

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

Chomarudin Haris Setiyawan<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Supardi<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 : [chomarudin.hs@gmail.com](mailto:chomarudin.hs@gmail.com)

## Abstract

Bamboo is one of alternative to replace steel reinforcement for simple residential construction. Bamboo is a renewable resource that can be found in various regions and bamboo is environmental friendly. This study was purposed to determine the flexural strength of bamboo petung reinforcement concrete beams with u-type vertical parallel notches width of 1 cm and 2 cm at 5 cm spaces between the notches. This research includes the preparation phase, preliminary testing stage, the stage of manufacture of the test object, and flexural strength testing phase. The dimension of bamboo used as reinforcement is 1650x20x5 mm. The dimension of beams are 1700x110x150 mm. Flexural strength testing refers to the SNI 03-4431-1997. The average flexural strength for bamboo reinforcement with 1 cm notches is 7.9679 N/mm<sup>2</sup> and bamboo reinforcement with 2 cm notches is 7.6972 N/mm<sup>2</sup>.

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

## Abstrak

Bambu merupakan salah satu alternatif pengganti tulangan baja untuk kebutuhan konstruksi rumah tinggal sederhana. Bambu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yang keberadaannya mudah ditemukan di berbagai wilayah dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur balok tulangan bambu petung vertikal dengan takikan sejajar tipe "U" lebar 1 cm dan 2 cm dengan jarak antar takikan 5 cm. Penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap pengujian pendahuluan, tahap pembuatan benda uji, dan tahap pengujian kuat lentur. Dimensi bambu yang digunakan sebagai tulangan adalah 1650x20x5 mm. Dimensi balok adalah 1700x110x150 mm. Pengujian kuat lentur mengacu pada SNI 03-4431-1997. Nilai kuat lentur rata-rata dari pengujian untuk tulangan bambu dengan takikan 1 cm sebesar 7,9679 N/mm<sup>2</sup> dan tulangan bambu dengan takikan 2 cm sebesar 7,6972 N/mm<sup>2</sup>.

Kata kunci: kuat lentur, tulangan bambu, balok beton tulangan bambu, takikan

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk semakin meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini mengakibatkan kebutuhan tempat tinggal semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan peningkatan kebutuhan baja sebagai tulangan konstruksi rumah tinggal. Peningkatan kebutuhan baja tidak diimbangi dengan persediaan baja di alam yang semakin menipis karena baja merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, oleh karena itu perlu adanya bahan alternatif pengganti baja sebagai tulangan.

Para ahli struktur telah meneliti bahan alternatif untuk menggantikan baja sebagai tulangan. Morisco (1996) telah meneliti bambu untuk bahan alternatif pengganti baja pada struktur beton bertulang. Bambu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan ketersediaannya di alam sangat melimpah. Bambu mudah ditemui hampir di seluruh wilayah Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat lentur balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe "U" lebar 10 mm dan 20 mm pada tiap jarak 5 cm.

## TINJAUAN PUSTAKA

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan yang mempunyai ruas-ruas dan rongga pada batangnya. Bambu hampir terdapat diseluruh dunia kecuali eropa yang tidak mempunyai spesies bambu asli. Bambu dapat ditemukan di berbagai lokasi yang beriklim dingin, pegunungan sampai iklim tropis. Dari kurang lebih 1000 spesies bambu dalam 80 genera, sekitar 200 spesies dari 20 genera ditemukan di asia tenggara (Dransfield dan Widjaja, 1995)

Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03). Beton banyak dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan karena beton mempunyai keunggulan, antara lain: material penyusun beton mudah didapat, kemudahan dalam pembuatan dan perawatan, beton lebih tahan dengan kondisi lingkungan dan beton segar mudah dibentuk sesuai dengan rencana.

