

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

Kharir Nur Kholifah¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Purnawan Gunawan³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : kharirnurkholifah@yahoo.co.id

Abstract

The use of concrete as a construction material because concrete has some advantages of high compressive strength, using local ingredients except portland cement, as well as good resistance to weather and surrounding environment. Weakness has a tensile strength of concrete is low, resulting in cracked concrete is often experienced when receiving a large load. Various attempts have been made to increase the tensile strength of concrete. The use of concrete combined with a material that has high tensile strength for example is use steel to increase the tensile strength of concrete. The ingredient of steel is a natural resource that is not renewable so alternatives is need for replacement of steel reinforcement. One alternative to steel reinforcement is to use bamboo as a substitute for reinforcement. This study used an experimental method with a total of 12 pieces of the test specimen. Each variation consists of 3 samples with variations \varnothing 8 mm steel reinforcement, bamboo reinforcement spacing notches 2 cm, bamboo reinforcement spacing notches 3 cm and without reinforcement. Specimens in the form of concrete blocks with dimensions of 11 cm wide, 15 cm high and 170 cm long. Flexural strain strength of concrete beams use steel reinforcement at M_n is 896,636 MPa and flexural strain strength of concrete beams use steel reinforcement at M_{max} is 916,808 MPa. Flexural strain strength of concrete beams use ori bamboo reinforcement V notch type at M_n is 535,987 MPa, while flexural strain strength of concrete beams use ori bamboo reinforcement V notch type with distance 2 cm at M_{max} is 672,997 MPa and 632,127 MPa for 3 cm distance. Ori bamboo concrete beams notch distance of 2 cm 1.065% stronger than concrete beams bamboo Ori notch distance of 3 cm. The pattern collapse on concrete beams with steel reinforcement and the concrete beam with bamboo reinforcement notch located between the third middle span. Such a collapse is included in this flexural collapse.

Keyword: Flexural Strength, Bamboo Reinforcement.

Abstrak

Penggunaan beton sebagai salah satu pilihan bahan konstruksi disebabkan beton memiliki beberapa kelebihan yaitu kuat tekan yang tinggi, menggunakan bahan-bahan lokal kecuali semen portland, serta ketahanannya yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Kelemahan beton adalah mempunyai kekuatan tarik yang rendah, akibatnya beton sering mengalami retak jika menerima beban yang besar. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menambah kuat tarik beton. Penggunaan beton dipadukan dengan bahan yang mempunyai kuat tarik yang tinggi misalnya baja untuk meningkatkan kekuatan tarik beton. Bahan pembuatan baja merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga perlu adanya alternatif pengganti tulangan baja. Salah satu alternatif pengganti tulangan baja adalah dengan memanfaatkan bambu sebagai pengganti tulangan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 12 buah. Tiap variasi terdiri dari 3 sampel dengan variasi tulangan baja \varnothing 8 mm, tulangan bambu jarak takikan 2 cm, tulangan bambu jarak 3 cm dan tanpa tulangan. Benda uji berupa balok beton dengan dimensi lebar 11 cm, tinggi 15 cm dan panjang 170 cm. Kuat tegangan lentur pada M_n balok beton dengan tulangan baja sebesar 896,636 MPa, sedangkan kuat tegangan lentur pada M_{max} sebesar 916,808 MPa. Nilai kuat tegangan lentur pada M_n balok bertulangan bambu sebesar 535,987 Mpa, sedangkan kuat tegangan lentur pada M_{max} balok bertulangan bambu dengan jarak takikan 2 cm sebesar 672,997 MPa dan untuk jarak tulangan 3 cm sebesar 632,127 MPa. Balok beton bertulangan bambu Ori jarak takikan 2 cm lebih kuat 1,065 % jika dibandingkan balok beton bertulangan bambu Ori jarak takikan 3 cm. Pola keruntuhan pada balok beton dengan tulangan baja maupun pada balok beton dengan tulangan bambu takikan terletak antara 1/3 bentang tengah. Keruntuhan yang demikian termasuk dalam keruntuhan lentur.

