

ANALISIS KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAMBU WULUNG TAKIKAN TIPE U JARAK 15 CM, PADA LEBAR TAKIKAN 1 CM DAN 2 CM TERHADAP TULANGAN BAJA

Totok Widayanto¹⁾, Agus Setyabudi²⁾, Edy Purwanto³⁾,

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

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

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

Email: Totowidaya@yahoo.co.id

Abstract

The main components in building structures in the world, namely the construction of the concrete, which has the advantage that the concrete has a high compressive strength. But concrete has the disadvantage of not able to withstand the force of attraction, where the value of the concrete tensile strength ranging from 9 % -15 % of the compressive strength. To withstand tensile force that is the case then generally reinforced concrete with steel reinforcement rods. Nowadays almost every building always use bertulangan concrete steel. The number increased need for steel reinforcement in every development will pose a constraint that is triggering the increase in the price so that it becomes expensive and scarce. Of the existing constraints need for an alternative solution to replace the steel reinforcement, the selection of less expensive materials and has a quality that is not inferior to the steel reinforcement. Bamboo is an alternative that can be used as a substitute for steel reinforcement in concrete. Bamboo was chosen as an alternative to concrete reinforcement because besides cheaper, bamboo also has a fairly high tensile strength which is equivalent to the tensile strength of mild steel is 2400 kg / cm². Tensile strength of bamboo can reach 1280 kg / cm². kekuatan pull parallel bamboo fiber between 200-300 MPa, flexural strength average of 84 MPa, the elastic modulus of 200,000 MPa.

This research aims to analyze how the concrete beam flexural capacity bertulangan bamboo wulung notch type "u" with a distance of 15 cm in width notch the notch 1 cm and 2 cm. In this study using an experimental method with a total of 15 pieces of the test specimen. Test specimen used is concrete beams measuring 110 x 150 x 1700 mm. Five pieces using steel reinforcement, 10 pieces using bamboo reinforcement wulung with dimensions 1650 x 20 x 5.2 mm using the notch type "U" with jarak takikan 10 cm padal ebar indentation 1 cm and 2 cm. Uji bending performed at 28 days with the method three point loading. Tests conducted at the Laboratory of Engineering, FT UNS, the concrete age of 28 days using a Universal Testing Machine (UTM)

Judging from the bending capacity, torque testing results bertulangan bamboo beam wulung U -type notch by notch distance of 15 cm width 10 mm equivalent of 53.17 % while the bamboo beam bertulangan wulung U -type notch by notch distance of 15 cm width of 20 mm was equivalent 47.16 % on plain steel reinforcement beam with a diameter of 8 mm. Pattern collapse on a concrete block with steel reinforcement or on concrete beams with reinforcement petung type "u" with a distance of 10 cm notches on the notch width of 1 cm and 2 cm lies between 1/3 middle span. Collapse are thus included in the collapse of bending.

Keywords : flexible capacity, reinforcement, bamboo, wulung

Abstrak

Komponen utama dalam struktur bangunan di dunia konstruksi yaitu beton, dimana beton mempunyai kelebihan yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi. 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. Sekarang ini hampir setiap bangunan selalu menggunakan beton bertulangan baja. Banyaknya peningkatan kebutuhan tulangan baja dalam setiap pembangunan akan menimbulkan kendala yaitu memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Dari kendala yang ada perlu adanya solusi alternative untuk mengganti tulangan baja, pemilihan bahan yang lebih murah dan memiliki kualitas yang tidak kalah dengan tulangan baja. Bambu merupakan alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada beton. 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 yaitu 2400 kg/cm². Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm². kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200 - 300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berapa kapasitas lentur balok beton bertulangan bamboo wulung takikan tipe "u" dengan jarak takikan 15 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 15 buah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton berukuran 110 x 150 x 1700 mm. Lima buah menggunakan tulangan baja, 10 buah menggunakan tulangan bambu wulung dengan dimensi 1650 x 20 x 5,2 mm menggunakan takikan tipe "U" dengan jarak takikan 10 cm padal ebar takikan 1 cm dan 2 cm. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode *three point loading*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mesin, FT UNS, pada umur beton 28 hari menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*.

