

# KUAT LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIDAK SEJAJAR TIPE U LEBAR 1 DAN 2 CM PADA TIAP JARAK 10 CM

Pratama Mulya<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Slamet Prayitno<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email :[resa.pratamam1993@gmail.com](mailto:resa.pratamam1993@gmail.com)

## Abstract

Bamboo can be an alternative replacement of steel reinforcement in reinforced concrete beam which is more environmentally friendly. The study purposes were determined the value of flexural strength of concrete beam bamboo petung reinforcement which have notches is not aligned with the u-type 10 mm and 20 mm wide at a distance of 100 mm. Testing of fine aggregate, coarse aggregate and testing the characteristics of bamboo is used as a preliminary test to determine the feasibility of the material. Planning concrete mix design using the SK SNI 03-2834 – 2000. Dimensions of the bamboo used is the length of 1650 mm, a width of 20 mm and a thickness of 5 mm. Beam-shaped test specimens with dimensions of length 1700 mm, width 110 mm and height of 150 mm. Flexural strength value based on the results of laboratory testing is 5.9150 N/mm<sup>2</sup> for the notch 10 mm and for the notch 20 mm 8.8215 N/mm<sup>2</sup>.

Keywords: flexural strength, bamboo reinforcement, bamboo reinforced concrete, bamboo reinforcement concrete beam

## Abstrak

Bambu dapat menjadi alternatif bahan pengganti tulangan baja pada balok beton bertulang yang lebih ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat lentur pada balok beton tulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe u dengan lebar takikan 10 mm dan 20 mm pada tiap jarak 100 mm. Pengujian agregat halus, agregat kasar dan pengujian karakteristik bambu digunakan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui kelayakan material. Perencanaan rancang campur beton menggunakan metode SK SNI 03 – 2834 – 2000. Dimensi bambu yang digunakan adalah panjang 1650 mm, lebar 20 mm dan tebal 5 mm. Benda uji berbentuk balok dengan dimensi panjang 1700 mm, lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Nilai kuat lentur analisis hasil pengujian laboratorium adalah 5,9150 N/mm<sup>2</sup> untuk takikan 10 mm dan 8.8215 N/mm<sup>2</sup> untuk takikan 20 mm.

Kata Kunci : kuat lentur, tulangan bambu, beton tulangan bambu, balok beton tulangan bambu

## PENDAHULUAN

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk mengakibatkan populasi penduduk di Indonesia semakin bertambah yang diiringi oleh meningkatnya kebutuhan tempat tinggal. Pembuatan tempat tinggal berupa rumah-rumah sederhana tentu mengakibatkan kebutuhan akan beton bertulang baja akan semakin meningkat, sedangkan untuk bahan baku baja berupa bijih besi akan semakin berkurang dan menjadi barang yang sulit ditemui. Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan material lain yang dapat menggantikan peran tulangan baja, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan menggunakan bambu sebagai tulangan beton. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat lentur balok beton tulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U lebar 1 dan 2 cm pada tiap jarak 10 cm pada balok sebagai komponen struktur sederhana.

## Bambu

Bambu merupakan salah satu bahan bangunan yang tertua yang digunakan manusia tropik. Bambu juga merupakan bahan bangunan yang sangat terkenal di Indonesia khususnya bagi masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena bambu mudah diperoleh, harganya relatif murah dan secara teknis relatif mudah dikerjakan oleh tenaga kurang terampil. Selain itu bambu juga memiliki sifat kuat tarik yang cukup besar dan cukup elastis sehingga cocok untuk digunakan sebagai tulangan alternatif untuk daerah pedalaman bila tulangan besi tidak tersedia atau harganya sangat mahal (Abdurahman *et al*,1994 dalam Widjaya *et al*, 1994).

## Beton

Beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air dengan atau tanpa bahan tambahan lain, dimana semen dan air berperan sebagai pengikat. Penggunaan beton dapat dengan mudah dijumpai pada konstruksi jalan, jembatan, waduk, bendungan, dan lain-lain. Analisa bahan terhadap material penyusun beton sangat diperlukan untuk mencapai mutu beton yang ingin dibuat. Ketidaktelitian dalam analisa bahan dapat membuat beton yang dibuat tidak mencapai mutu yang diinginkan.

## Kuat Lentur Balok

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan 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 luas (SNI 03-4431-1997).