Kata Kunci: Kuat Lentur, Tulangan Bambu.

PENDAHULUAN

Pada saat ini beton adalah bahan material yang sangat umum digunakan dalam struktur bangunan. Pemakaian beton dalam struktur bangunan disebabkan karena beton memiliki beberapa kelebihan yaitu kuat tekan yang tinggi menggunakan bahan-bahan lokal kecuali semen portland, serta ketahanannya yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Kekurangan yang dimiliki oleh beton yaitu kekuatan tarik yang rendah, akibatnya beton sering mengalami retak jika menerima beban yang besar. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menambah kuat tarik beton. Penggunaan beton dipadukan dengan bahan yang mempunyai kuat tarik yang tinggi misalnya baja untuk meningkatkan kekuatan tarik beton. Hingga saat ini baja merupakan material yang terbaik sebagai tulangan pada beton karena kekuatannya yang sangat tinggi.

Pemakaian baja sebagai tulangan beton akan menyebabkan permintaan baja tulangan meningkat, hal ini dapat menyebabkan ketersediaan bahan baku pembuatan baja yaitu bijih besi di alam semakin menipis dikarenakan unsur bahan mentah bijih besi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*renewable*). Hal tersebut dapat menyebabkan kenaikan harga baja dan kelangkaan tersedianya baja dipasaran. Semakin mahalnya harga tulangan baja akan sangat memberatkan bagi masyarakat terutama masyarakat golongan ekonomi lemah dalam memenuhi kebutuhan primer berupa bangunan perumahan sederhana layak huni, sehingga perlu diupayakan mencari alternatif pengganti tulangan baja pada beton. Alternatif sebagai pengganti tulangan baja pada beton diantaranya adalah bambu. Bambu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, serta memiliki kuat tarik sangat tinggi.

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 oleh baja (Budi, 2010).

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 dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik yang tinggi mendekati kekuatan baja. Seperti yang dikemukakan oleh Morisco, 1999. Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan seperti pada harga yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta keunggulan spesifik yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada kuat tarik kulit bambu Ori sekitar dua kali tegangan luluh baja. Mengacu pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada struktur bangunan.

Dalam penelitian ini akan mengkaji kuat lentur balok beton bertulang bambu Ori dengan takikan tipe V serta mencari jarak takikan optimum yang dapat diaplikasikan pada bangunan sederhana.

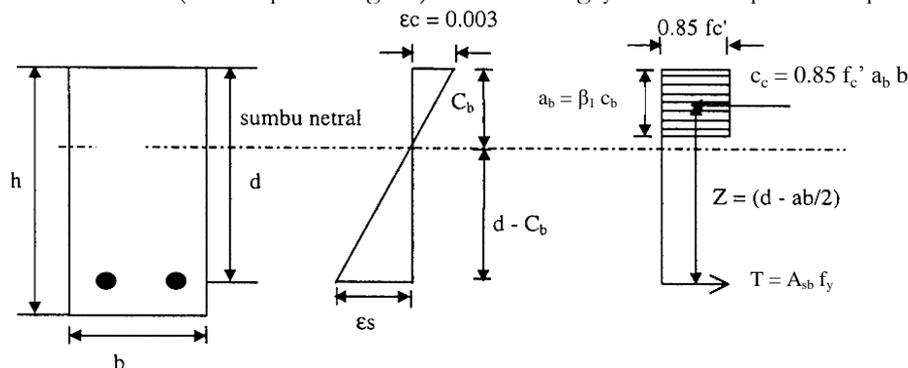
LANDASAN TEORI

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. Tegangan beton dapat disederhanakan menjadi tegangan kotak.
2. 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:

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

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

$$\beta_1 \leq 0.65$$

Analisis Balok

Analisis yang akan dilakukan untuk menentukan kuat lentur balok pada mulanya dilakukan perhitungan M_{max} seperti pada Gambar 2. untuk hasil pengujian dan perhitungan M_n untuk hasil analisis. Hasil M_{max} dan M_n selanjutnya digunakan untuk menghitung kuat lentur balok.