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. 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:

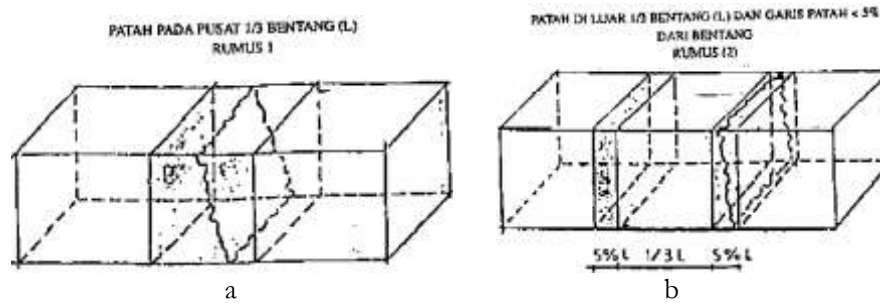
$$\sigma_1 = \frac{PL}{bh^2}$$

2. 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:

$$\sigma_1 = 3 \frac{Pa}{bh^2}$$

- Dengan:
- $\sigma$  = 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)
  - h = 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. 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.

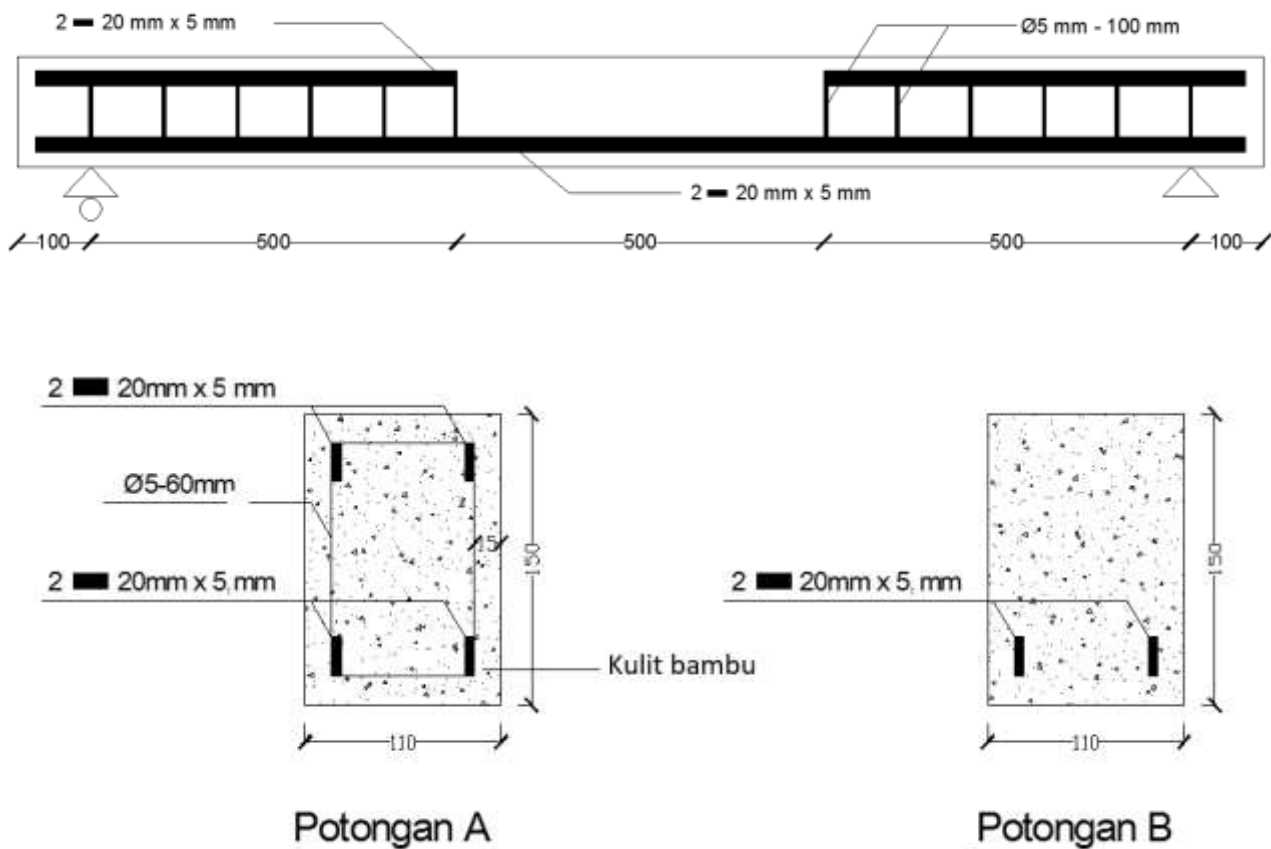


Gambar 2. Daerah Patah Pada Balok Uji  
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

