

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

Okto Wisnu Nugroho<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Sunarmasto<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 :[okto.wisnu@gmail.com](mailto:okto.wisnu@gmail.com)

## **Abstract**

*Concrete has a strong compressive strength but weak to tensile strength. That why steel reinforcement is needed to shore up the weak concrete tensile strength. Concrete supported by steel reinforcement is called reinforced concrete. But the use of steel reinforcement resulting steel become scarce and the price become more expensive, that's why bamboo is used as alternative substitution of steel. This study aimed to analyze the concrete beam flexural strength Petung bamboo vertical position notch is crisscrossed U-type notch wide notch 1 and 2 cm with a distance of notch is 10 cm. The method used in this research is the method of laboratory experiments. Specimens used in this study is a block dimension 1700 mm x 150 mm x 110 mm with the reinforcement of bamboo. From the test results obtained by the value of the average flexural strength of concrete beams with bamboo reinforcement indentation 1 cm is equal to 36.9725 MPa for the compressive strength and 562.4078 MPa for tensile strength. Average flexural strength of concrete beams with bamboo reinforcement indentation 2 cm is equal to 32.904 MPa for compressive strength and 500.5184 MPa for tensile strength.*

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

## **Abstrak**

Beton mempunyai kuat tekan yang kuat, namun kuat tariknya lemah. Untuk itulah diperlukan adanya tulangan baja untuk menopang kuat tarik beton yang lemah. Beton yang ditopang dengan tulangan baja inilah yang disebut dengan Beton Bertulang. Tetapi penggunaan tulangan baja mengakibatkan ketersediaan baja semakin langka dan harganya menjadi mahal, karena itulah bambu digunakan sebagai bahan alternatif pengganti baja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kuat lentur balok beton bertulangan bambu Petung posisi vertikal takikan tidak sejajar tipe U lebar takikan 1 dan 2 cm dengan jarak takikan 10 cm. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok berdimensi 1700 mm x 150 mm x 110 mm dengan tulangan bambu. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat lentur rata-rata balok beton dengan tulangan bambu takikan 1 cm adalah sebesar 36,9725 MPa pada bagian atas dan 562,4078 MPa pada bagian bawah. Kuat lentur rata-rata balok beton dengan tulangan bambu takikan 2 cm adalah sebesar 32,904 MPa pada bagian atas dan 500,5184 MPa pada bagian bawah.

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

## **Pendahuluan**

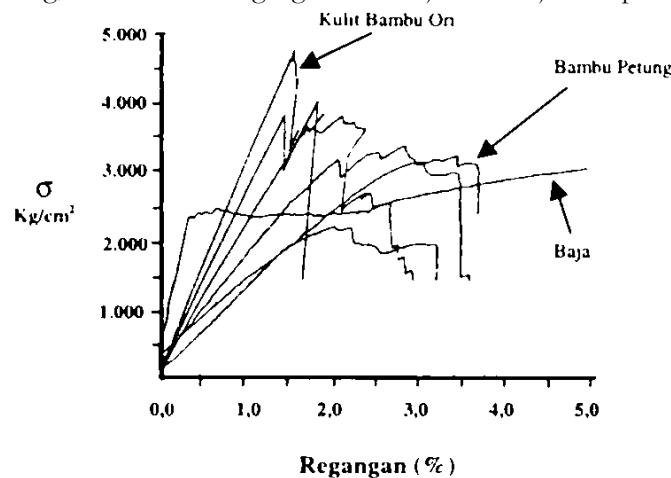
Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air, yang dapat dibentuk sedemikian rupa sesuai kebutuhan. Beton mempunyai kuat tekan yang kuat, namun kuat tariknya lemah. Untuk itulah diperlukan adanya tulangan baja untuk menopang kuat tarik beton yang lemah. Beton yang ditopang dengan tulangan baja inilah yang disebut dengan Beton Bertulang. Dalam pembuatan rumah tinggal sederhana, beton bertulang dapat dikatakan sebagai bahan pokok dalam pembuatannya. Tetapi bijih besi sebagai bahan baku dari baja merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan dengan