Kondisi regangan seimbang (*balance*) terjadi jika:

$\epsilon_c' = 0.003$ dan $\epsilon_s = \epsilon_y = f_y/E_s$ Pada kondisi balans didapat:

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

$$a_b = \beta_1 cb$$

$$c_c = 0.85 f_c' a_b b$$

$$T = A_s b f_y$$

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

$$A_s b f_y = 0.85 f_c' b a_b$$

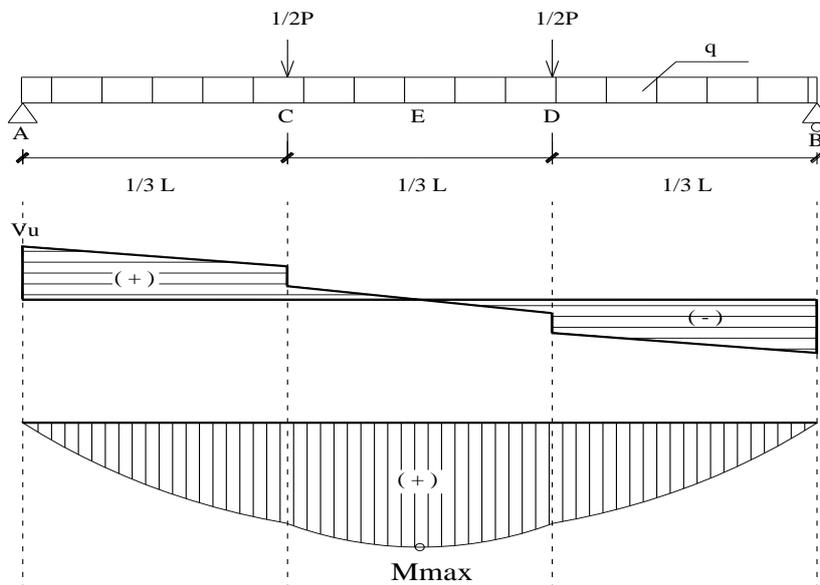
$$A_{sb} = \frac{0,85 f_c' b a_b}{f_y}$$

- Momen nominal analisis:

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

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

- Momen maximal pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

$$= (R_{AV} L) - \left(\frac{1}{2}P \frac{2}{3}L\right) - \left(\frac{1}{2}P \frac{1}{3}L\right) - \left(qL \frac{1}{2}L\right)$$

$$= R_{AV} L - \frac{2}{6}PL - \frac{1}{6}PL - \frac{1}{2}qL^2$$

$$R_{AV} = \frac{\frac{3}{6}PL + \frac{1}{2}qL^2}{L}$$

$$R_{AV} = \frac{1}{2}P + \frac{1}{2}qL$$

$$R_{AV} = R_{BV}$$

Momen

$$M_{max} = \left(R \frac{1}{2}L\right) - \left(\frac{1}{2}P \frac{1}{6}L\right) - \left(q \frac{1}{2}L \frac{1}{4}L\right)$$

$$= \left[\left(\frac{1}{2}P + \frac{1}{2}qL\right) \frac{1}{2}L\right] - \left(\frac{1}{12}PL\right) - \left(\frac{1}{8}qL^2\right)$$

