

# KUAT LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU PETUNG VERTIKAL TAKIKAN TIDAK SEJAJAR TIPE U LEBAR 1CM TIAP JARAK 15CM

Azwar Anes<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Bambang Santosa<sup>3)</sup>

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

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

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email : [azwaranes27@gmail.com](mailto:azwaranes27@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 wide at a distance of 150 mm and concrete beam steel reinforcement with 7,45 mm of diameters. 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 of bamboo petung reinforcement concrete beam is 3,9394 N/mm<sup>2</sup>, and flexural strength of steel reinforcement concrete beam is 12,3693 MPa. Comparison of flexural strength test results on bamboo petung reinforcement concrete beam against flexural strength test results on steel reinforcement concrete beam is 31,8481%.*

*Keywords: flexural strength, bamboo reinforcement, 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 pada tiap jarak 150 mm dan balok beton tulangan baja D7,45 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. Kuat lentur balok bertulangan bambu petung didapat sebesar 3,9394 MPa, dan balok bertulangan baja D7,45 mm adalah sebesar 12,3693 MPa. Perbandingan kuat lentur hasil pengujian pada balok bertulangan bambu petung terhadap balok bertulangan baja D7,45 mm adalah 31,8481%.

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

## PENDAHULUAN

Tingginya pertumbuhan jumlah penduduk mengakibatkan semakin tinggi pula kebutuhan akan tempat tinggal. Pembangun sebuah bangunan sederhana atau rumah tinggal sederhana, tentunya tidak lepas dari salah satu penggunaan bahan konstruksi bangunan, yaitu beton dan tulangan baja. Biji besi yang merupakan bahan baku pembuatan baja merupakan bahan yang *nonrenewable*, sehingga lama-kelamaan akan menjadi bahan yang langka. Para ahli struktur, seperti Morisco (1996), telah meneliti kemungkinan material lain yang dapat menggantikan peran tulangan baja yaitu menggunakan bambu sebagai tulangan beton. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat lentur balok beton tulangan bambu petung takikan tidak sejajar tipe U lebar 1cm pada tiap jarak 15cm pada balok sebagai komponen struktur sederhana.

## Bambu

Bambu merupakan tumbuhan tanaman jenis rumput-rumputan yang mempunyai batang berongga dan beruas-ruas, serta berakar serabut. Bambu banyak sekali jenisnya dan banyak juga memberikan manfaat pada manusia, salah satunya adalah Bambu Petung. Bambu yang baik adalah bambu yang mempunyai kualitas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai material konstruksi bangunan, yaitu mempunyai umur kira-kira 3-4 tahun, karena kekuatan maksimum bambu dapat dicapai pada usia tersebut.(M Rahman *et al*, 2011). Bambu memiliki kuat tarik yang tinggi

jika dibandingkan dengan jenis tanaman lainnya, sehingga bambu bisa dijadikan sebagai alternatif dalam tulangan pada beton.

**Beton**

Beton merupakan campuran yang dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, agregat, dan terkadang ditambahkan dengan zat *aditif* lain pada perbandingan tertentu. Air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini kemudian mengisi rongga diantara agregat halus dan berfungsi sebagai pengikat dalam proses pengerasan sehingga bitiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak/padat (Kardiyono, 2009).

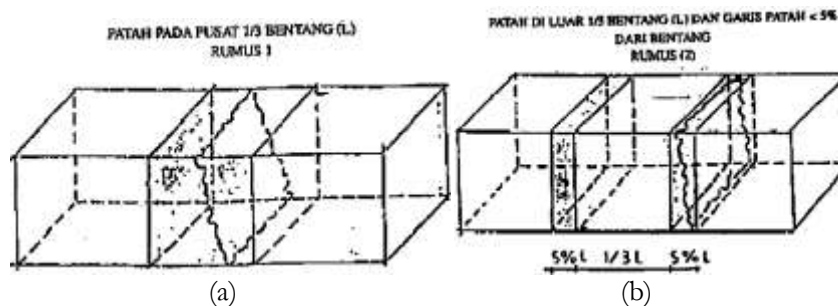
Perlu diperhatikan secara seksama dalam pembuatan campuran beton mengenai komposisi campurannya. Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkat, dapat dituang, dapat dipadatkan, dan tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *blending* (pemisahan air dan semen dari adukan).