Ditinjau dari kapasitas lenturnya, momen hasil pengujian balok bertulangan bambu wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 20 mm setara 53,17% sedangkan balok bertulangan bambu wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 10 mm pun setara 47,16% terhadap balok dengan tulangan baja polos diameter 8 mm. Pola keruntuhan pada balok beton dengan tulangan baja maupun pada balok beton dengan tulangan bambu petung tipe "u" dengan jarak takikan 10 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm terletak antara 1/3 bentang tengah. Keruntuhan yang demikian termasuk dalam keruntuhan lentur

Kata kunci : kapasitas lentur, tulangan, bambu, wulung

PENDAHULUAN

Sekarang ini hampir setiap bangunan selalu menggunakan beton bertulangan baja. Banyaknya peningkatan kebutuhan tulangan baja dalam setiap pembangunan akan menimbulkan kendala yaitu memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Dari kendala yang ada perlu adanya solusi alternative untuk mengganti tulangan baja, pemilihan bahan yang lebih murah dan memiliki kualitas yang tidak kalah dengan tulangan baja merupakan solusi yang tepat, dan bambu merupakan alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada beton. 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 yaitu 2400 kg/cm². 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.

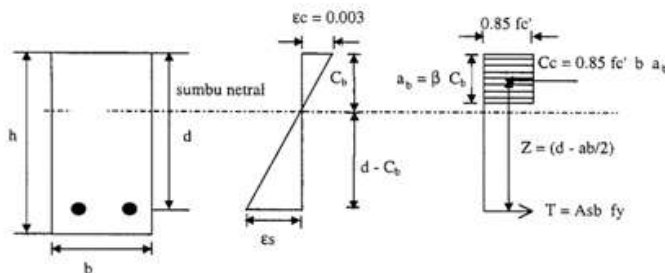
LANDASAN TEORI

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 didasarkan 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 bamboo



Gambar 1. Distribusi Tegangan dan Regangan Pada Penampang Beton

Untuk menghitung tinggi luasan tekan pada balok dan nilai beta, digunakan persamaan $a = \beta 1 \times c$

Dimana : c = jarak serat tekan garis terluar ke garis netral
 $\beta 1$ = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

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

$$f'c \leq 30 \text{ MPa } \beta 1 = 0.85$$

$$f'c > 50 \text{ MPa } \beta 1 = 0.85 - (f'c - 30)/7$$

$$\beta 1 \geq 0.65$$

Pembatasan Tulangan Tarik

Pada perhitungan beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002, ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik, As , tidak boleh melebihi 0.75 dari tulangan balans, Asb , yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja keduanya mencapai regangan hancur.

$$As \leq 0,75. Asb$$

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

$$As \leq 0,60. Asb$$

Analisis Balok

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur beton dengan 2 titik pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton seperti Gambar 2.4 (a), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots(1)$$

2. Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan seperti Gambar 2.4 (b), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma = \frac{3.P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan: σ = Kuat lentur benda uji (MPa)

P = Beban tertinggi yang dilanjutkan oleh mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma)

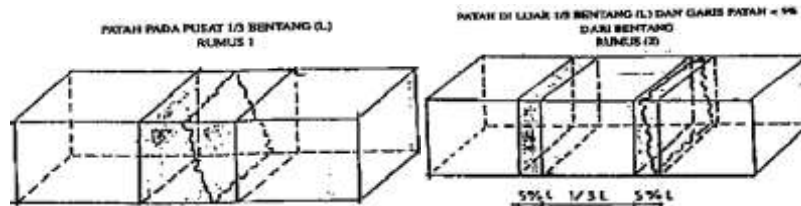
L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m).

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.