$$= \frac{1}{4}PL + \frac{1}{4}qL^2 - \frac{1}{12}PL - \frac{1}{8}qL^2$$

$$= \frac{1}{6}PL + \frac{1}{8}qL^2$$

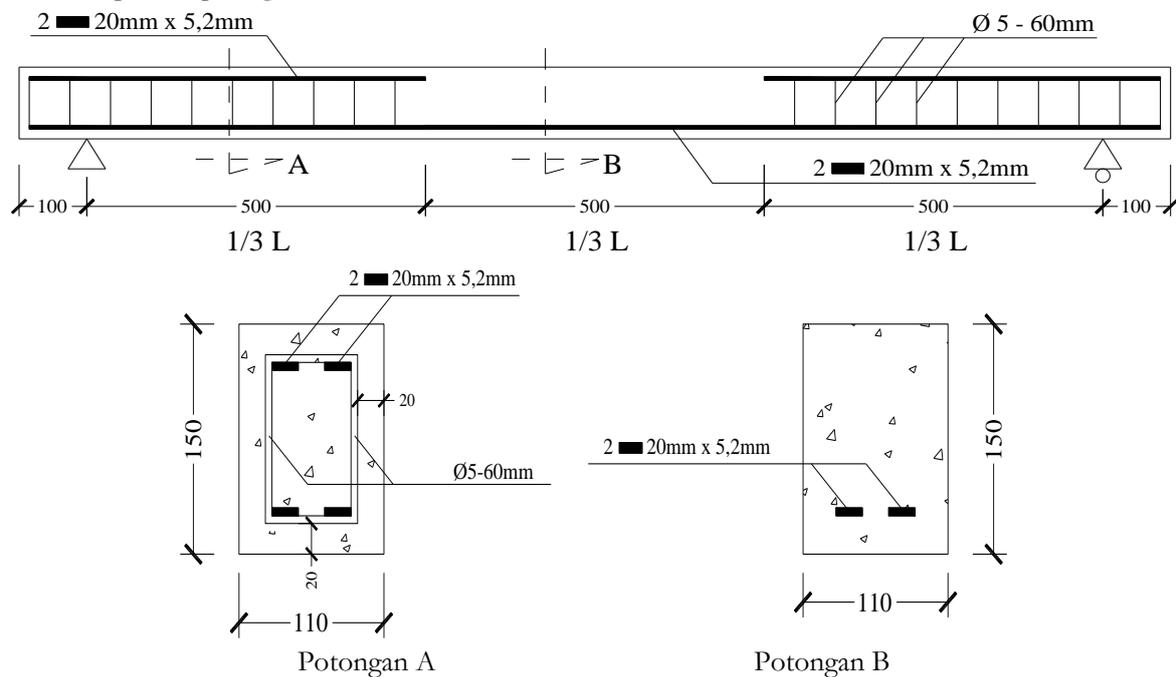
- Kuat tegangan lentur:

$$f_c = \frac{M y_a}{I} \text{ dan } f_s = n \frac{M y_b}{I}$$

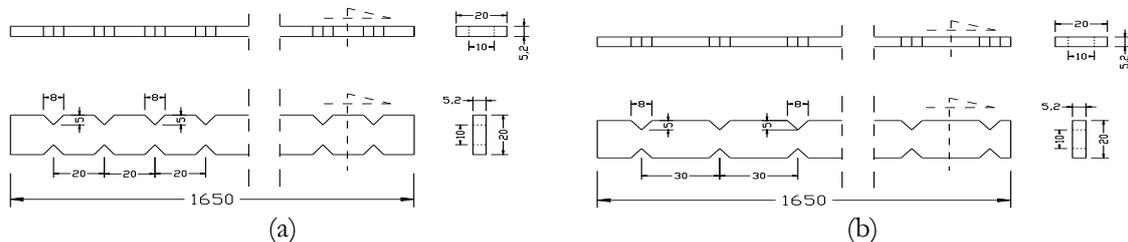
METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Bambusa Arundinacea* atau biasa dikenal sebagai bambu Ori 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.