**Gambar 1.** Perletakan dan Pembebanan Balok Uji  
 (Sumber: SNI 03-4431-1997)

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 2.2 (a), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

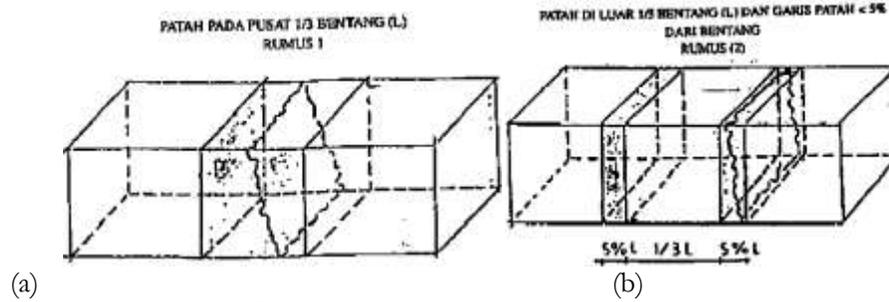
$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (2.17)$$

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 2.2 (b), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma_1 = \frac{3.P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (2.18)$$

- Dengan:
- $\sigma_1$  = 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)
  - b = 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.

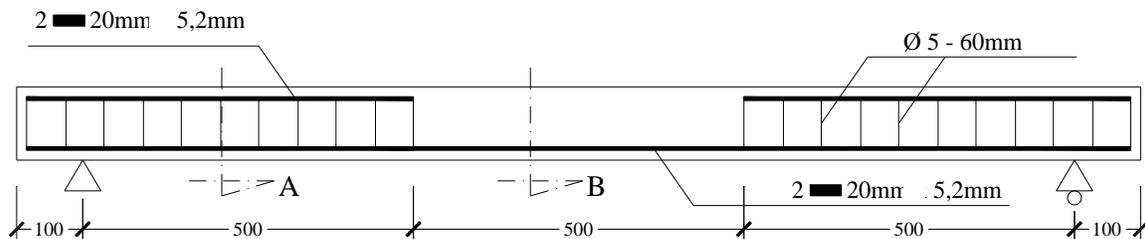


**Gambar 2.** Daerah Patah Pada Balok Uji  
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

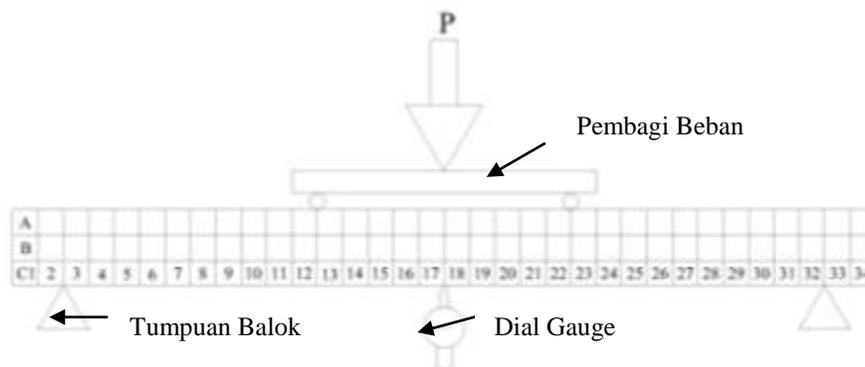
Pada penelitian yang dilakukan Pathurahman (2003), menunjukkan bahwa keruntuhan yang terjadi pada benda uji balok beton ukuran 150x200x2000 mm diawali dengan retaknya beton. Retak yang selalu terjadi pada awal proses keruntuhan adalah retak lentur ditandai dengan pola retak yang tegak lurus. Secara umum retak tersebut terjadi pada saat beban mencapai di atas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Retak awal biasanya terjadi pada daerah pembebanan di sekitar tumpuan rol, kemudian retak terjadi di daerah tengah bentang selanjutnya di daerah sekitar sendi, atau sebaliknya.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat, kuat tekan beton, kuat tarik bambu dan kuat lentur balok tulangan bambu. Benda uji kuat lentur dengan dimensi  $P = 1700$  mm,  $L = 110$  mm,  $T = 150$  mm dengan variasi takikan tidak sejajar tipe u lebar takikan 10 mm dan 20 mm. Masing-masing variasi berjumlah 6 buah, umur beton yang dipakai 28 hari, detail tulangan balok beton seperti gambar 3. dan pengujian kuat lentur dilakukan dengan *setting-up* seperti gambar 4.