Gambar.2. Daerah Patah Pada Balok Uji

Kondisi regangan seimbang (balance) terjadi jika:

$$e c' = 0.003 \text{ dan } e s = e y = -$$

Pada kondisi balans didapat:

$$a b = \beta \cdot C b$$

$$C c = 0.85 f c' b a b$$

$$T = A s b f y$$

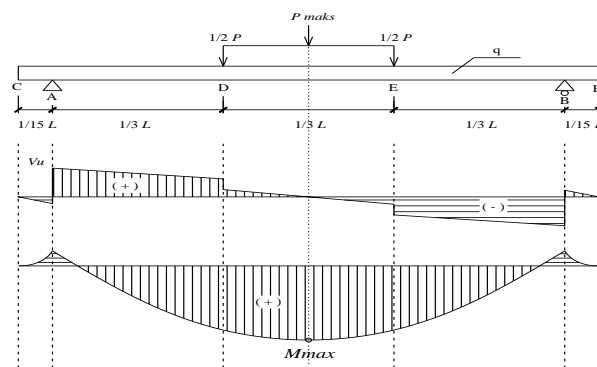
Karena $\sum H = 0$, maka $T = C c$

$$A s b \cdot f y = 0.85 f c' b a b$$

- Momen Nominal Analisis:

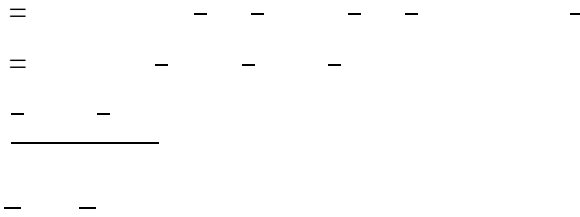
$$M_n = T (d - a/2)$$

- Momen Nominal Pengujian:

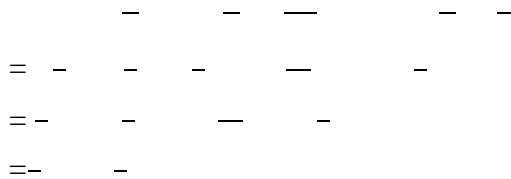


Gambar 3.Perletakan Benda Uji

Reaksi Tumpuan:



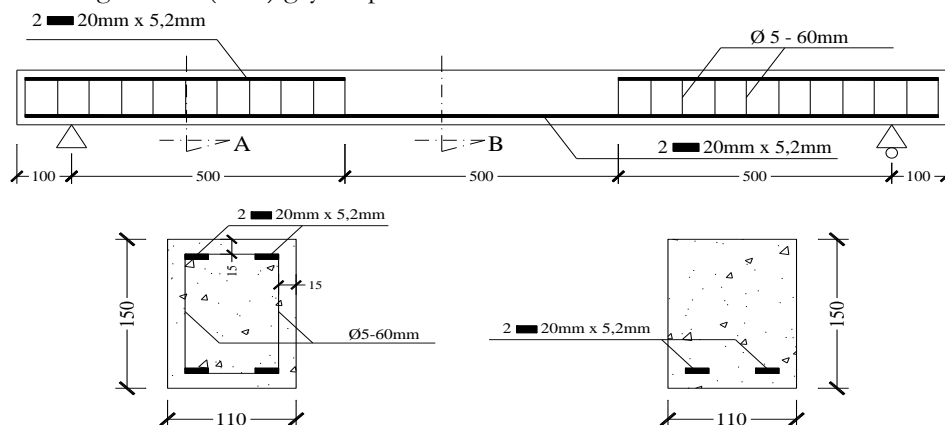
Momen:



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.