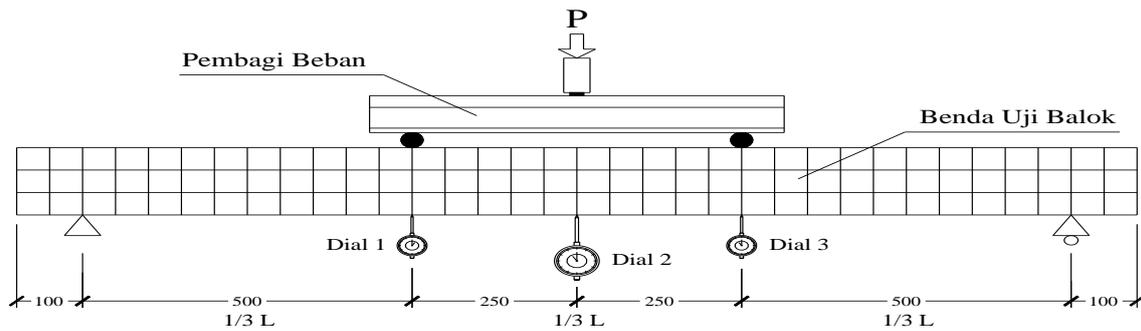
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti Gambar 3. Enam balok benda uji menggunakan tulangan bambu Ori takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm (Gambar 4.), tiga balok benda uji menggunakan 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

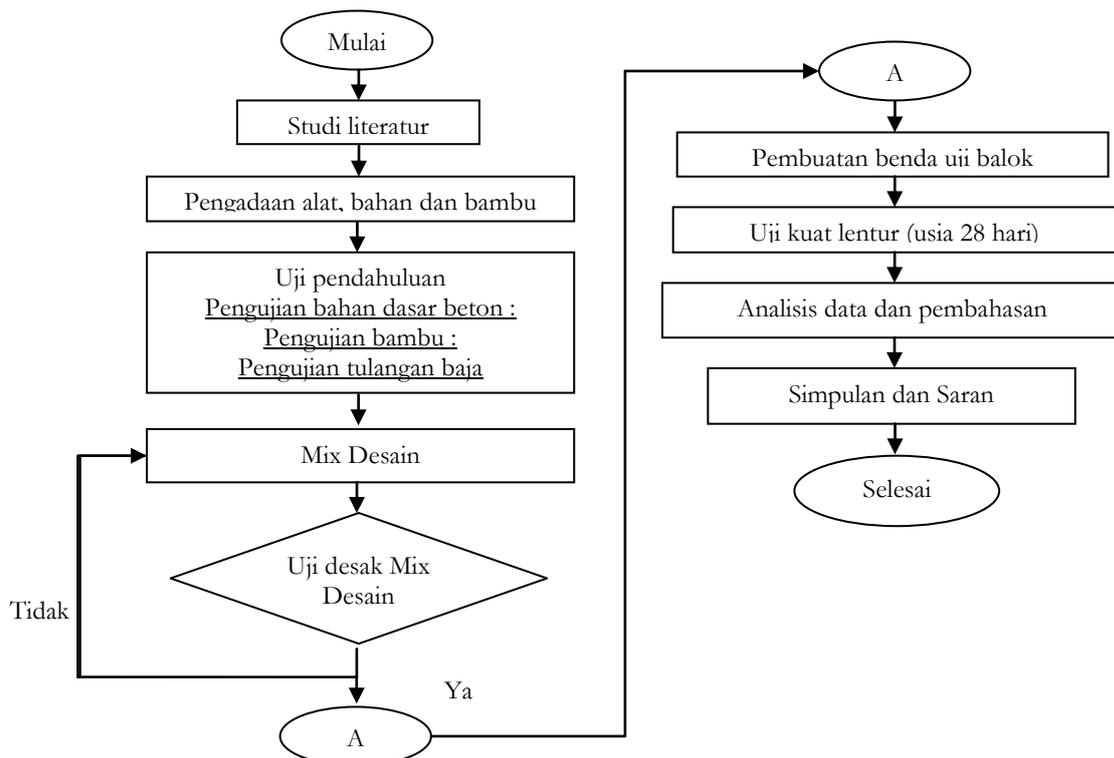


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Ori Takikan 2 cm dan 3 cm



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 Ori didapat sebesar 11,21% dan 1,068 gram/cm³.
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu Ori didapat sebesar 470,62 N/mm², Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu Ori didapat sebesar 276,56 N/mm².
- Modulus Of Rupture (MOR) didapat sebesar 327,82 N/mm², Modulus Of Elasticity (MOE) didapat sebesar 22885,40 N/mm².
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 486,599 N/mm².
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,290 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 Ori takikan tipe V, balok bertulangan baja Ø 8 mm dan balok tanpa tulangan pada saat balok beton berumur 28 hari dengan hasil pembacaan beban dan lendutan pada pengujian balok benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembacaan Beban P (kg) dan Lendutan (mm) pada Pengujian Balok Benda Uji