Penelitian yang dilakukan Pathurahman (2003), menunjukkan bahwa keruntuhan 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 PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan balok beton dengan dimensi panjang 1700 mm, lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Tulangan bambu yang ditanam ke balok beton mempunyai ukuran panjang 1650 mm, lebar 20 mm dan tebal 5 mm dengan variasi takikan tipe U sejajar lebar 1 cm dan 2 cm pada tiap jarak 5 cm dengan detail penulangan seperti gambar 3. Masing-masing variasi berjumlah 6 buah dan akan diuji pada umur 28 hari.



Gambar 3. Detail Balok Uji Tulangan Bambu

Penelitian dilakukan dalam lima tahap yaitu:

1. Tahap Persiapan dan Pengujian Bahan

Persiapan benda uji bambu dilakukan dengan pemotongan bambu petung yang masuk ke spesifikasi rancangan yaitu berumur di atas 2,5 tahun. Bambu diambil pada bagian yang terletak 1,5 m dari permukaan tanah dan diambil sepanjang 4 m. Hal ini bertujuan agar didapatkan bambu dengan ruas nodia yang seragam.

Pengujian bahan dilakukan pada agregat halus, agregat kasar dan bambu. Pengujian agregat halus meliputi uji gradasi, kadar lumpur, kadar zat organik, dan *specific gravity*. Pengujian agregat kasar meliputi uji gradasi, uji abrasi dan *specific gravity*. Pengujian karakteristik bambu meliputi pengujian kadar air, kerapatan, kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, kuat geser sejajar serat, MOR (*Modulus of Rupture*) dan MOE (*Modulus of Elasticity*).

2. Hitungan *Mix Design*

Metode dalam perencanaan *mix design* mengacu pada metode SK SNI 03 – 2834 – 2000. Hasil hitungan kebutuhan *mix design* dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Material untuk 1 m<sup>3</sup> Beton

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

3. Tahap Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

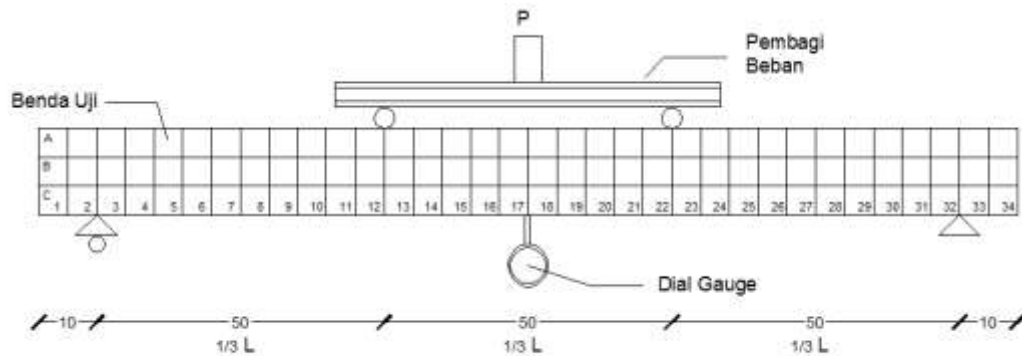
Tahap pertama pembuatan benda uji adalah bambu dipotong bilah dengan ukuran 1650x20x5 mm dan diambil bagian kulit luarnya. Bambu yang telah dipotong bilah lalu dilakukan pengawetan dengan perendaman ke dalam asam borak dan asam borik dengan perbandingan 3:2 konsentrasi 10% selama 5 hari, setelah 5 hari lalu bambu diangkat dan dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Bambu dibuat takikan dengan variasi jarak 5 cm dengan lebar 1 cm dan 2 cm lalu dirangkai menjadi tulangan dan dimasukkan ke dalam bekisting.

