

# KUAT LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIDAK SEJAJAR TIPE U LEBAR 1 DAN 2 CM PADA TIAP JARAK 5 CM

Bagus Zaki Baridwan<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Sugiyarto<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 :[baguszakibaridwan@gmail.com](mailto:baguszakibaridwan@gmail.com)

## Abstract

Steel is the material can not be updated, that increasing selling prices and lead to scarcity. Another alternative as a substitute steel for reinforcement beams can use bamboo, which is a natural resource that can be updated. This study aimed to analyze flexural strength of bamboo petung reinforcement concrete beam u-type with unparallel notches width 1 cm and 2 cm at 5 cm in distance. Flexural strength testing refers to the SNI 03-4431 - 2011. Flexural strength value based on the results of laboratory testing is 8,7283 N/mm<sup>2</sup> for the notch 10 mm and for the notch 20 mm 11,2032 N/mm<sup>2</sup>.

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

## Abstrak

Baja merupakan material tidak dapat diperbarui, sehingga meningkatkan harga jual dan menimbulkan kelangkaan. Alternatif lain pengganti baja sebagai tulangan balok dapat menggunakan bambu, yang mana merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui. Penelitian ini bertujuan 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 50 mm. Pengujian kuat lentur mengacu pada SNI 03 – 4431 – 2011. Nilai analisis kuat lentur hasil pengujian laboratorium adalah 8,7283 N/mm<sup>2</sup> untuk takikan 10 mm dan 11,2032 N/mm<sup>2</sup> untuk takikan 20 mm.

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

## PENDAHULUAN

Kebutuhan beton tulangan baja sebagai material utama konstruksi semakin meningkat seiring pesatnya pembangunan perumahan di Indonesia. Bertambahnya penggunaan tulangan baja menimbulkan kelangkaan dan tingginya harga baja. Alternatif lain sebagai pengganti tulangan baja dapat menggunakan bambu. Keunggulan dari material bambu adalah harganya yang murah, sumber daya alam yang dapat diperbarui, dan mudah didapat. Balok beton merupakan salah satu elemen penting dalam struktur bangunan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Dimas Andrian (2014) mengenai balok beton tulangan bambu petung didapatkan rerata kuat lentur balok tulangan bambu petung tipe V lebar takikan 6 cm sebesar 9,776 N/mm<sup>2</sup> dan tipe V lebar takikan 7 cm sebesar 8,427 N/mm<sup>2</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu Petung takikan tidak sejajar tipe U lebar takikan 10 mm dan 20 mm dengan jarak takikan 50 mm dan dibandingkan dengan balok bertulang baja polos diameter 8 mm.

## Bambu

Bambu merupakan salah satu material konstruksi yang tersebar di seluruh daerah tropis dan subtropis. Terdapat banyak macam bambu, tetapi dari ratusan jenis itu, hanya ada empat macam saja yang dianggap penting sebagai jenis bambu dan yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu bambu Petung, bambu Wulung, bambu Tali dan bambu Duri (Frick, 2004). Sebagai material konstruksi bambu memiliki keunggulan antara lain harganya yang murah, sumber daya alam yang dapat diperbarui, dan mudah didapat. Berdasarkan

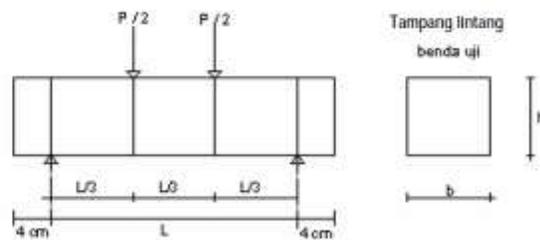
penelitian yang dilakukan oleh Morisco (1999) kuat tarik kulit bambu petung mencapai 3000 kg/cm<sup>2</sup> melebihi tegangan leleh baja.

### Beton

Beton adalah campuran dari semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Semen dan air berperan sebagai pengikat atau bisa disebut pasta, sedangkan bahan tambah lain digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu pada beton. Penggunaan beton dapat ditemui pada konstruksi gedung, jembatan, waduk, dll. Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh kualitas material pembentuknya, serta perbandingan dari komposisi material tersebut. Kuat tekan beton sebagai dasar dalam mengevaluasi kualitas beton 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 03-4431-2011).



