

KAJIAN KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE “V” DENGAN JARAK 6 DAN 7 CM

Dhimas Andrian¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Endah Safitri³⁾,

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: dhimas_andrian@yahoo.co.id

Abstract

In this era of globalization, population growth is increasing very rapidly as in Indonesia. With the increase in population increases the need of housing. Needs the use of reinforced concrete will increase along with the increasing demand for housing construction. This will increase the need for reinforcing steel as the main structural component of the building, while the availability of the manufacture of steel (iron ore) will be limited because it is one natural resource that can not be updated, automatically reinforcing steel prices will also be increased as it became rare for encountered. That is why it is necessary looking for a new alternative replacement of steel reinforcement in concrete. Experts have examined the structure of the world the possibility of using other materials by using bamboo as concrete reinforcement. Bamboo was chosen as an alternative reinforcing concrete because it is a natural product of renewable, inexpensive, easy to plant, rapid growth, can reduce the effects of global warming and has a very high tensile strength. Bamboo has a tensile strength that is quite high, between 100-400 MPa, equivalent from 1/2 to 1/4 of the strength ultimate of steel. The purpose this study is to analyze flexural capacity of concrete beams with reinforcement bamboo petung notch type “v” with distance 6 and 7 cm. This study used an experimental method with a total of 12 pieces of the test specimen. Specimens used were concrete beam measuring 110 × 150 × 1700 mm. The three pieces using steel reinforcement, six pieces using reinforcement of bamboo petung with the dimensions 1650 × 20 × 5,2 mm using the notch type “V” notch distances 6 and 7 cm, and three pieces without reinforcement. Quality concrete is planned $f_c' = 17,5$ MPa. Bending test performed at 28 days with a two-point loading method. In terms of the capacity of bending, the moment test results of concrete beams with reinforcement of bamboo petung with 6 cm notch flexural capacity equivalent to 82.22% while concrete beams with reinforcement of bamboo petung with 7 cm notch flexural capacity equivalent to 70.91% of the beam with plain steel reinforcement diameter of 8 mm. The pattern collapse on concrete beams with steel reinforcement and the concrete beam with bamboo reinforcement petung type V notch with the notch distance 6 and 7 cm located between the third middle span. Such a collapse is included in the bending collapse.

Keyword: Concrete Beams, Flexural Capacity, Bamboo Reinforcement, Bamboo Petung.

Abstrak

Pada era globalisasi ini pertumbuhan penduduk meningkat sangat pesat seperti di Indonesia. Dengan meningkatnya jumlah penduduk maka meningkat pula kebutuhan perumahan. Kebutuhan penggunaan beton bertulang pun akan semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya permintaan pembangunan perumahan. Hal ini akan meningkatkan kebutuhan tulangan baja sebagai komponen utama struktur bangunan, sedangkan ketersediaan bahan dasar pembuatan baja (bijih besi) akan semakin terbatas karena merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, otomatis harga tulangan baja pun akan ikut meningkat karena menjadi langka untuk ditemui. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Para ahli struktur dunia telah meneliti kemungkinan penggunaan bahan lain yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton. Bambu dipilih sebagai tulangan alternatif beton karena merupakan produk hasil alam yang *renewable*, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja. Bambu mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi, antara 100 – 400 MPa, setara dengan 1/2 sampai 1/4 dari tegangan *ultimate* besi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis berapa kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tipe “v” dengan jarak takikan 6 dan 7 cm. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 12 buah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton berukuran 110 x 150 x 1700 mm. Tiga buah menggunakan tulangan baja, enam buah menggunakan tulangan bambu petung dengan dimensi 1650 x 20 x 5,2 mm menggunakan takikan tipe “V” dengan jarak takikan 6 dan 7 cm, dan tiga buah tanpa tulangan. Mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' = 17,5$ MPa. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode *two point loading*. Ditinjau dari kapasitas lenturnya, momen hasil pengujian balok beton dengan tulangan bambu petung dengan takikan 6 cm memiliki kapasitas lentur setara dengan 82,22% sedangkan balok beton dengan tulangan bambu petung dengan takikan 7 cm memiliki kapasitas lentur setara dengan 70,91% 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 takikan tipe V dengan jarak takikan 6 dan 7 cm terletak antara 1/3 bentang tengah. Keruntuhan yang demikian termasuk dalam keruntuhan lentur.