Nama benda uji	P maks (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
		Dial 1	Maks Dial 2	Dial 3		
ORI1-2cm	1768,8	23,3	28,6	24,05	1,18	1/3 bentang tengah
ORI2-2cm	1668,8	27,3	28,7	22,19	0,72	1/3 bentang tengah
ORI3-2cm	1368,8	21,85	23,5	24,68	2,45	1/3 bentang tengah
ORI1-3cm	1318,8	17,82	31,4	17,95	1,8	1/3 bentang tengah
ORI2-3cm	1368,8	18,4	33,84	16,19	1,51	1/3 bentang tengah
ORI3-3cm	1818,8	25,98	33,95	15,14	1,05	1/3 bentang tengah
TB-1	1918,8	27	38,2	28,3	1,75	1/3 bentang tengah
TB-2(*)	368,8	0,35	0,59	0,39	0,59	1/3 bentang tengah
TB-3	2118,8	48,8	65,95	63,6	2,25	1/3 bentang tengah
TT-1	418,8	0,75	0,82	0,74	0,82	1/3 bentang tengah
TT-2	418,8	0,82	1,17	0,96	1,17	1/3 bentang tengah
TT-3	368,8	0,42	0,83	0,51	0,83	1/3 bentang tengah

Keterangan:

Ori-2 cm = Balok bertulangan bambu Ori jarak takikan 2 cm

Ori-3 cm = Balok bertulangan bambu Ori jarak takikan 3 cm

TB = Balok bertulangan baja \varnothing 8 mm

TT = Balok tanpa tulangan

(*) = Balok mengalami gagal pengujian, data hasil pengujian tidak digunakan.

Dari pengujian secara eksperimen terhadap 12 buah balok, secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan. 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. 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.

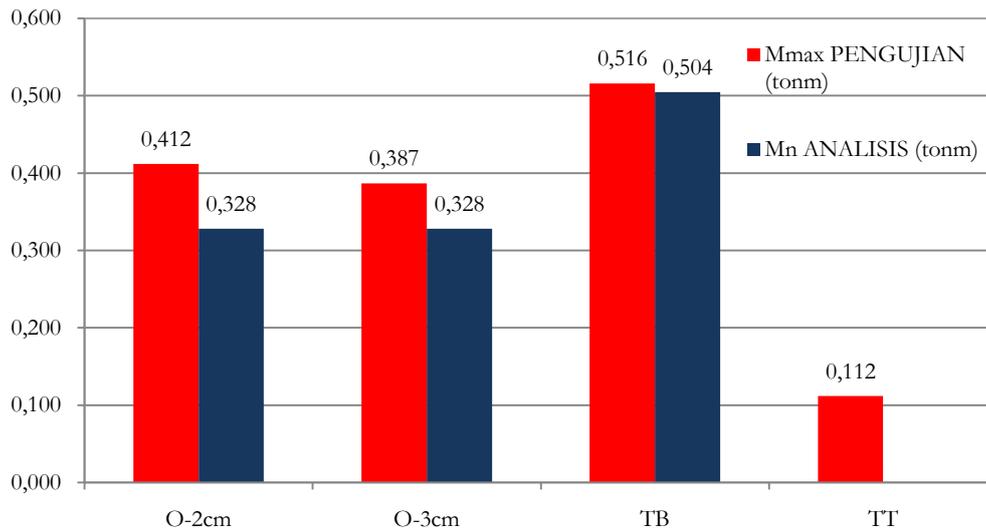
Dari perhitungan ini kita dapat mengetahui momen maksimal yang terjadi. Hasil perhitungan momen maximal hasil pengujian dan momen nominal hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik perbandingan Mmax pengujian dan analisis balok bertulangan bambu, balok bertulangan baja dan balok tanpa tulangan dapat dilihat pada Gambar 7. Perhitungan kuat lentur dimaksudkan untuk mengetahui kuat tegangan lentur yang terjadi pada balok. Nilai kuat tegangan lentur pada serat beton yang mengalami tarik pada kondisi Mmax dan Mn dapat dilihat pada Tabel 3. Grafik perbandingan kuat lentur pengujian dan analisis pada balok bertulangan bambu takikan, balok bertulangan baja dan balok tanpa tulangan dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 2. Mmax Pengujian dan Mn Analisis Balok Bertulang