**Gambar 3.** Detail tulangan balok



**Gambar 4.** *Setting up* alat pengujian

## Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan empat tahap yaitu :

a. Tahap Persiapan dan Pengujian Bahan

Pada tahap persiapan dilakukan survey umur dan memotong bambu petung yang masuk kedalam spesifikasi yaitu memiliki umur diatas 2,5 tahun dan bambu yang digunakan adalah yang terletak diatas 1,5 m dari permukaan tanah dan diambil sepanjang 4 m. Setelah bambu dipotong bambu kemudian dibilah bilah menjadi ukuran panjang 1650 mm lebar 20 mm tebal 5 mm dan bagian yang digunakan adalah bagian kulit bambunya . Bambu yang telah dipilah kemudian direndam terhadap zat borak dan asam borik dengan perbandingan 3:2 konsentrasi 10 % selama 5 hari lalu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Bilahan bambu yang telah direndam dan dikeringkan lalu diberi takikan/coakan yang berjarak 10 cm tidak sejajar dengan variasi lebar takikan 10 mm dan 20 mm. Bambu yang telah ditakik kemudian dirangkai menjadi satu dengan tulangan sengkang sebagai tulangan pada balok. Pembuatan bekisting dengan panjang 1700 mm lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Pengujian bahan dilakukan pada agregat kasar, agregat halus dan bambu petung. Pada pengujian agregat kasar dilakukan uji gradasi, abrasi dan *specific gravity*. Pengujian agregat halus dilakukan pengujian gradasi, kadar lumpur, kadar zat organik dan *specific gravity* sedangkan pengujian *bambu petung* dilakukan uji kadar air, kerapatan, kuat tarik sejajar serat, kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat, *MOR (Modulus of Elasticity)* dan *MOE (Modulus of Rapture)*.

b. Hitungan Rancang Campur (Mix Desain) dan Pembuatan Benda Uji

Metode yang dipakai dalam perencanaan dan perhitungan rancang campur menggunakan metode **SK SNI 03 – 2834 - 2000**. Hasil hitungan kebutuhan bahan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 2.** Hasil perhitungan berat material untuk setiap 1 m<sup>3</sup>

Berat (kg)			
Air	Semen	Pasir	Kerikil
195	325	732	1098

Kegiatan pembuatan benda uji diawali dengan menyiapkan dan menimbang bahan campuran adukan beton. Memasukkan pasir dan kerikil kedalam *mollen* diberi tambahan air sebesar 50 % dari kebutuhan air total tiap satu kali proses pengecoran. Setelah campuran dirasa homogen, semen dimasukkan kedalam *mollen* dan diberi air 50 % kekurangannya. Setelah campuran dirasa homogen, dilakukan uji *slump* dan beton segar dapat dituangkan kedalam bekisting yang sudah terdapat tulangan bambu petung kemudian dipadatkan.

c. Perawatan dan pengujian benda uji

Perawatan dilakukan dengan cara membungkus benda uji dengan menggunakan karung goni yang telah dibasahi selama 28 hari. Setelah selama 28 hari, benda uji dicat dengan warna putih, diberi tanda koordinat dan selanjutnya dilakukan pengujian.

d. Pembahasan dan analisis data hasil pengujian.

Analisis data hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini meliputi kuat tarik bambu petung nodia, kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung. Pada hasil pengujian berat jenis beton didapatkan rerata sebesar 2350 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian *slump* didapat rerata 12 cm. Hal tersebut memenuhi syarat, dimana syarat untuk *slump* pada penelitian ini antara 6-18 cm. Pada uji kuat tarik bambu nodia diperoleh rerata hasil yaitu  $f_y$  sebesar 90,7795 N/mm<sup>2</sup> dan  $f_t$  sebesar 105,8511 N/mm<sup>2</sup>. Pada uji kuat tekan beton didapatkan rerata hasil yaitu 18,4949 N/mm<sup>2</sup>. Hal tersebut masuk kedalam syarat kuat tekan beton minimum pada tempat tinggal sederhana yaitu sebesar 17 N/mm<sup>2</sup>.