Kata kunci: Balok Beton, Kapasitas Lentur, Tulangan Bambu, Bambu Petung.

PENDAHULUAN

Pada saat ini permintaan akan perumahan semakin meningkat karena pertumbuhan penduduk pun meningkat. Maka penggunaan beton bertulang pun akan ikut meningkat karena merupakan struktur bangunan. Hal ini akan meningkatkan kebutuhan tulangan baja sebagai komponen utama struktur bangunan.

Namun demikian ketersediaan bahan dasar pembuatan baja (bijih besi) akan semakin terbatas karena merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, otomatis harga tulangan baja pun akan ikut meningkat karena menjadi langka untuk ditemui. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Para ahli struktur dunia telah meneliti kemungkinan penggunaan bahan lain, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton.

Dengan memperhatikan kekuatan bambu yang tinggi, serta bambu dengan kualitas baik dapat diperoleh pada umur hanya 3 – 5 tahun, bambu mudah ditanam, tidak perlu pemeliharaan secara khusus, mempunyai ketahanan sangat tinggi terhadap gangguan, rumpun yang sudah dibakar pun masih dapat tumbuh lagi, maka bambu mempunyai peluang yang besar untuk menggantikan kayu yang baru siap tebang setelah berumur sekitar 50 tahun (Morisco, 2000).

Di Indonesia bambu tumbuh dimana – mana dan produksi per tahunnya cukup melimpah. 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.

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 6 dan 7 cm sebagai pengganti tulangan baja pada beton guna dapat diaplikasikan pada struktur bangunan sederhana.

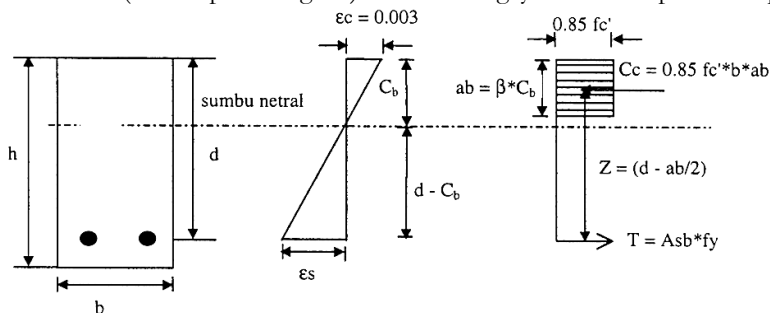
LANDASAN TEORI

Analisis dan perencanaan balok menggunakan rumus-rumus dalam analisis beton bertulangan 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:

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

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

$$\beta_1 \geq 0.65$$

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.

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

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

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

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:

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

$$a_b = \beta_1 c_b$$

$$C_c = 0.85 f_c' b a_b$$

$$T = A_{sb} f_y$$

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

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

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

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

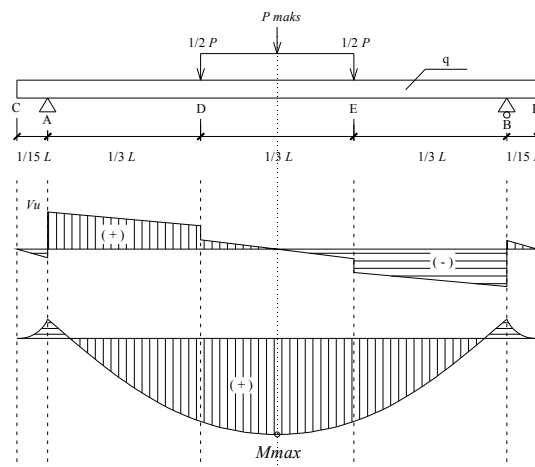
$$A_s \leq 0,60 A_{sb} \text{ (untuk bambu)}$$