semakin sulit ditemukannya bijih besi mengakibatkan semakin mahalnya harga tulangan baja, maka diperlukan alternatif penggunaan tulangan bagi beton dengan bahan/material yang lain sehingga perlu dicari solusi untuk menggantikan peran tulangan baja dalam beton bertulang dengan material lain. 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. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat lentur balok beton tulangan bambu petung posisi vertikal takikan sejajar tipe U lebar 1 dan 2 cm pada tiap jarak 10 cm pada balok sebagai komponen struktur sederhana.

### Tinjauan Pustaka

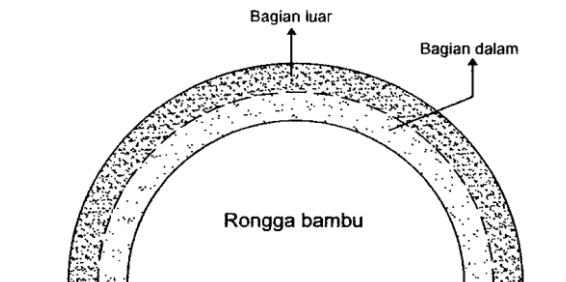
Bambu merupakan salah satu material konstruksi yang tersebar di seluruh daerah tropis dan subtropis. Terdapat banyak macam bambu, tetapi dari ratusan jenis itu, hanya ada empat macam saja yang dianggap penting sebagai jenis bambu dan yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu bambu Petung, bambu Wulung, bambu Tali dan bambu Duri (Frick, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Morisco (1999), yang memperlihatkan perbandingan kuat tarik (ISO 3346-1975) bambu Ori dan petung posisi vertikal dengan baja struktur bertegangan leleh 2400 kg/cm<sup>2</sup> mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran, kuat tarik kulit bambu petung posisi vertikal cukup tinggi yaitu mencapai 3000 kg/cm<sup>2</sup> melebihi tegangan leleh baja. Hasil uji ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Tegangan - Regangan Bambu dan Baja  
(Sumber: Morisco, 1999)

Untuk melengkapi penelitiannya, Morisco (1999) juga melakukan pengujian spesimen pada beberapa macam bambu untuk mengetahui perbedaan kekuatan bambu bagian luar dengan bagian dalam. Bambu dibelah tangensial sehingga tebalnya sekitar setengah tebal bambu utuh (Gambar 2). Hasil pengujian menunjukkan bahwa bambu bagian dalam memiliki kekuatan yang jauh lebih rendah dari pada bagian luar, hal tersebut dikarenakan bagian luar bambu terdapat kulit bambu yang berkontribusi besar bagi kuat tariknya.

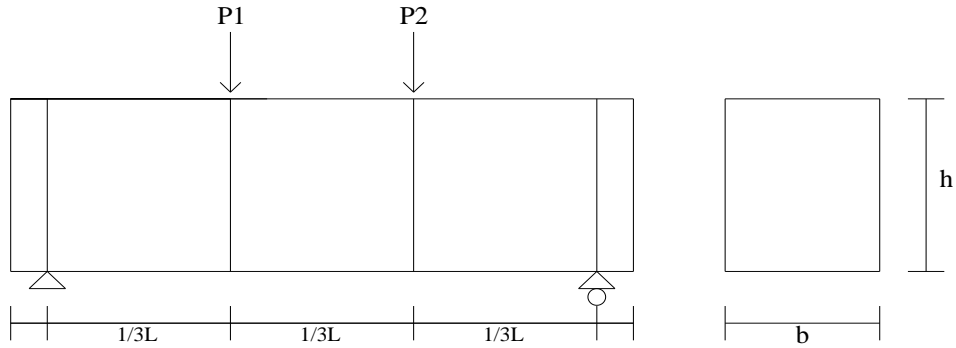


Gambar 2. Pengambilan Spesimen Bambu

(Sumber: Morisco, 1999)

**Landasan Teori**

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).