**Kuat Lentur Balok**

Menurut SNI 03-4431-1997 yang dimaksud dengan kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang ditumpu pada dua tumpuan di ujungnya dalam menahan gaya yang dibebankan tegak lurus arah sumbu benda uji tersebut sampai benda uji patah. Nilai kuat lentur tersebut kemudian dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas.



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



**Gambar 2.** Daerah Patah Pada 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.(a), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$$

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:

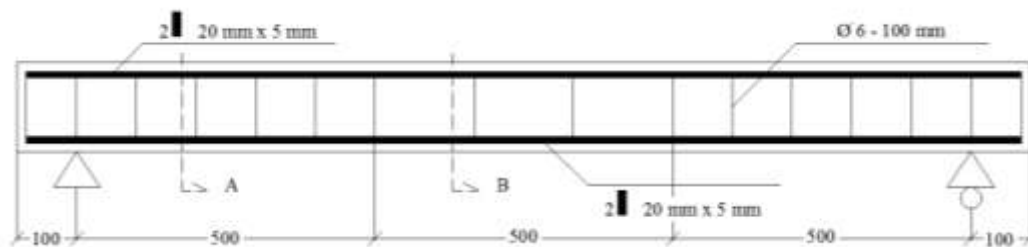
$$\sigma_1 = \frac{3.P.a}{b.h^2}$$

- Dengan:
- $\sigma_1$  = Kuat lentur benda uji (MPa)
  - $P$  = Beban maksimum (kN)
  - $L$  = 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 (m).

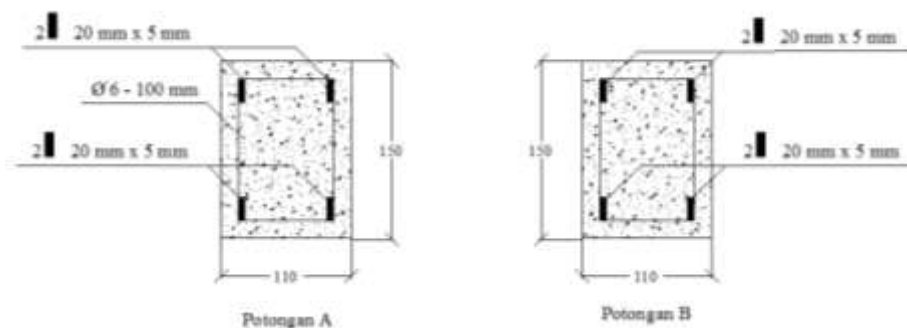
3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.

### METODE

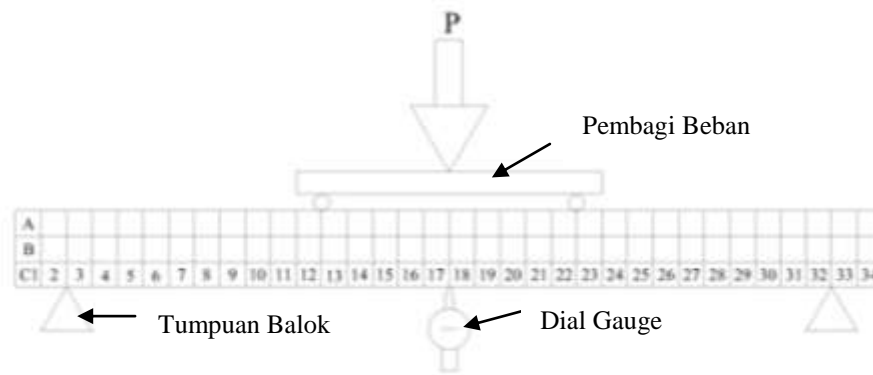
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat, kuat tekan beton, kuat tarik bambu dan kuat lentur balok tulangan bambu. Benda uji kuat lentur memiliki dimensi  $P = 1700$  mm,  $L = 110$  mm,  $T = 150$  mm dengan takikan tidak sejajar tipe u lebar takikan 10 mm, berjumlah 6 buah, dan 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. Potongan A dan B Balok Bertulangan Bambu