- 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:

$$\sum MB = 0$$

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

$$RA_v = \frac{\left(\frac{17}{30} q L^2 \right) + \left(\frac{1}{2} P L \right)}{L}$$

$$RA_v = \left(\frac{17}{30} q L \right) + \frac{1}{2} P$$

$$RA_v = RB_v$$

Momen:

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

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

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

$$M_{max} = \left(\frac{\frac{1}{2} P L}{3} \right) + \left(\frac{221}{1800} q L^2 \right)$$

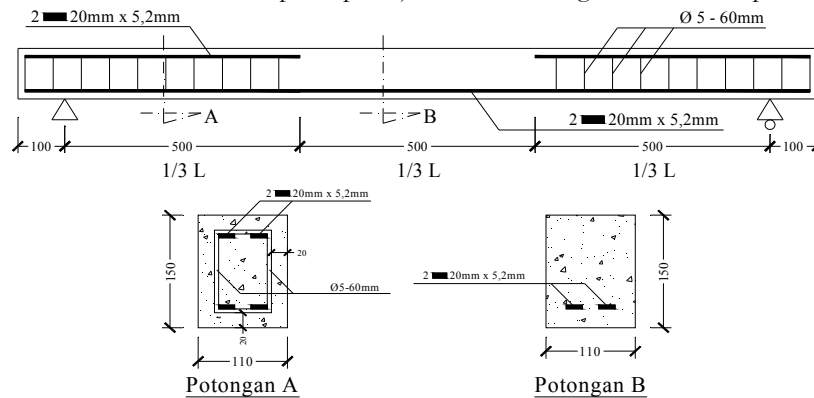
M_{max} = Momen Nominal Pengujian

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.

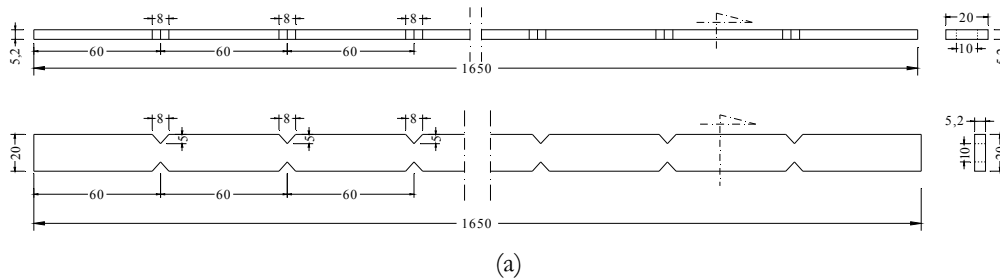
METODE PENELITIAN

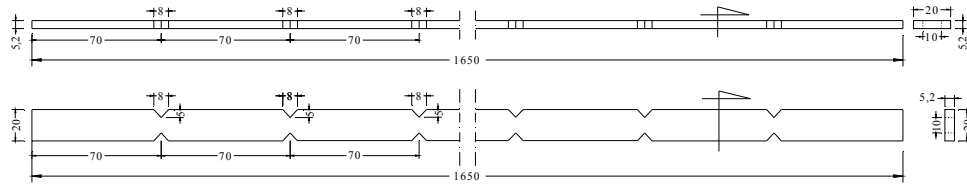
Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Dendrocalamus Asper* atau biasa dikenal sebagai bambu petung dengan usia diatas 2,5 tahun, yang diambil dari daerah Dukuh Jlegong, Desa Banyu Urip, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, dalam kondisi segar dan tanpa proses pengawetan atau proses kimia lainnya. 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 6 cm dan 7 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.