Keterangan gambar:  
 L adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)  
 b adalah lebar tampak lintang benda uji (cm)  
 h adalah tinggi tampak lintang benda uji (cm)  
 P adalah beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

**Gambar 1.** Perletakan dan Pembebanan Balok Uji  
 (Sumber: SNI 03-4431-2011)

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

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (1)$$

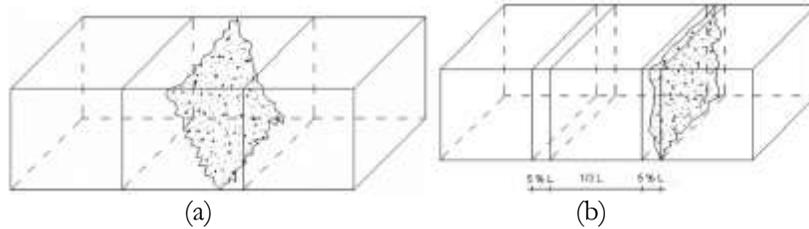
2. Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan seperti Gambar 2 (b), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

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

- 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).

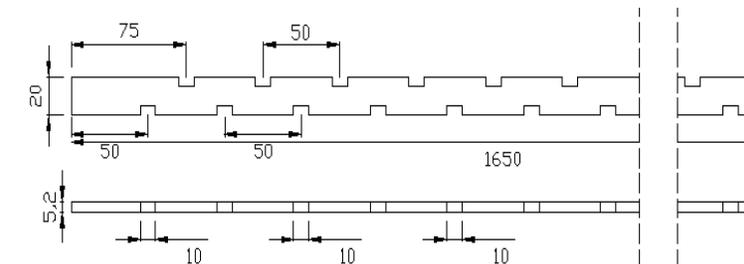
3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.



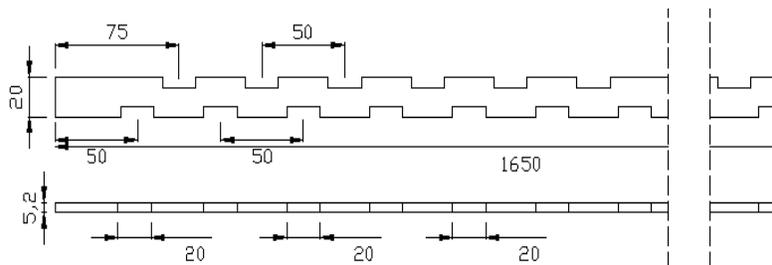
**Gambar 2.** Daerah Patah Pada Balok Uji  
(Sumber: SNI 03-4431-2011)

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen pada laboratorium. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat kasar, agregat halus, kuat tekan beton, kadar air dan kerapatan bambu, kuat tarik bambu dan kuat lentur balok tulangan bambu. Benda uji kuat lentur dalam penelitian ini berbentuk balok 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 dengan jarak 50 mm. Masing-masing variasi berjumlah 6 buah, pengujian kuat lentur balok dilakukan saat umur beton mencapai 28 hari. Detail takikan tulangan, pemasangan tulangan balok beton, dan skema pengujian kuat lentur pada balok beton dilakukan pada gambar 3,4, dan 5.

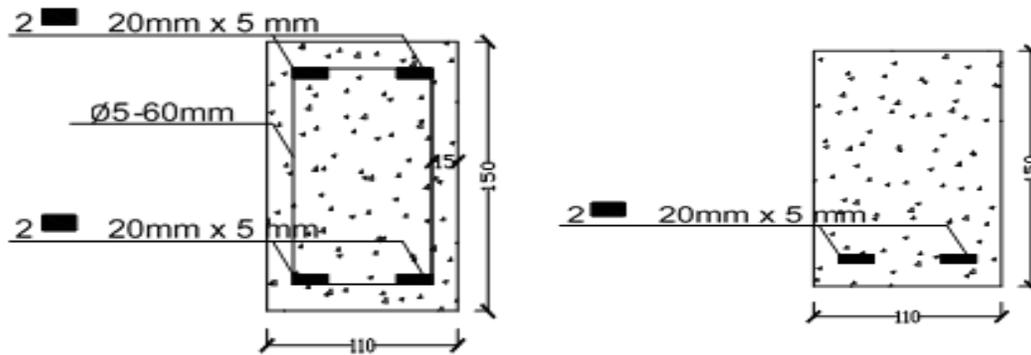


(a)Bambu takikan lebar 10 mm



(b) Bambu takikan lebar 20 mm

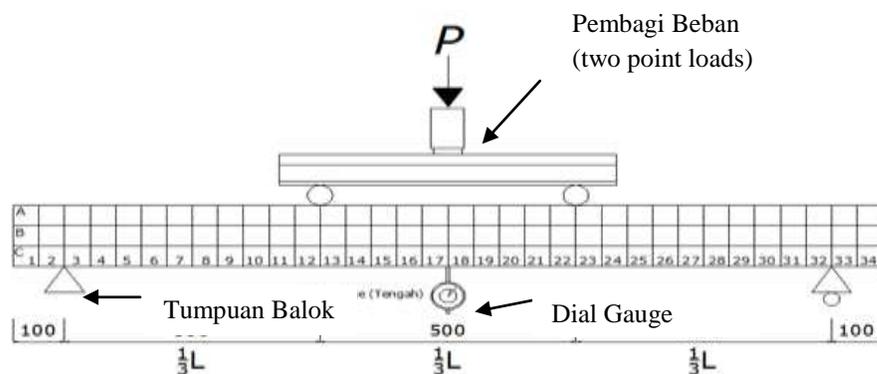
**Gambar 3.** Detail takikan tulangan balok