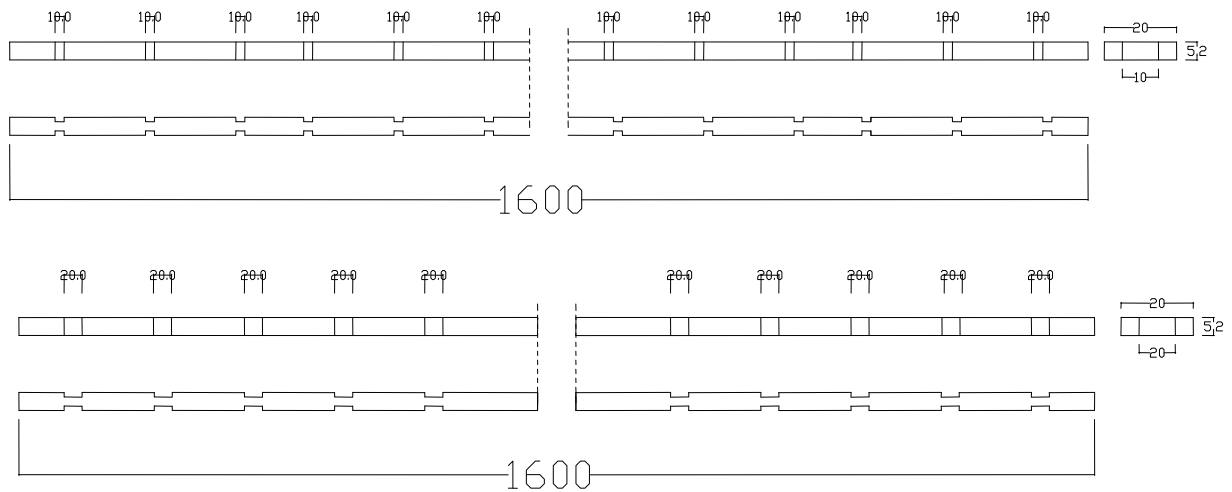
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan/pengujian secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menggabungkan variabel yang diselidiki. Rencana campuran (mix design) dibuat berdasarkan data-data uji bahan dasar dengan kekuatan tekan rencana $f_c' = 17,5$ MPa dan slump 6 cm-18 cm. Benda uji kolom dibuat menjadi tiga tipe, yaitu Balok bertulangan bambu wulung takikan 15cm jarak 10mm(5sample), balok bertulangan bambu wulung takikan 15cm jarak 20mm (5sample) dan balok bertulangan baja polos(5sample). Sampel-sampel uji selanjutnya dirawat dengan dibungkus dengan kain basah selama 21 hari, kemudian diangin-anginkan dalam ruangan terbuka dan lembab sampai umur pengujian yaitu 28 hari. Pengujian kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan.

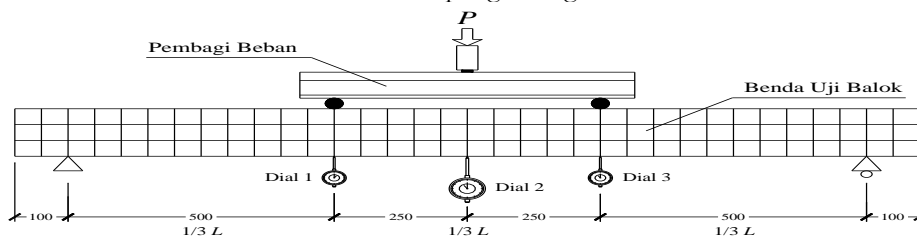


Gambar 4. Penampang benda uji Balok bambu

Tulangan bambu dibentuk sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian ditakik pada bagian sisi kiri dan kanan tulangan dengan arah yang sejajar (sama) dengan jarak antar takikan yaitu 15 cm seperti pada Gambar 1.