### Hasil Pengujian Kuat Lentur

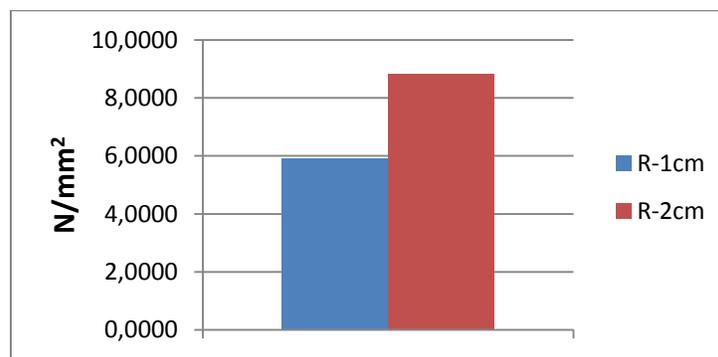
Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan *Loading Frame*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji berbentuk balok diatas 2 tumpuan yang sejajar, kemudian membebaniya dengan sistem pembebanan 2 titik pembebanan merata (*Two Point Loading*)

yang diletakkan sepertiga bentang tengah. Data lendutan didapat dengan mencatat posisi jarum pada *dial gange* berskala 0,01 mm yang diletakkan di tengah bentang pada setiap penambahan beban sebesar 0,5 kN yang diberikan.

**Tabel 3.** Rangkuman Posisi Patah, P maksimum dan Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok Beton Metode Dua Titik Pembebanan

No	Kode Benda Uji	Posisi Patah	P Maks		Kuat Lentur Balok	
			kN	ton	Hasil N/mm <sup>2</sup>	Rerata N/mm <sup>2</sup>
1	R-1cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	11.2	1.143	6.0691	
2	R-1cm	1/3 bentang tengah	12.2	1.245	7.3939	
3	R-1cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	11.7	1.194	6.3804	5.9150
4	R-1cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	13.7	1.398	6.7190	
5	R-1cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	8.7	0.888	4.5642	
6	R-1cm	1/3 bentang tengah	7.2	0.735	4.3636	
7	R-2cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	13.7	1.398	7.5870	
8	R-2cm	5% diluar 1/3 bentang tengah	15.2	1.551	9.0996	8.8215
9	R-2cm	1/3 bentang tengah	15.2	1.551	9.2121	
10	R-2cm	1/3 bentang tengah	15.7	1.602	9.5152	
11	R-2cm	1/3 bentang tengah	13.7	1.398	8.3030	
12	R-2cm	1/3 bentang tengah	15.2	1.551	9.2121	

Keterangan : R-1cm= Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 10 cm Lebar 10 mm  
R-2cm= Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 10 cm Lebar 20 mm



**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Rerata Kuat Lentur Metode Dua Titik Pembebanan

Berdasarkan analisis hitungan hasil uji di laboratorium didapatkan nilai rerata P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 10,7833 kN atau sebesar 1,1003 ton dan untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 14,7833 kN atau sebesar 1,5085 ton. Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 5,9150 N/mm<sup>2</sup> dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 8.8215 N/mm<sup>2</sup>. Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm 67,05 % dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.

## Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung

Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung yang terjadi pada penelitian ini terbagi menjadi dua kategori yaitu runtuh pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 10,7833 kN atau sebesar 1,1003 ton dan untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 14,7833 kN atau sebesar 1,5085 ton.
- Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 5,9150 N/mm<sup>2</sup> dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 8.8215 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm 67,05 % dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.
- Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung yang terjadi pada penelitian ini terbagi menjadi dua kategori yaitu runtuh pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

## REFERENSI

- 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, *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.
- Arifin. (2007), "Treatment Material", (2007), Brosur Produk Bio Chemical Indonesia, Yogyakarta
- Frick, H. (2004). "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Ghavami K. (2004). "Bamboo as reinforcement in structural concrete elements" Department of Civil Engineering, Pontificia Universidade Catolica, PUC-Rio, Rua Marques de São Vicente 225, 22453-900 Rio de Janeiro, Brazil.
- Janssen, J. (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 dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Morisco. (1999). "Rekayasa Bambu". Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N. (1993). "Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Susilaning, L. dan Suheryanto D. (2012). "Pengaruh Waktu Perendaman Bambu dan Penggunaan Borak-Borik Terhadap Tingkat Keawetan Bambu", Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta.