

KAJIAN KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU ORI BERTAKIKAN TIPE “V” DENGAN JARAK TAKIKAN 6 CM DAN 7 CM PADA BETON NORMAL

Hambali¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Sunarmasto³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
^{2), 3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
Jln. Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

E-mail : hambam68@rocketmail.com

Abstract

The study of bond strength notched Ori bamboo reinforcement type “V” with distance notched 6 cm and 7 cm in normal concrete to find value of bond strength of bamboo reinforcement as a substitute steel reinforcement in normal concrete. The method in this study is an experimental method at laboratory. Test specimen is cylinder concrete which its diameter and high was 15 cm and 30 cm. In the middle of test specimen was buried a reinforcement with 15 cm of depth. The reinforcement in the form of steel and Ori bamboo. Bamboo reinforcement is used there are 2 variations, namely notched Ori bamboo parallel type “V” notch at a distance of 6 cm and 7 cm. Then compared the results with plain steel reinforcement diameter of 8 mm. From the test results, obtained the average bond strength of plain steel reinforcement was 0.259 MPa. The average bond strength notched Ori bamboo reinforcement parallel with a distance of 6 cm and 7 cm respectively are 0,0213 MPa and 0.0225 MPa. Comparison of the average bond strength plain notched Ori bamboo 13 times to plain steel reinforcement.

Keywords: bond strength, plain steel, notched Ori bamboo, normal concrete

Abstrak

Penelitian kuat lekat tulangan bambu Ori bertakikan tipe “V” dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm pada beton normal bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat lekat tulangan bambu sebagai bahan alternatif pengganti tulangan baja pada beton normal. Metode dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium. Benda uji berupa silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Di bagian tengah benda uji ditanam tulangan dengan panjang penanaman 15 cm. Tulangan berupa baja dan bambu Ori. Tulangan bambu yang digunakan ada 2 variasi, yaitu bambu Ori bertakikan sejajar tipe “V” dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm. Kemudian dibandingkan hasilnya dengan tulangan baja polos diameter 8 mm. Dari hasil pengujian, diperoleh nilai kuat lekat rata-rata tulangan baja polos adalah 0,259 MPa. Kuat lekat rata-rata tulangan bambu Ori bertakikan sejajar dengan jarak 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,0213 MPa dan 0,0225 MPa. Perbandingan nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu Ori bertakikan sebesar 13 kali terhadap tulangan baja polos.

Kata kunci : kuat lekat, baja polos, bambu Ori bertakikan, beton normal.

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk memicu meningkatnya kebutuhan akan prasarana tempat tinggal, kondisi tersebut menuntut perlunya alternatif serta inovasi dalam mencukupi kebutuhan tempat tinggal yang murah, nyaman, aman dan kuat. Saat ini beton bertulang masih banyak digunakan di masyarakat sebagai struktur utama bangunan, baik bangunan gedung atau prasarana lainnya. Tulangan yang digunakan umumnya berupa tulangan baja, yang ternyata antara biaya dan permintaannya terus meningkat. Kebutuhan tulangan baja menjadi semakin melambung sejalan dengan peningkatan pembuatan beton dan pembangunan untuk tempat tinggal. Kenaikan permintaan tulangan baja akan memicu kenaikan harga dan ketersediaan bahan dasar pembuatan baja (bijih besi) menjadi semakin terbatas dan tidak mungkin diupayakan peningkatan produksinya karena termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Kondisi demikian tentunya menuntut adanya alternatif material tulangan lain yang lebih murah dan dapat digunakan sebagai tulangan struktur beton bertulang. Bambu dengan harga yang relatif murah diharapkan menjadi salah satu material yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti tulangan dalam pembangunan tempat tinggal sederhana, dimana masih cukup mudah diperoleh dimasyarakat serta memiliki kekuatan tarik yang cukup memadai. Bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable* yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Setiyabudi, A, 2010). Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*) adalah bambu yang amat kuat dan besar dengan jarak ruas pendek, memiliki diameter 75 – 100 mm dengan panjang 9-18 m. Oleh karena itulah penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kuat lekat tulangan bambu dengan takikan menggunakan bambu Ori pada beton normal.

LANDASAN TEORI

Bambu merupakan bahan konstruksi yang banyak dimanfaatkan sebagai komponen bangunan seperti tiang, atap, tangga, meja, kursi dan masih banyak lagi manfaatnya yang lain. Bambu dapat tumbuh dengan cepat dan mempunyai ketahanan yang luar biasa. Sekitar 75 genus dan 1.250 species bambu ditemui di seluruh dunia, sedangkan di Asia terdapat 14 genus dan 120 species (Mohamed, 1992; Charomaini, 2004). Bambu yang ada di Indonesia seperti bambu ori, bambu ampel, bambu ori, bambu petung, bambu tali dan masih banyak jenis yang lainnya.