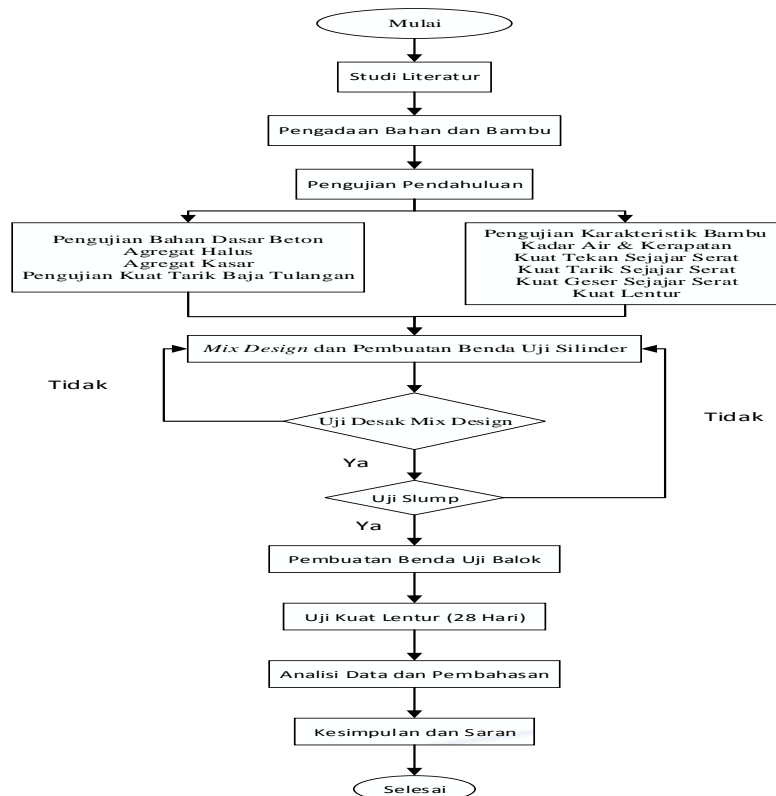


Gambar 5. Penampang tulangan bambu



Gambar 6. Perletakan Benda Uji

Garis Besar Tahap Penelitian



Gambar 7. Prosedur pelaksanaan penelitian

Pengujian kapasitas lentur Balok

Dial gauge di pasang berada di tengah, kanan dan kiri benda uji sejajar dengan pembagi beban..Pengujian kapasitas lentur kolom dilakukan dengan membaca *dial gauge*, memplotting pola retak pada permukaan beton, kemudian memompa *hydraulic pump* dan membaca *transducer*. Pembebanan balok dilakukan dengan interval

pembacaan setiap 50 kg hingga Balok runtuh atau tidak mampu lagi menerima beban dan angka pada *transducer* terus menurun tidak mau naik lagi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

- ✓ Kadar air dan kerapatan bambu wulung didapat sebesar 7,39% dan 1,052 gram/cm³.
- ✓ Kuat geser sejajar serat bambu wulung didapat sebesar 6,726N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 90,45 N/mm².
- ✓ Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu wulung didapat sebesar 347,86 N/mm².
- ✓ Modulus of Rupture (MOR) nodia didapat sebesar 475,82 N/mm², Modulus of Elasticity (MOE) nodia didapat sebesar 62919,66 N/mm².
- ✓ Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 525,384 N/mm².
- ✓ Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 17,59 N/mm².

Data hasil pengujian kuat lentur dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan

bambu wulung takikan tipe U dan balok bertulangan baja Ø 8 mm pada saat balok beton berumur 28 hari dengan

hasil pengujian disajikan pada tabel 1.