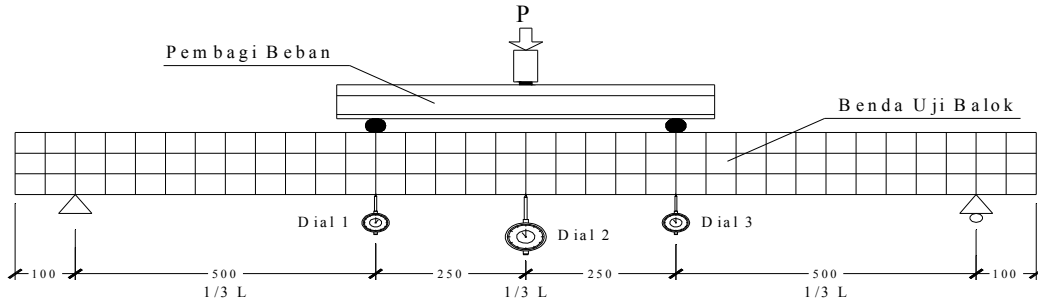
Gambar 3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu





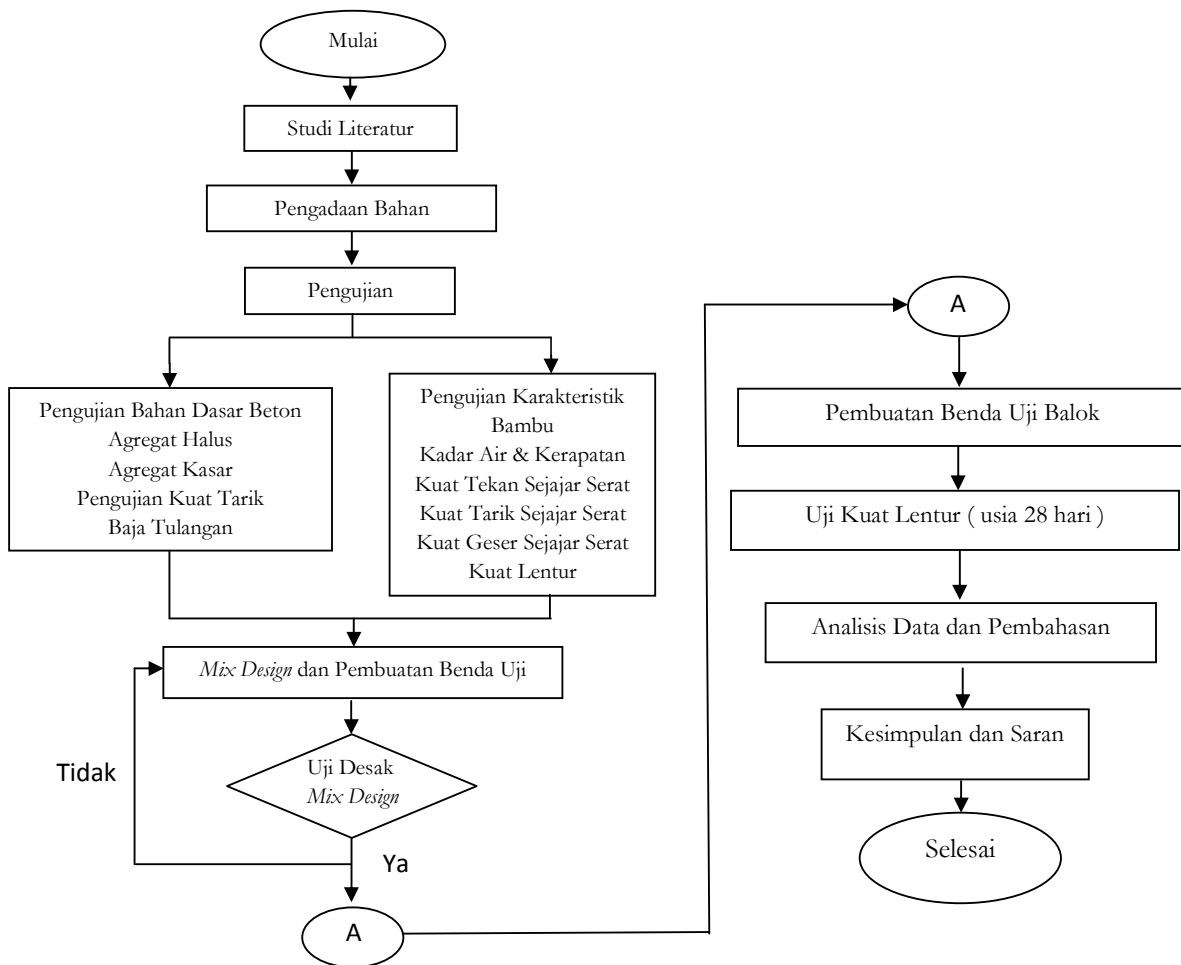
(b)

Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Petung Takikan 6 dan 7 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 4,647N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 54,180 N/mm².
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu petung didapat sebesar 302,779 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 486,490 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 *hidraulic 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 | P maks (kg) | P | | Lendutan (mm) | | | Posisi Runtuh |
|----|----------------|-------------|--------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------------------|
| | | | Retak Pertama (kg) | Maks | | | Retak Pertama | |
| | | | | Dial 1 | Dial 2 | Dial 3 | | |
| 1 | P1 6cm | 1468.8 | 468.8 | 23.4 | 25.28 | 22.4 | 1.42 | 1/3 bentang tengah |
| 2 | P2 6cm | 1618.8 | 468.8 | 26.75 | 27 | 26.65 | 1 | 1/3 bentang tengah |
| 3 | P3 6cm | 1868.8 | 468.8 | 18.61 | 19.9 | 19.48 | 2.15 | 1/3 bentang tengah |
| 4 | P1 7cm | 1318.8 | 468.8 | 15.35 | 13.6 | 14.23 | 2.9 | 1/3 bentang tengah |
| 5 | P2 7cm | 1618.8 | 318.8 | 18.2 | 21.6 | 17.1 | 0.6 | 1/3 bentang tengah |
| 6 | P3 7cm | 1318.8 | 518.8 | 20.73 | 23.45 | 19.3 | 2.2 | 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 6 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 6 cm
P 7 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 7 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 300 kg – 400 kg dan lendutan antara 0,6 mm – 2,9 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 penjaralan 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 anatara 0,8 mm – 1,2 mm.

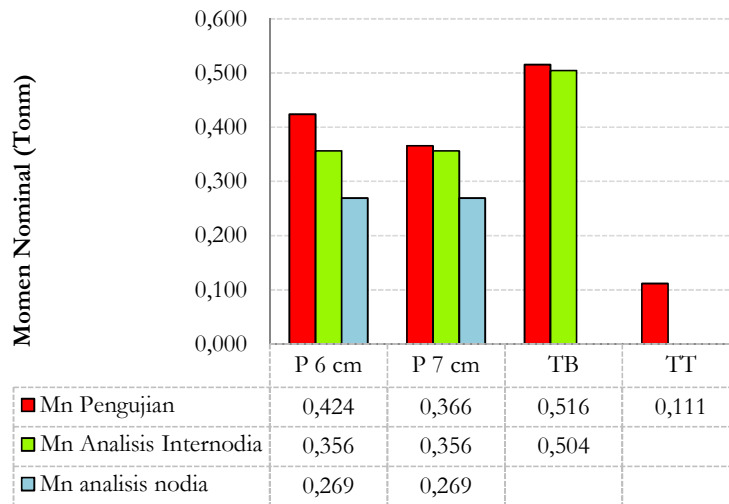
Perhitungan Momen Nominal hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata dan beban terpusat sebesar $P/2$ pada sepertiga bentangnya. Dari perhitungan ini dapat diketahui momen maksimal yang terjadi. Untuk perhitungan momen nominal secara analisis menurut 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

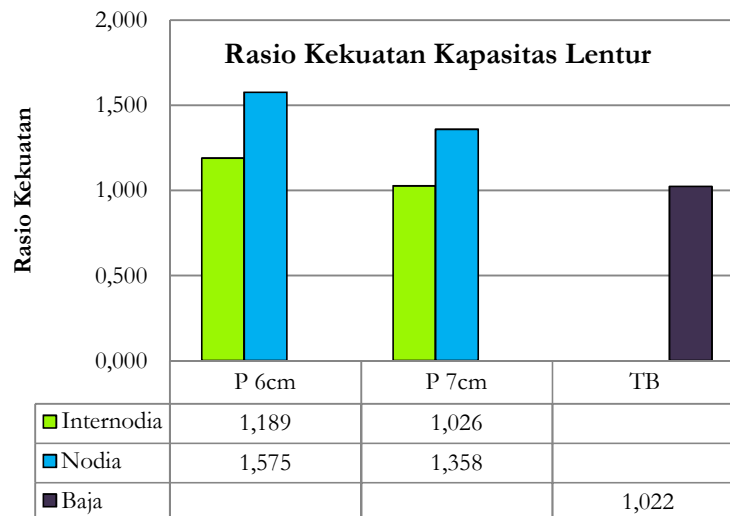
| No | Code Benda Uji | Momen Nominal | | | Rasio Kapasitas Lentur | |
|----|----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| | | Pengujian Rerata (Ton-m) | Analisis | | Bambu Internodia | Bambu Nodia |
| | | | Bambu Internodia (Ton-m) | Bambu Nodia (Ton-m) | | |
| 1 | P 6cm | 0.424 | 0.356 | 0.269 | 1,092 | 1,993 |
| 2 | P 7cm | 0.366 | 0.356 | 0.269 | 1,075 | 1,962 |
| 3 | TB | 0.516 | 0.504 | | | |

Keterangan: P 6 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 2 cm
P 7 cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 3 cm
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm

Momen Nominal Hasil Uji Experimen dan Analisis



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 6 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,424 tonm dan balok bertulangan bambu petung takikan 7 cm didapat rerata sebesar 0,366 tonm, sedangkan untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu petung takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,356 tonm atau setara 84,07% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 6 cm dan 97,48% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 7 cm. Untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,269 tonm atau setara 63,48% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 6 cm dan 73,61% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu petung takikan 7 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 6 cm lebih kuat 15,954% dari pada balok bertulangan bambu petung takikan berjarak 7 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 6 cm lebih baik dari pada jarak takikan 7 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 0,506 tonm atau setara 98,08% dari momen nominal hasil pengujian. Apabila momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja \varnothing 8 mm dibandingkan dengan balok tulangan bambu petung takikan 6 cm, didapat 0,82% lebih rendah dan 0,71% lebih rendah dari pada balok tulangan bambu petung takikan 7 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 kali lipat lebih.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- 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 \varnothing 8 mm sebesar 302,779 N/mm².
- 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.
- Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu petung takikan 6 cm lebih kecil menjadi 82,22% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja \varnothing 8 mm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu petung takikan 7 cm pun lebih kecil 70,91% dari balok bertulangan baja \varnothing 8 mm.

- d. Besarnya rasio kapasitas lentur Balok betulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 6 cm = 1,189, Balok betulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 7 cm = 1,026, pada kuat tarik Internodia. Sedangkan pada kuat tarik Nodia, rasio kapasitas lentur Balok betulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 6 cm = 1,575, dan Balok betulangan bambu petung takikan tipe V jarak takikan 7 cm = 1,358. Pada balok bertulangan baja \varnothing 8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,023.

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.

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.
- Budi,AS.(2010). "*Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuban lentur*", *Prosiding Seminar Nasional*"Pengelolaan Insfrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- Budi, AS. (2013). "*Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan Pada Beton Normal*". Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.
- Frick, H, (2004), "*Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*", Kanisius, Yogyakarta.
- 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.
- Morisco, (2000). "*Sambungan Bambu Dengan Celah dan Pengisi*", Forum Teknik Jilid 24, No. 1, Maret 2000, Yogyakarta.
- Nugroho,H. (2013). "*Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos*", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Tjokrodimulyo. K. (1996). "*Teknologi Beton*", Gajah Mada Press. Yogyakarta.