Dalam penelitian kuat lekat yang saya lakukan digunakan tulangan dari bambu Ori (*Bambusa arundinacea*). Bentuknya hampir sama dengan bambu duri, yaitu mempunyai cabang yang berduri. Akan tetapi, buluh bambu Ori ini lebih tegak, daun pelepahnya berniang lebar, berwarna gelap, dan tanpa kuping pelepah. Bambu jenis ini bisa tumbuh di mana saja asal cukup air saja. Nenek moyang bambu ini berasal dari Burma (Herni Kusantati dkk, 2007).

Menurut Morisco berdasarkan penelitiannya pada tahun 1994-1999 dalam membandingkan kuat tarik bambu Ori dan Petung dengan baja struktur bertegangan leleh 2400 kg/cm², dilaporkan kuat tarik kulit bambu Ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai 5000 kg/cm² atau sekitar dua kali tegangan leleh baja. Sedangkan untuk spesimen dari bambu petung kuat tarik rata-ratanya juga lebih tinggi dari tegangan leleh baja, hanya satu spesimen saja yang kuat tariknya dibawah tegangan leleh baja.

Kuat Lekat

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur beton bertulang ialah bahwa ikatan antara tulangan dan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. Berdasarkan atas anggapan tersebut dan juga sebagai akibat lebih lanjut, pada waktu komponen struktur beton bertulang bekerja menahan beban akan timbul tegangan lekat yang berupa shear interlock pada permukaan singgung antara batang tulangan dengan beton (Dipohusodo, 1999).

Kelayakan penggunaan bambu sebagai bahan penguat dalam penggunaan struktural harus dievaluasi melalui uji tarik (*pull out test*). Menurut data rata-rata penelitian untuk uji tarik tulangan bambu dibandingkan dengan tulangan baja, bahwa kekuatan ikatan lekat bambu lebih rendah bila dibandingkan dengan tulangan baja, yaitu sekitar 8 Mpa (1160 psi). Nilai kuat tarik pada pull out bervariasi tergantung pada pengolahan beban, penguatan, diameter tulangan, kekuatan beton dan tingkat ikatan lekat. Nilai kuat tarik tersebut dapat dipergunakan untuk evaluasi stabilitas struktur sebuah bangunan. Biasanya, kekuatan ikatan lekat dipengaruhi oleh beberapa kondisi seperti ukuran tulangan, pemodelan kulit tulangan, kondisi kelembaban, jarak penanaman dan kualitas beton (Youngsi Jung, 2006).

Dalam pengujian pull out secara langsung, panjang penanaman tulangan baja dan bambu diperoleh dengan memperhitungkan tulangan yang ditanam di dalam massa beton. Gaya tarik sebesar P diberikan pada tulangan sehingga tercabut dan mengalami gaya geser antara permukaan tulangan dan beton. Tegangan lekat bekerja sepanjang tulangan yang tertanam di dalam massa beton, sehingga total gaya yang harus dilawan sebelum tulangan tercabut keluar dari massa beton adalah sebanding dengan luas selimut bambu tulangan yang tertanam dikalikan dengan kuat lekat antara beton dengan bambu tulangan.

Pengujian kuat lekat terhadap beton bertulangan baja dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P = Ld \pi ds \mu \dots\dots\dots [1]$$

$$\mu = \frac{P}{(Ld \pi ds)} \dots\dots\dots [2]$$

Luas bidang kontak pada tulangan bambu dapat disesuaikan dengan keliling penampang melintang dikalikan panjang penanaman. Untuk kuat lekat tulangan bambu dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\mu = \frac{P}{(Ld 2(l_b + t_b))} \dots\dots\dots [3]$$

keterangan :

- P = beban (N)
- Ds = diameter tulangan (mm)
- L_d = panjang penanaman (mm)
- L_b = lebar tulangan bambu (mm)
- T_b = tebal tulangan bambu (mm)
- μ = kuat lekat antara beton dengan tulangan (MPa)

Menurut ASTM C-234-91a yang disebut dengan tegangan lekat kritis adalah tegangan terkecil yang menyebabkan terjadinya penggelinciran pada beton sehingga bambu yang tertanam di dalam beton bergeser sebesar 0,25 mm. Oleh karena itu bila sesar beton melebihi 0,25 mm maka beton bisa dianggap sudah runtuh.