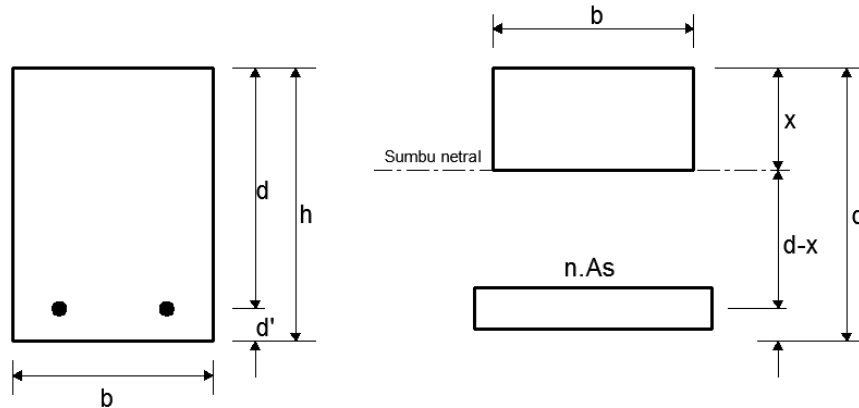
**Gambar 3. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji**  
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

Keterangan :

h = Tinggi balok beton

b = Lebar balok beton

Untuk perhitungan kuat Lentur balok beton menggunakan rumus persamaan Jack C McCormac



**Gambar 4. Momen Inersia Terhadap Sumbu Netral**  
(Sumber : “Desain Beton Bertulang Jilid 1 Edisi Kelima” McCormac 2004)

Rumus perhitungan kuat lentur balok beton menurut buku “Desain Beton Bertulan Jilid 1 Edisi Kelima”

$$(bx) \left(\frac{x}{2}\right) = (n)(As)(d - x) \dots\dots\dots (1)$$

$$I = \left(\frac{1}{3}\right)(b)(x)^3 + (nA_s)(d - x)^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$f_c = \frac{M y_a}{I} \dots\dots\dots (3)$$

$$f_s = n \frac{M y_b}{I} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

b = Lebar balok beton

h = Tinggi balok beton

d = Tinggi efektif

d' = Jarak selimut beton

x = Jarak ke sumbu netral

A<sub>s</sub> = Luas penampang tulangan

f<sub>c</sub> = Tegangan lentur serat tekan (Mpa)

f<sub>s</sub> = Tegangan lentur dalam tulangan tarik (Mpa)

I = Momen inersia (mm<sup>4</sup>)

M = Momen lentur (Nmm)

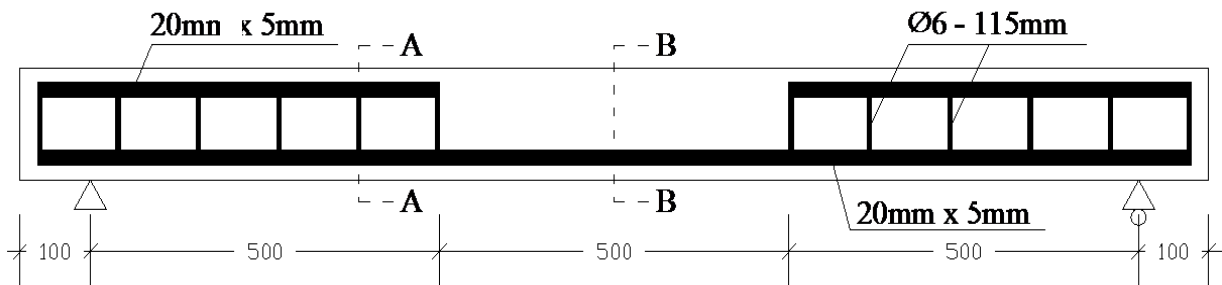
n = Jumlah tulangan

y<sub>a</sub> = Jarak dari sumbu sentroid penampang ke serat beton yang mengalami tekan (mm)

y<sub>b</sub> = Jarak dari sumbu sentroid penampang ke serat beton yang mengalami tarik (mm)