(a) 1/3 diluar bentang tengah

(b) 1/3 bentang tengah

**Gambar 4.** Detail pemasangan tulangan balok



**Gambar 5.** Skema pengujian kuat lentur balok

## Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan empat tahap yaitu :

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan survey dan pengadaan bahan material yang digunakan untuk penelitian. Adapun bahan material antara lain bambu petung yang berumur lebih dari 2,5 tahun serta diambil sepanjang 4 m diatas 1,5 m dari rumpun bambu atau permukaan tanah, agregat, dan semen PPC.

b. Pengujian Bahan

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*).

c. Hitungan Rancang Campur (*Mix Design*)

Metode yang dipakai dalam perencanaan dan perhitungan rancang campur beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03 – 2834 – 2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Hasil hitungan kebutuhan bahan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Berat Material Untuk Setiap 1 m<sup>3</sup>

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

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat silinder beton berumur 28 hari.

c. Pembuatan Benda Uji

Bambu petung dipotong 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 dibilah kemudian direndam dalam air yang mengandung 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 yang berjarak 50 mm tidak sejajar dengan variasi lebar takikan 10 mm dan 20 mm. Bambu petung 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. Kemudian memasukkan tulangan bambu kedalam bekisting yang telah diolesi oli sebelumnya. Kegiatan pembuatan benda uji diawali dengan menyiapkan dan menimbang bahan campuran adukan beton. Memasukkan pasir, kerikil, semen, dan air kedalam *mollen* yang telah ditimbang sebelumnya. Setelah campuran dirasa homogen, dilakukan uji *slump*, beton segar dapat dituangkan kedalam bekisting yang sudah terdapat tulangan bambu petung kemudian dipadatkan. Bekisting yang telah dicor didiamkan selama kurang lebih 24 jam sebelum dibongkar. Selanjutnya dilakukan *curing* selama 7 hari dan mendinginkan balok beton selama 28 hari terhitung sejak hari pengecoran dilakukan.

d. Pengujian kuat lentur balok

balok beton di cat dengan warna putih, kemudian diberi garis kotak-kotak untuk mempermudah dalam membaca posisi retakan pada bagian benda uji balok pada saat pengujian dilakukan.

e. Analisis dan pembahasan data hasil pengujian.

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

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

- Kadar air dan kerapatan bambu petung didapat sebesar 6,97 % dan 1,2336 gram/cm<sup>3</sup>
- Kuat tekan sejajar serat sebesar 43,770 N/mm<sup>2</sup>, kuat geser sejajar serat bambu petung sebesar 3,516 N/mm<sup>2</sup>,
- Kuat tarik leleh dan maksimum sejajar serat internodia masing-masing sebesar 103,09 dan 233,01 N/mm<sup>2</sup>
- Kuat tarik leleh dan maksimum sejajar serat nodia masing-masing sebesar 93,47 dan 196,49 N/mm<sup>2</sup>
- Modulus elastisitas internodia sebesar 3680,81 N/mm<sup>2</sup>, modulus elastisitas nodia sebesar 3395,17 N/mm<sup>2</sup>
- Nilai *MOR* horisontal (kulit dibawah) sebesar 474,0740 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai *MOE* horisontal (kulit dibawah) sebesar 21549,98 N/mm<sup>2</sup>.
- Nilai *slump* didapat rerata 12 cm. Hal tersebut memenuhi syarat, dimana syarat untuk *slump* pada penelitian ini antara 6-18 cm.
- Berat jenis beton didapatkan rerata sebesar 2350 kg/m<sup>3</sup>
- Kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari sebesar 24,91 N/mm<sup>2</sup>

### Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Tulangan Bambu Petung Tipe U Takikan Tidak Sejajar