Proses pengecoran dilakukan dengan menyiapkan dan menimbang material campuran beton sesuai *mix design*. Material dimasukkan ke *mollen* dan diaduk hingga campuran homogen. Langkah selanjutnya melakukan uji *slump*. Beton segar dituang ke dalam bekisting kemudian dipadatkan. Bekisting dibongkar 24 jam setelah pengecoran.

Perawatan balok beton dilakukan dengan cara menutup balok beton dengan karung goni dan dibasahi air selama 7 hari. Pemberian air dilakukan secara berkala sehingga karung goni tetap basah selama 7 hari., setelah perawatan selama 7 hari, beton didiamkan hingga berumur 28 hari.

4. Tahap Pengujian Kuat Lentur

Balok beton dicat putih dan diberi tanda koordinat sebelum dilakukan pengujian kuat lentur. Pengujian kuat lentur menggunakan *loading frame* dengan *setting up* alat seperti gambar 3. Pengujian dilakukan pembebanan dengan interval 0,5 kN dan dicatat lendutan yang terjadi.



Gambar 4. *Setting Up* Pengujian Kuat Lentur

## 5. Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dari hasil pengujian dilakukan sesuai SNI 03-4431-1997 dan dilakukan pembahasan hasil pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

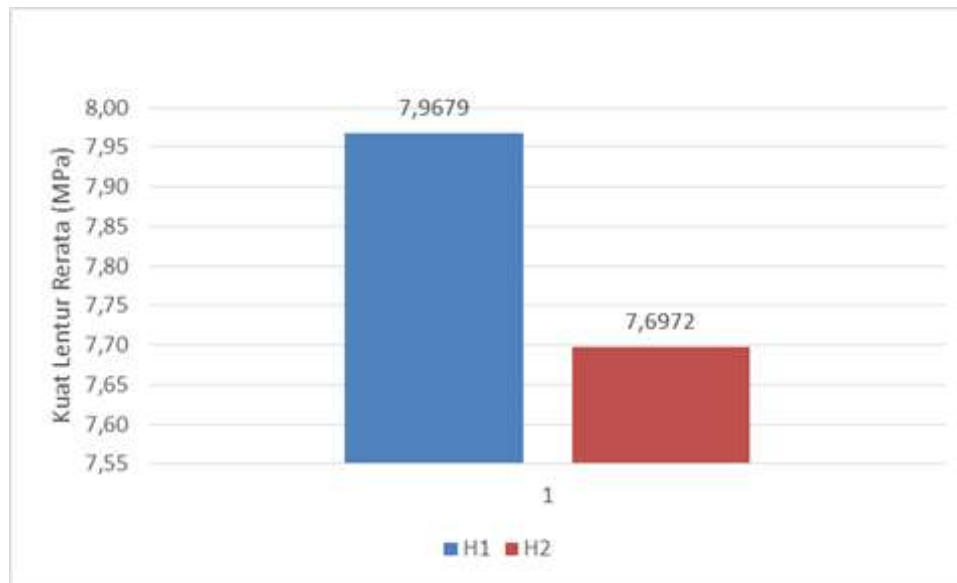
Hasil pengujian berat jenis beton didapatkan rata-rata  $2350 \text{ kg/m}^3$ . Hasil *slump* adukan beton segar antara 9-10 cm dengan syarat *slump* antara 6-18 cm. Hasil pengujian kuat desak silinder beton sebesar  $24,55 \text{ N/mm}^2$ . Kuat desak tersebut memenuhi syarat kuat tekan beton minimum untuk tempat tinggal sederhana yaitu  $17 \text{ N/mm}^2$ . Hasil Pengujian karakteristik bambu didapat  $f_y$  nodia rerata sebesar  $93,14 \text{ N/mm}^2$  dan  $f_t$  nodia sebesar  $196,4914 \text{ N/mm}^2$ .

Hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dirangkum dalam tabel 2 berikut. Hasil perbandingan kuat lentur balok tulangan bambu petung takikan lebar 10 mm dan 20 mm dapat dilihat di gambar 5.