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat, kuat tekan beton, kuat tarik bambudan kuat lentur balok tulangan bambu. Benda uji kuat lentur dengan dimensi  $P = 1700$  mm,  $L = 110$  mm,  $T = 150$  mmdengan variasi takikan 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 6.



## Gambar 5. Detail tulangan balok

### Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan empat tahap yaitu :

#### 1. Tahap Persiapan dan Pengujian Pendahuluan Bahan

Pada tahap persiapan dilakukan pemotongan bambu Petung posisi yang umurnya sudah memenuhi spesifikasi. Kemudian bambu dibentuk sesuai dengan spesifikasi pada ISO 3130-1975 guna pengujian pendahuluan. Pengujian pendahuluan bahan dilakukan pada agregat kasar, agregat halus dan bambu petung posisi vertikal. 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 posisi vertikal 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*).

#### 2. Tahap Pembuatan Tulangan Bambu

Bambu dipotong dan dibilah dibilah menjadi ukuran panjang 1650 mm lebar 20 mm tebal 5 mm. Bambu yang telah dipilah kemudian direndam terhadap zat borak pada 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 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

#### 3. 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 1 berikut :

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

Berat (kg)			
Air	Semen	Pasir	Kerikil
195	375	643,8	1096,2

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 dalam posisi vertikal kemudian dipadatkan.

#### 4. 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.

#### 5. Pembahasan dan analisis data hasil pengujian.

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

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil pengujian berat jenis beton didapatkan rerata sebesar 2310 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian *slump* didapat rerata 9,5 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 93,4723 N/mm<sup>2</sup> dan  $f_t$  sebesar 196,4914 N/mm<sup>2</sup>. Pada uji kuat tekan beton didapatkan rerata hasil yaitu 23,0186 N/mm<sup>2</sup>. Hal tersebut

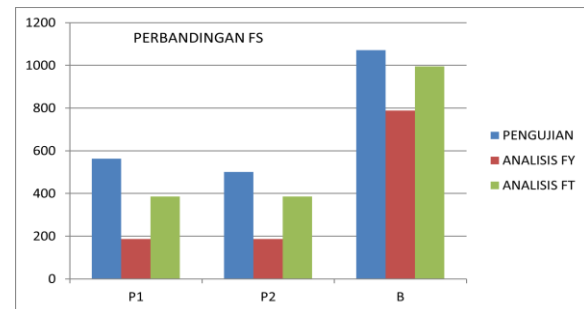
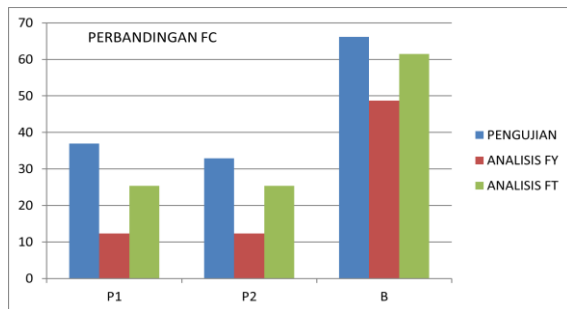
masuk kedalam syarat kuat tekan beton minimum pada tempat tinggal sederhana yaitu sebesar 17,5 N/mm<sup>2</sup>.

### 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 membebaninya dengan sistem pembebanan 2 titik pembebanan merata (*Two Point Loading*) yang diletakkan sepertiga bentang tengah. Data lendutan didapat dengan mencatat posisi jarum pada *dial gauge* berskala 0,01 mm yang diletakkan di tengah bentang pada setiap penambahan beban sebesar 0,5 kN yang diberikan.