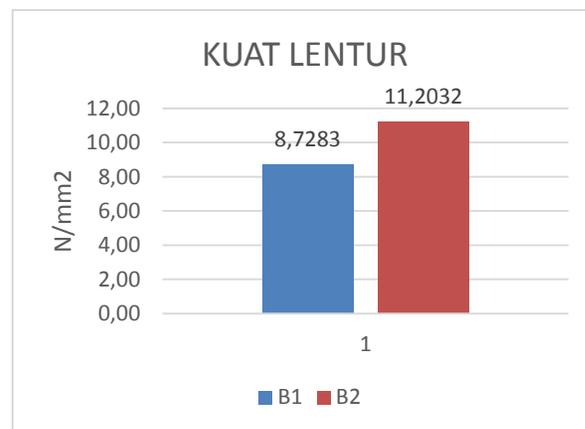
Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan *Loading Frame*. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan balok beton diatas 2 tumpuan yang sejajar, kemudian membebaninya dengan sistem pembebanan 2 titik pembebanan merata (*Two Point Loading*) yang diletakkan sepertiga bentang tengah. Data lendutan didapat dengan cara membaca dan mencatat perubahan posisi jarum pada *dial gauge* berskala 0,01 mm yang diletakkan di tengah bentang pada setiap

penambahan beban sebesar 0,5 kN yang diberikan. Rangkuman posisi runtuh, beban maksimum dan hasil hitungan kuat lentur balok beton dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 2.** Rangkuman Posisi Runtuh, P maksimum dan Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok Beton Metode Dua Titik Pembebanan

No	Kode Benda Uji	Posisi Runtuh	P Maks		Kuat Lentur Balok	
			N	kg	Hasil N/mm <sup>2</sup>	Rerata N/mm <sup>2</sup>
1	B1	1/3 bentang tengah	17000	1732,93	10,3030	
2	B1	5% luar 1/3 bentang tengah	15000	1529,05	8,1273	
3	B1	1/3 bentang tengah	20000	2038,74	12,1212	8,7283
4	B1	1/3 bentang tengah	13500	1376,15	8,1818	
5	B1	1/3 bentang tengah	9000	917,43	5,4545	
6	B1	1/3 bentang tengah	13500	1376,15	8,1818	
7	B2	5% luar 1/3 bentang tengah	21000	2140,67	11,4036	
8	B2	1/3 bentang tengah	19500	1987,77	11,8182	
9	B2	5% luar 1/3 bentang tengah	17500	1783,89	9,4606	11,2032
10	B2	1/3 bentang tengah	20000	2038,74	12,1212	
11	B2	>5% luar 1/3 bentang tengah	13000	1325,18	0	
12	B2	1/3 bentang tengah	18500	1885,83	11,2121	

Keterangan : B1 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar Jarak 5 cm Lebar 10 mm  
 B2 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar Jarak 5 cm Lebar 20 mm



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan Rerata Kuat Lentur Metode Dua Titik Pembebanan

Berdasarkan 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 14667 N atau sebesar 1495,07 kg dan untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 18250 N atau sebesar 1860,35 kg. Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 8,7283 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 11,2032 N/mm<sup>2</sup>. Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm adalah 77,9092 % 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 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pengujian Bambu petung berdasarkan sifat fisika didapatkan kadar air rerata 6,97% dan kerapatan rerata sebesar 1,2336 gram/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan sifat mekanika didapatkan kuat tekan sejajar serat rerata sebesar 43,770 N/mm<sup>2</sup>, kuat geser sejajar serat rerata sebesar 3,516 N/mm<sup>2</sup>, kuat tarik sejajar serat internodia leleh dan maksimum masing-masing sebesar 103,09 dan 233,01 N/mm<sup>2</sup>, kuat tarik sejajar serat nodia leleh dan maksimum masing-masing sebesar 93,47 dan 196,49 N/mm<sup>2</sup>, modulus elastisitas internodia rerata sebesar 3680,81 N/mm<sup>2</sup>, modulus elastisitas nodia rerata sebesar 3395,17 N/mm<sup>2</sup>, MOR dan MOE posisi kulit di bawah didapat sebesar 474,0740 dan 21549,98 N/mm<sup>2</sup>.
- b. Nilai *slump* didapat rerata 12 cm. Hal tersebut memenuhi syarat, dimana syarat untuk *slump* pada penelitian ini antara 6-18 cm.
- c. Berat jenis beton didapatkan rerata sebesar 2350 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari sebesar 24,91 N/mm<sup>2</sup>.
- d. P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 14667 N atau sebesar 1495,07 kg dan untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 18250 N atau sebesar 1860,35 kg.
- e. Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 8,7283 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 11,2032 N/mm<sup>2</sup>.
- f. Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm adalah 77,9092 % dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.
- g. Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung yang terjadi pada 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

## REFERENSI

- Anonim, 1997. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Anonim, 2000. *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.
- Anonim, 2011. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-2011)*. Jakarta
- Arifin. (2007), "Treatment Material", (2007), Brosur Produk Bio Chemical Indonesia, Yogyakarta
- Adrian, D. (2014). "Kajian Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Bambu Petung Takikan Tipe V dengan Jarak Takikan 6 dan 7 cm", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Frick, H. (2004). "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.

- 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.