Gambar 5. 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 konsntrasi 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 150 mm tidak sejajar dengan lebar takikan 10 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. Pengujian agregat kasar yang dilakukan, yaitu uji gradasi; abrasi; *specific gravity*, pengujian agregat halus yang dilakukan, yaitu pengujian gradasi; kadar lumpur; kadar zat organic; *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*); 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
225	432.69	666.92	1000.38

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  $2325 \text{ kg/m}^3$ . 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  $117,26 \text{ N/mm}^2$  dan  $f_t$  sebesar  $133,17 \text{ N/mm}^2$ . Pada uji kuat tekan beton didapatkan rerata hasil yaitu  $25,4797 \text{ N/mm}^2$ . Hal tersebut masuk kedalam syarat kuat tekan beton minimum pada tempat tinggal sederhana yaitu sebesar  $17,5 \text{ N/mm}^2$ .

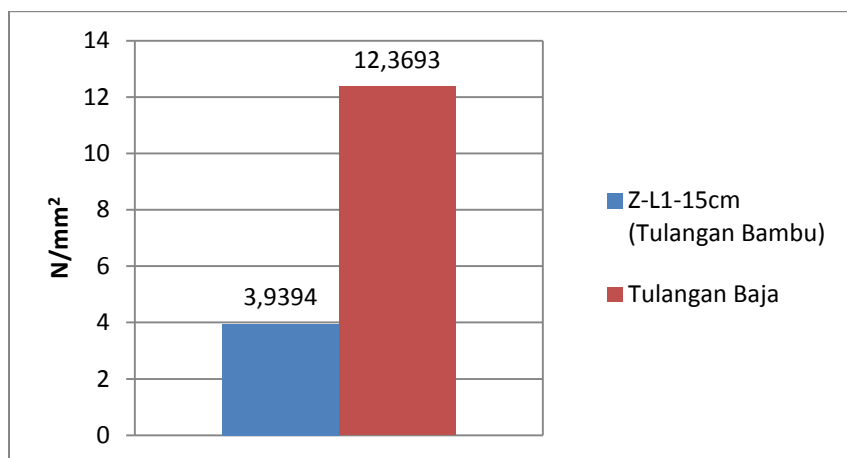
### Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret 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 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 kN	Kuat Lentur Balok	
				Hasil N/mm <sup>2</sup>	Rerata N/mm <sup>2</sup>
1	Z1- L1-15cm	1/3 bentang tengah	6	3,6364	
2	Z2- L1-15cm	1/3 bentang tengah	6	3,6364	
3	Z3- L1-15cm	1/3 bentang tengah	8,5	5,1515	
4	Z4- L1-15cm	1/3 bentang tengah	5	3,0303	3,9394
5	Z5- L1-15cm	1/3 bentang tengah	7	4,2424	
6	Z6- L1-15cm	1/3 bentang tengah	6,5	3,9394	
7	BJ1	5% diluar 1/3 bentang	22,5	13,0013	
8	BJ2	5% diluar 1/3 bentang	24,5	13,7204	
9	BJ3	5% diluar 1/3 bentang	22	11,6816	
10	BJ4	5% diluar 1/3 bentang	22	11,5239	12,3693
11	BJ5	5% diluar 1/3 bentang	23	11,9294	
12	BJ6	5% diluar 1/3 bentang	23	12,3595	

Keterangan : Z1-L1-15cm = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Lebar 10mm Tiap Jarak 150mm  
BJ = Balok Bertulangan Baja D7,45mm



**Gambar 6.** 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 tiap jarak 150 mm sebesar 6,5 kN. Nilai rerata P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan baja sebesar 22,8333 kN. Kuat lentur balok bertulangan bambu petung takikan tipe U tidak sejajar dengan lebar 10 mm jarak takikan 150 mm didapat sebesar 3,9394 MPa, sedangkan balok bertulangan baja D7,45 mm adalah sebesar 12,3693 MPa. Perbandingan kuat lentur rerata hasil pengujian pada balok bertulangan bambu petung takikan tipe U tidak sejajar dengan lebar 10 mm jarak takikan 150 mm terhadap balok bertulangan baja D7,45 mm adalah 31,8481%.

### Pola Keruntuhan Balok Beton

Pola keruntuhan balok beton bertulangan bambu petung yang terjadi pada penelitian ini yaitu runtuh pada 1/3 bentang tengah, sedangkan pola keruntuhan balok beton bertulangan baja yang terjadi yaitu runtuh pada 5% di luar 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat didapatkan kesimpulan bahwa kuat lentur rerata balok bertulangan bambu petung takikan tipe U tidak sejajar dengan lebar 10 mm jarak takikan 15 cm didapat sebesar 3,9394 MPa, sedangkan balok bertulangan baja D 7,45 mm adalah sebesar 12,3693 MPa. Perbandingan kuat lentur rerata hasil pengujian pada balok bertulangan bambu petung takikan tipe U tidak sejajar dengan lebar 10 mm jarak takikan 15 cm terhadap balok bertulangan baja D 7,45 mm adalah 31,8481%.

### REFERENSI

- Ameldi, Fitra.(2014).”Kuat Lentur Dan Kuat Lekat Balok Beton Bertulangan Bambu Petung Takikan Tipe V Dengan Jarak 2 Cm Dan 3 Cm”.Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,Surakarta.
- Agnes, D. (2014). “Konstruksi Bambu untuk Bangunan”, TAKA Publisher, Jakarta.
- Anonim, 1971, ”Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)”, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, (1991). “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)” Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1995). “Standard Specification for Concrete Aggregates (ASTM C-33)”, ASTM International.
- 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, (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, (2002). “*Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)*”, Jakarta.
- Anonim, 2004. “*Bamboo Determination of Physical and Mechanical Properties (ISO 22157-1:2004)*”, International Standart.
- Dariyadi, Eko.(2014).”*Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu Petung Dengan Takikan Tidak Sejajar (Alternatif Pengganti Tulangan Baja Pada Plat Lantai Rumah)*”.Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Handayani, Sri, (2007). “Pengujian Sifat Mekanik Bambu (Metode Pengawetan dengan Boraks)”. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Semarang.
- Handayani, Tika Retno.(2013).”*Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulangan Bambu Petung Polos)*”.Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,Surakarta.
- International Organization for Standardization 1975, *Wood-Determination o moisture content for physical and mechanical tests*, ISO 3130:1975, International Organization for Standardization, Geneva.
- International Organization for Standardization 1975, *Wood-Testing in compression perpendicular to grain*, ISO 3132:1975, International Organization for Standardization, Geneva.
- International Organization for Standardization 1975, *Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear specimens — Part 3: Determination of ultimate strength in static bending*, ISO 3133:1975, International Organization for Standardization, Geneva.
- International Organization for Standardization 1975, *Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear specimens — Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending*, ISO 3349:1975, International Organization for Standardization, Geneva.
- International Organization for Standardization 1975, *Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear specimens — Part 7: Determination of ultimate tensile stress perpendicular to grain*, ISO 3346:1975, International Organization for Standardization, Geneva.
- 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.
- Jigar K. Sevaliaa, Nirav B. Siddhpuraa, Chetan S. Agrawala, Deep B. Shaha, Jai V. Kapadiaa, (2013) “Study on Bamboo as Reinforcement in Cement Concrete”, Civil Engineering Department, Sarvajanic College of Engineering & Technology, Surat, Gujarat, India
- Lopez, C. dan Shanley, P. (2004). “*Kekayaan Hutan Asia*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Anggota IKPAI. Jakarta
- Morisco. (1996). “*Bambu sebagai Bahan Rekayasa*”. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Mbadya 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.
- 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.
- Tjokrodimulyo. K. (1996). “*Teknologi Beton*”, Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Triwiyono. A., (2000), “*Bambu Sebagai Tulangan Struktur Beton*”. Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya dibidang Teknik Sipil. Yogyakarta: PAU-FT UGM.