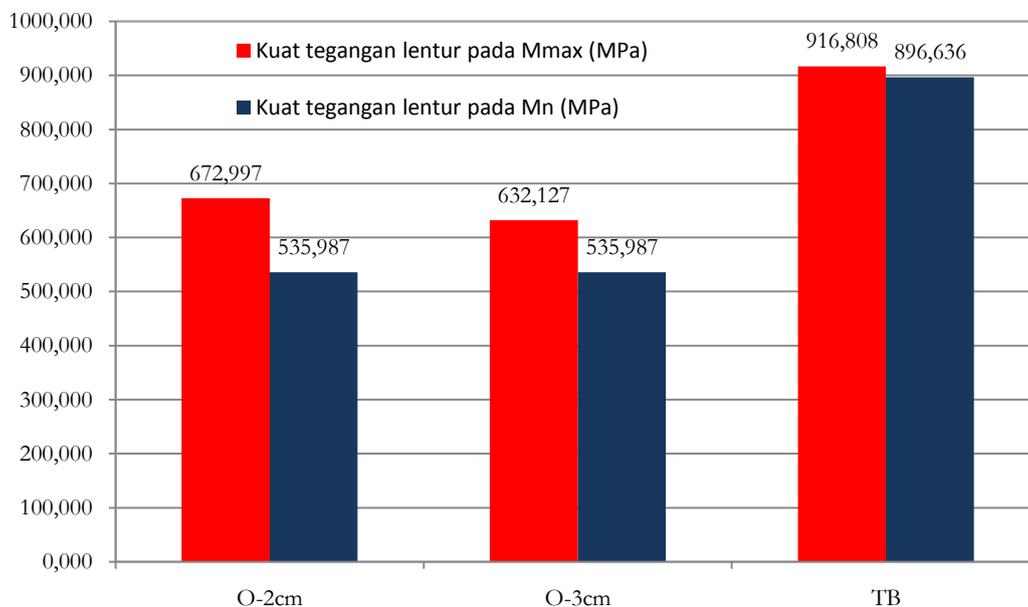
Jenis tulangan	Mmax pengujian (tonm)	Mn analisis (tonm)
O-2cm	0,412	0,328
O-3cm	0,387	0,328
TB	0,516	0,504
TT	0,112	-

Tabel 3. Nilai Kuat Tegangan Lentur pada Serat Beton yang Mengalami Tarik

Jenis tulangan	Kuat tegangan lentur pada Mmax (MPa)	Kuat tegangan lentur pada Mn (MPa)
O-2cm	672,997	535,987
O-3cm	632,127	535,987
TB	916,808	896,636



Gambar 7. Perbandingan Mmax Pengujian dan Mn Analisis



Gambar 8. Perbandingan Kuat Tegan Lentur pada Mmax dan Mn

Dari Gambar 7. dapat diketahui bahwa Mmax hasil pengujian lebih besar dari pada Mn hasil analisis. Mmax pengujian setara 125,56% dari Mn analisis balok bambu Ori untuk jarak takikan 2 cm dan 117,94% dari Mn hasil analisis balok bambu Ori dengan jarak takikan 3 cm.