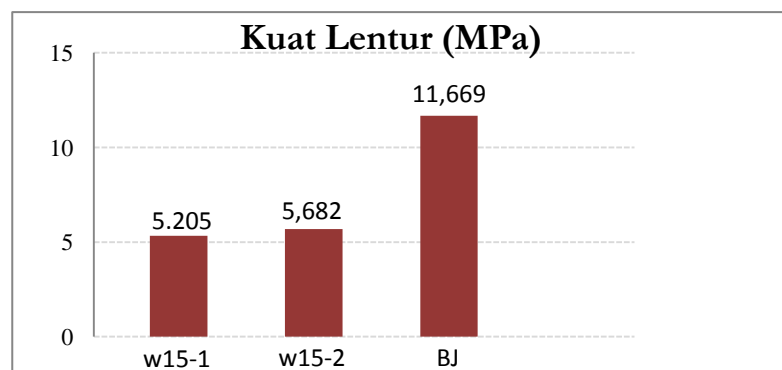
Tabel1. Hasil pengujian kuat lentur

| No | Code Benda Uji | Posisi Patah | P maks | | Kuat Lentur Balok | |
|----|----------------|--------------------|--------|-------|----------------------------|-----------------------------|
| | | | (kg) | (N) | Hasil (N/mm ²) | Rerata (N/mm ²) |
| 1 | W151-1 | 1/3 bentang tengah | 825 | 8250 | 5.000 | |
| 2 | W151-2 | 1/3 bentang tengah | 900 | 9000 | 5.455 | 5.323 |
| 5 | W151-5 | 1/3 bentang tengah | 910 | 9100 | 5.515 | |
| 7 | W152-2 | 1/3 bentang tengah | 820 | 8200 | 4.970 | |
| 8 | W152-3 | 1/3 bentang tengah | 1050 | 10500 | 6.364 | 5.682 |
| 10 | W152-5 | 1/3 bentang tengah | 1120 | 11200 | 6.788 | |
| 11 | BJ1 | 1/3 bentang tengah | 1900 | 19000 | 11.515 | |
| 13 | BJ3 | 1/3 bentang tengah | 1943 | 19430 | 11.776 | 11.669 |
| 15 | BJ5 | 1/3 bentang tengah | 1933 | 19330 | 11.715 | |

Keterangan: W15-1 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Jarak Takikan 5 cm
Lebar Takikan 1 cm

W15-2 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Jarak Takikan 5 cm
Lebar Takikan 1 cm

BJ = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm



Gambar 8. Grafik Kuat Lentur Metode 2 Titik

Dari Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa momen nominal hasil pengujian balok bertulangan lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis. Untuk benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan jarak 15 lebar

10 mm didapat rerata sebesar 0,231 tonm dan jarak 20 mm sebesar 0,260 tonm. Untuk balok bertulangan baja \varnothing 8 mm momen nominal hasil pengujian didapat sebesar 0,492 tonm. Apabila

REKOMENDASI

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

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kapasitas lentur balok beton bertulangan bertulangan bambu wulung takikan tipe U jarak 15cm pada lebar takikan 1cm dan 2 cm terhadap tulangan baja, didapat kesimpulan.

- Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U pada kuat tarik nodia didapat sebesar 0,215 tonm, dan pada balok bertulangan baja \varnothing 8 mm didapat momen nominal berdasarkan analisis sebesar 0,487 tonm.
- Momen nominal hasil uji experiment pada benda uji balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 10 mm didapat rerata sebesar 0,231 tonm, dan pada balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 10 cm lebar 20 mm didapat momen rerata sebesar 0,260 tonm, sedangkan untuk balok bertulangan baja \varnothing 8 mm didapat momen nominal hasil pengujian rerata sebesar 0,487 tonm.
- Pada kuat tarik nodia, rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 10 mm = 0,072, dan Balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 10 cm lebar 20 mm = 1,210. Pada balok bertulangan baja \varnothing 8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,010
- Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 10 mm menjadi 53,17 % dari kapasitas lentur balok bertulangan baja \varnothing 8 mm, dan untuk kapasitas lentur balok bertulangan bambu Wulung takikan tipe U dengan jarak takikan 10 cm lebar 20 mm pun menjadi 47,16 % dari kapasitas lentur balok bertulangan baja \varnothing 8 mm.
- 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 10 buah balok yang di uji, rerata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan keruntuhan lentur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Agus Setyabudi, ST. MT. dan Edy Purwanto, ST. MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Frick, H., 2004. "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Krisnamurthy, D., 1990. "Building with Bamboo-A Solution for Housing Rural Poor": 258-269. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., Bamboos Current Research, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Morisco, 2008. Teknologi Bambu. Diktat kuliah Magister Teknik Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G., 1990. Beton Bertulang ; Suatu Pendekatan Dasar, PT. Eresco, Bandung.
- Pambudi, Ajar., 2003. Pengaruh Pengawetan Bambu dengan Minyak Solar terhadap Karakteristik Bambu (studi kasus perendaman dingin dengan minyak solar pada jenis bambu petung). Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.
- Prawirohatmodjo, S., 1990. "Comparative Strength of Green and Air-dry Bamboo", 218-222. In Rao I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., Bamboos Current Research, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Pathurahman dan Fajrin J., 2003. "Aplikasi Bambu Pilitan Sebagai Tulangan Balok Beton", dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., 1993. "Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tjokrodinuljo. K., 1996. "Teknologi Beton", Gajah Mada Press. Yogyakarta.