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

BENDA UJI	Mmax (Nmm)	Fc / Atas (Tekan) MPa	Fs / Bawah (Tarik) MPa	RATA RATA	
				FC (Mpa)	FS (Mpa)
P1-A	3153915	36.2510	551.4306	36.9725	562.4078
P1-B	3404070	39.1263	595.1678		
P1-C	3279483	37.6943	573.3850		
P1-D	3029328	34.8190	529.6478		
P1-E	3529638	40.5696	617.1221		
P1-F	2903760	33.3757	507.6935		
P2-A	3279483	37.6943	573.3850	32.904	500.5184
P2-B	2654586	30.5117	464.1279		
P2-C	2404431	27.6365	420.3908		
P2-D	2654586	30.5117	464.1279		
P2-E	3153915	36.2510	551.4306		
P2-F	3029328	34.8190	529.6478		
B1	5529897	65.6791	1063.2770	66.1762	1071.3249
B2	5279742	62.7080	1015.1777		
B3	5155155	61.2283	991.2224		
B4	5780052	68.6502	1111.3763		
B5	5905620	70.1416	1135.5202		
B6	5780052	68.6502	1111.3763		



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan Rerata Kuat Lentur Metode Dua Titik Pembebanan Balok Beton Tulangan Bambu dan Balok Beton Tulangan baja Ø 8 mm

Keterangan : P1= Balok Bertulangan Bambu Petung posisi vertikal Takikan Jarak 10 cm Lebar 10 mm

P2 = Balok Bertulangan Bambu Petung posisi vertikal Takikan Jarak 10 cm Lebar 20 mm  
B = Balok Bertulangan Baja Ø 8 mm

Berdasarkan analisis perhitungan Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm adalah sebesar 36,9725 MPa pada bagian atas dan 562,4078 MPa pada bagian bawah dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm adalah sebesar 32,904 MPa pada bagian atas dan 500,5184 MPa pada bagian bawah dan untuk kuat lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm sebesar 66,1762 MPa pada bagian atas dan 1071,3249 MPa pada bagian bawah.

## KESIMPULAN

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

- Kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 36,9725 MPa pada bagian atas dan 562,4078 MPa pada bagian bawah dan kuat lentur rerata untuk balok bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm adalah sebesar 32,904 MPa pada bagian atas dan 500,5184 MPa pada bagian bawah dan untuk kuat lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm sebesar 66,1762 MPa pada bagian atas dan 1071,3249 MPa pada bagian bawah..
- Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm lebih besar 12,36% dari Kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung posisi vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm.
- Kuat lentur balok beton bertulangan bambu Petung vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 10 mm sebesar 36,9725 MPa atau sebesar 55,87% dari kuat lentur balok beton bertulangan baja Ø 8 mm pada bagian atas dan untuk bagian bawah sebesar 562,4078 MPa atau sebesar 52,5% dari kuat lentur balok beton bertulangan baja Ø 8 mm yang memiliki kuat lentur sebesar 66,1762 MPa pada bagian atas dan 1071,3249 MPa pada bagian bawah.
- Kuat lentur balok beton bertulangan bambu Petung vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 32,904 MPa atau sebesar 49,72% dari kuat lentur balok beton bertulangan baja Ø 8 mm pada bagian atas dan untuk bagian bawah sebesar 500,5184 MPa atau sebesar 46,72% dari kuat lentur balok beton bertulangan baja Ø 8 mm yang memiliki kuat lentur sebesar 66,1762 MPa pada bagian atas dan 1071,3249 MPa pada bagian bawah.

## REFERENSI

- Anonim, 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)*. 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.
- 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.
- McCormac, Jack C. (2004), "Desain Beton Bertulang Jilid 1 Edisi Kelima".
- 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.

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.