilakukan dengan menarik tulangan yang tertanam dalam silinder beton kemudian mencatat gaya yang dibutuhkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lekat

Jenis Tulangan	Kode Benda Uji	Dimensi			Panjang Penanaman (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban pada Sesar 0,25 mm (N)	Kuat Lekat	
		Diameter (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)				Nilai (MPa)	Rata-rata (MPa)
Baja Polos	BTB I	7,84	-	-	150	48,3100	1277,0266	0,3458	0,3029
	BTB II	7,84	-	-	150	48,3100	1241,2809	0,3361	
	BTB III	7,84	-	-	150	48,3100	837,325	0,2268	
Ori tanpa Nodia	OTN I	-	20	5,2	150	104	1444,9926	0,1885	0,1910
	OTN II	-	20	5,2	150	104	1515,6862	0,1978	
	OTN III	-	20	5,2	150	104	1430,0874	0,1866	
Ori Nodia	ON I	-	20	5,2	150	104	637,2089	0,0831	0,1035
	ON II	-	20	5,2	150	104	763,4011	0,0996	
	ON III	-	20	5,2	150	104	980,1085	0,1279	

Keterangan: BTB = Silinder Tulangan Baja Polos Ø 8 mm
 OTN = Tulangan Bambu Ori Tanpa Nodia
 ON = Tulangan Bambu Ori Nodia

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan terhadap hasil penelitian pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Kuat Lentur

1. Kuat Leleh bambu yang digunakan untuk perencanaan secara analisis adalah kuat leleh bambu nodia yang telah direduksi sebesar 52%, didapat sebesar 132,749 N/mm². Untuk kuat tarik leleh baja Ø 8 mm sebesar 467,75 N/mm²
2. Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu Ori pada kuat tarik Nodia didapat sebesar 0,316 tonm, sedangkan untuk hasil eksperimen didapat 0,316 tonm
3. Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan baja Ø 8 mm didapat sebesar 0,506 tonm, sedangkan hasil eksperimen didapat 0,516 tonm.

Kuat Lekat

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian *pull out* benda uji, dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

- a) Kuat lekat beton dengan tulangan bambu Ori didapat rerata sebesar 0,1473 MPa.
- b) Kuat lekat beton dengan tulangan baja Ø 8 mm didapat rerata sebesar 0,3029 MPa.

- c) Nilai kuat lekat tulangan bambu Ori maksimum dari beberapa benda uji didapat beban maksimum 15690 N dan beban minimum 4160 N, kuat lekat maksimum 0,198 MPa dan kuat lekat minimum 0,083 Mpa.

SARAN

Selama melaksanakan penelitian, banyak dijumpai kendala baik selama pembuatan maupun pengujian, untuk itu perlu adanya saran bagi penelitian selanjutnya, antara lain sebagai berikut:

- a. Alangkah lebih baik untuk mempelajari prosedur kerja dan pengetahuan kinerja alat yang digunakan dalam pengujian, supaya kesalahan dalam penelitian dapat diminimalisir.
- b. Dalam pengujian kapasitas lentur balok, diharapkan *setting up* alat pengujian presisi, agar gaya yang bekerja sentris terhadap balok yang diuji.
- c. Dalam pengujian kuat lekat sebaiknya menggunakan alat yang canggih supaya hasilnya lebih teliti dan maksimal.
- d. Perlu penelitian lebih lanjut tentang kuat lentur dan kuat lekat bambu petung dengan variasi tulangan dan variasi dimensi tulangan.
- e. Perlu penelitian lebih lanjut tentang *treatment* pada bambu yang akan dijadikan tulangan beton, supaya bambu dapat mencapai kemampuan maksimalnya.

REFERENSI

- Anonim, (1984). "Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton", Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1997). "Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)", Jakarta.
- Anonim, (2002). "Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)", Jakarta.
- Anonim, (2000). "Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)", Jakarta.
- Ajinkya Kaware, Prof. U.R. Awari, Prof. M.R. Wakchaure (2013) "REVIEW OF BAMBOO AS REINFORCEMENT MATERIAL IN CONCRETE STRUCTURE", Department of Civil Engineering A.I.S.S.M.S C.O.E. Pune, Maharashtra, India
- Frick, H, 2004, "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Harish Sakaray, N.V. Vamsi Krishna Togati and I.V. Ramana Reddy, (2012) "INVESTIGATION ON PROPERTIES OF BAMBOO AS REINFORCING MATERIAL IN CONCRETE" Department of Civil Engineering, S.V.U. College of Engineering, Tirupathi, India.
- Istimawan, D., (1994). "Struktur Beton Bertulang", PT. Gramedia Pustaka Utama, 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.
- Setyabudi, A. (2010). "Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur", Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Infrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.