Berdasarkan hasil pengujian balok tulangan bambu Ori takikan jarak 2 cm lebih kuat 6,07% dari pada balok bertulangan bambu Ori takikan jarak 3 cm. Mmax hasil pengujian balok tulangan bambu Ori dibandingkan dengan balok bertulangan baja Ø 8 mm didapat 79,81% untuk jarak takikan 2 cm dan 74,96% untuk jarak takikan 3 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 2 cm lebih baik dari pada jarak takikan 3 cm untuk jenis bambu Ori.

Menurut hasil perhitungan M peningkatan kekuatan balok setelah diberi tulangan bambu Ori dengan jarak takikan 2 cm sebesar 3,69 kali, tulangan bambu Ori dengan jarak 3 cm sebesar 3,46 kali dan untuk pemanambahan tulangan baja dengan Ø 8 mm sebesar 4,62 kali.

Dari Gambar 8. dapat diketahui bahwa kuat tegangan lentur pada Mmax lebih besar dari pada kuat tegangan lentur pada Mn. Kuat tegangan lentur pada Mmax setara 102,250% jika dibandingkan dengan kuat tegangan pada Mn.

Berdasarkan hasil pengujian balok tulangan bambu Ori takikan jarak 2 cm lebih kuat 1,065% dari pada balok bertulangan bambu Ori takikan jarak 3 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 2 cm lebih baik dari pada jarak takikan 3 cm untuk jenis bambu Ori.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Nilai kuat tegangan lentur pada Mn balok beton dengan tulangan baja sebesar 896,636 MPa, sedangkan kuat tegangan lentur pada Mmax sebesar 916,808 MPa. Kuat tegangan lentur pada Mmax lebih besar dari kuat tegangan lentur pada Mn yaitu setara dengan 102,250 % dari kuat lentur hasil analisis.
- b. Nilai kuat tegangan lentur pada Mn balok bertulangan bambu sebesar 535,987 Mpa, sedangkan kuat tegangan lentur pada Mmax balok bertulangan bambu dengan jarak takikan 2 cm sebesar 672,997 MPa dan untuk jarak takikan 3 cm sebesar 632,127 MPa. Kuat tegangan lentur pada Mmax setara dengan 125,562 % untuk jarak takikan 2 cm dan 117,937 % untuk jarak takikan 3 cm jika dibandingkan dengan kuat tegangan lentur pada Mn.
- c. Menurut hasil pengujian di laboratorim balok tulangan bambu Ori takikan berjarak 2 cm lebih kuat 1,065 % dari pada balok bertulangan bambu Ori takikan berjarak 3 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 2 cm lebih baik dari pada jarak takikan 3 cm untuk jenis bambu Ori.

REKOMENDASI

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan yang merupakan pengembangan tema maupun metodologi penggunaan bahan tambah ini. Sehingga didapatkan lebih banyak input data dalam perancangan balok beton dengan tulangan bambu. Adapun saran untuk pengujian selanjutnya adalah variasi mutu beton yang direncanakan, variasi jenis semen yang digunakan variasi jenis dan jarak takikan, variasi jenis bambu dan adanya perawatan awal pada bambu yang akan digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Purnawan Gunawan, S.T., MT. selaku dosen pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada bapak, umi, kakak, adik, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Anonim, (1991). "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)", Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- 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.
- Budi, A. S., (2010). "Kapasitas Lentur Balok Bambu Wulung dengan Bahan Pengisi Mortar", Jurnal Media Teknik Sipil Vol. IX Juli, Surakarta.
- 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.
- McCormac, J. C., (2003). "Desain Beton Bertulang", Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G., (2001). "Beton Prategang", Erlangga, Jakarta.
- Morisco, (1996). "Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM", Yogyakarta.
- Morisco, (1999). "Rekayasa Bambu", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Putra, M.A., (2011). "Kajian Kapasitas Lentur Antara Balok dengan Tulangan Baja Polos dan Bambu Pilinan", Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Tjokrodimulyo, K., (1996). "Teknologi Beton", Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Wardana, A.A., (2011). "Kajian Kapasitas Lentur Balok dengan Tulangan Baja Polos dan Bambu Polos", Universitas Sebelas Maret, Surakarta.