Tabel 2. Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok

No	Kode Benda Uji	Posisi Runtuh	Beban Maksimum (KN)	Kuat Lentur Balok	
				Hasil (MPa)	Rerata (MPa)
1	H1-A	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	11,5	6,7258	
2	H1-B	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	15,5	8,6424	
3	H1-C	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	13,5	7,8955	
4	H1-D	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	12,5	7,3106	7,9679
5	H1-E	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	11	6,1333	
6	H1-F	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	18,5	11,1000	
7	H2-A	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	12	6,7636	
8	H2-B	1/3 bentang tengah	13,5	8,1818	
9	H2-C	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	13	7,6030	7,6972
10	H2-D	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	13,5	7,6500	
11	H2-E	Tepi 1/3 bentang tengah < 5% jarak titik perletakan	15	8,4091	

Keterangan	H1 (A-F)	: Balok tulangan bambu petung takikan lebar 10 mm jarak 5 cm
	H2 (A-F)	: Balok tulangan bambu petung takikan lebar 20 mm jarak 5 cm



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Balok Tulangan Bambu Petung Takikan 10 mm dan 20 mm

Berdasarkan hasil hitungan analisis didapatkan kuat lentur rerata balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe “U” lebar 1 cm dengan jarak 5 cm sebesar 7,9679 N/mm<sup>2</sup> dan kuat lentur rerata balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe U lebar 2 cm dengan jarak 5 cm sebesar 7,6972 N/mm<sup>2</sup>. Kuat lentur balok tulangan bambu petung takikan 2 cm sebesar 96,6 % kuat lentur balok tulangan bambu petung takikan 1 cm.

Pola keruntuhan balok beton tulangan bambu petung terjadi pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal ini menandakan bahwa balok mengalami lentur murni.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat lentur rerata balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe “U” lebar 1 cm pada tiap jarak 5 cm sebesar 7,9679 N/mm<sup>2</sup> dan kuat lentur rerata balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe “U” lebar 2 cm pada tiap jarak 5 cm sebesar 7,6972 N/mm<sup>2</sup>
2. Kuat lentur balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe “U” lebar 2 cm sebesar 96,6 % kuat lentur balok tulangan bambu petung vertikal takikan sejajar tipe “U” lebar 1 cm.
3. Pola keruntuhan terbagi menjadi dua macam yaitu runtuh pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal ini dapat menandakan bahwa balok mengalami lentur murni.

## REFERENSI

- Anonim, (1984). “*Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*”, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1991). “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)*”, Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- 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.

- Anonim, (2002). *“Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)”*, Surabaya.
- Anonim, (2004). *“Bamboo Determination of Physical and Mechanical Properties (ISO 22157-1:2004)”*, International Standart.
- Anonim, (2004). *“Semen Portland (SNI 15-2049-2004)”*, Jakarta.
- Budi, AS. (2010). *“Kapasitas Lentur Balok Bambu Wulung dengan Bahan Pengisi Mortar”*, Jurnal Media Teknik Sipil. Vol. IX Juli.
- Dransfield S, Widjaja EA (1995). *“Plant Resources of South-East Asia No. 7 Bamboos”*, Backhuys Publisher.
- Fattah, AR. Dkk, (2014). *“The Effect of Chemical Substance and Immersion Time to Tensile Strength of Bamboo Betung (Dendrocalamus Asper) as Chemical Preservation Treatment”*, IPTEK, Journal of Proceeding Series, Vol 1.
- 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. (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.
- Kaware, Ajinkya, dkk (2013). *“Review of Bamboo as Reinforcement Material in Concrete Structure”*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 6, June 2013.
- 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.
- Morisco. (2000). *“Sambungan Bambu dengan Celah dan Pengisi”*, Forum Teknik Jilid 24, No 1, Maret 2000, Yogyakarta
- Pathurahman (1998). *“Aplikasi Bambu pada Struktur Gable Frame”*, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Pathurahman, (2003). *“Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton”*, Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Sethia A, dan Baradiya V (2014). *“Experimental Investigation on Behavior of Bamboo Reinforced Concrete Member”*, IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology Volume 03 Issue 02, Feb-2014.
- Sunaryo. (2014). *“Kajian Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Petung Takikan Tipe V Dengan Jarak Takikan 4 cm dan 5 cm”*, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik UNS, Surakarta.
- 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.