Modulus elastisitas tulangan berperan dalam terjadinya pertambahan panjang tulangan sampai terjadi penggelinciran ketika beban tarik (P) bekerja. Sesar (Δs) yang terjadi setelah pembebanan adalah:

$$\Delta s = z - \Delta L \dots\dots\dots [4]$$

$$\Delta L = (P L_o)/(A E) \dots\dots\dots [5]$$

dengan :

- Δs = sesar (mm)
- Z = pertambahan panjang total (mm)
- ΔL = pertambahan panjang bambu (mm)
- P = beban (N)

L_0 = panjang bambu mula-mula (mm)

E = modulus elastisitas (MPa)

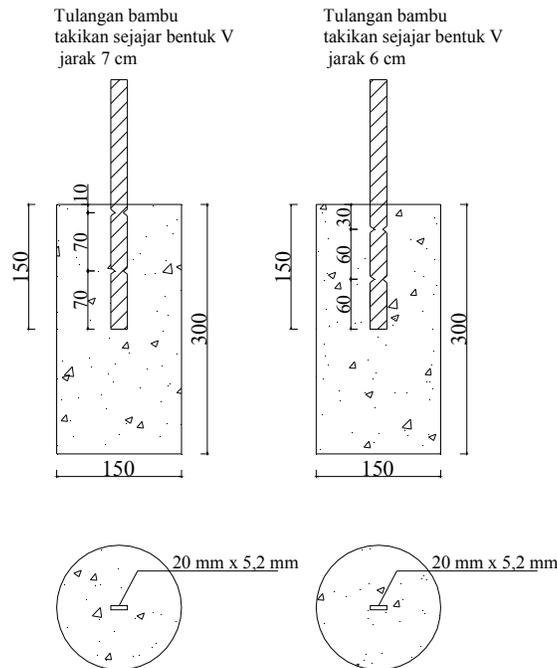
A = luas penampang bambu (mm²)

METODOLOGI

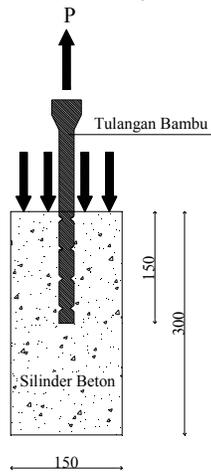
Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tulangan bambu Ori bertakikan dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 2,0 cm dan tebal 0,52 cm ditaman pada pusat beton silinder sedalam 15 cm. Sebagai pembanding menggunakan tulangan baja polos dengan diameter 8 mm. Jumlah benda uji untuk setiap pengujian seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Untuk Uji Kuat Lekat

No	Jenis Tulangan	Kode	Jumlah Sampel
1	Baja Polos diameter 8 mm	BNB	3
2	Bambu Ori Takikan "V" Sejajar Jarak 6 cm	BOTS 6	3
3	Bambu Ori Takikan "V" Sejajar Jarak 7 cm	BOTS 7	3



Gambar 1. Benda uji Kuat Lekat



Gambar 2. Pengujian *Pull Out*

Tahapan penelitian:

- Studi literatur seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan.
- Pengujian karakteristik material pembentuk beton (semen, pasir, kerikil) dan pengujian tulangan (bambu Ori, baja polos diameter 8 mm).
- Perencanaan campuran (*mix design*).
- Pembuatan benda uji kuat tekan dan benda uji kuat lekat.
- Perawatan benda uji (*curing*) selama 28 hari
- Pengujian *pull out* menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM)
- Menganalisis data pengujian *pull out*.
- Penarikan kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tarik tulangan ini dilakukan untuk mengetahui kualitas tulangan baja dan bambu Ori saat mengalami kondisi leleh, sehingga dapat diketahui mutu baja dan bambunya. Hasil selengkapnya uji kuat tarik baja tulangan diameter 8 mm dan bambu Ori ditunjukkan pada tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja Polos Diameter 8

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang		Luas Penampang ($3.14 \cdot r^2$) (mm ²)	Beban Maks		Kuat Tarik	
	Diameter (mm)	Panjang (mm)		(kN)	(N)	Hasil (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	8	500	50,24	31,10	31100	619,03	
2	8	500	50,24	30,89	30890	614,85	613,52
3	8	500	50,24	30,48	30480	606,69	

Tabel 3. Pengujian Kuat Tarik Tulangan Bambu Ori

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang			Luas (T*L) (mm ²)	Beban Maks		Kuat Tarik	
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)		(kN)	(N)	Hasil (MPa)	Rata-rata (MPa)
O1	3	19	130	57	29,66	29660	520,35	
O2	3,5	20	130	70	30,31	30310	433,00	470,62
O3	3,5	19	130	66,5	30,49	30490	458,50	

Dari hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tarik tulangan baja polos diameter 8 mm sebesar 613,52 MPa, tulangan bambu Ori sebesar 470,62 MPa. Penelitian yang dilakukan oleh Morisco menunjukkan hasil kuat tarik bambu lebih tinggi daripada kuat tarik baja, tetapi penyusun tidak memperoleh keterangan tentang benda uji yang digunakan. Dengan demikian sangat sulit untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan penelitian tersebut.

Uji Slump

Nilai *slump* diperlukan untuk mengetahui tingkat *workability* dari adukan beton. Hasil pengujian nilai *slump* dari campuran adukan beton pada penelitian ini adalah 12 cm.

Kuat Tekan

Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, dari pengujian tegangan yang dilakukan dengan menggunakan mesin uji desak (*Compressing Testing Machine*) merk Controls didapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur (P_{maks}). Hasil pengujian kuat tekan beton selengkapnya disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal.

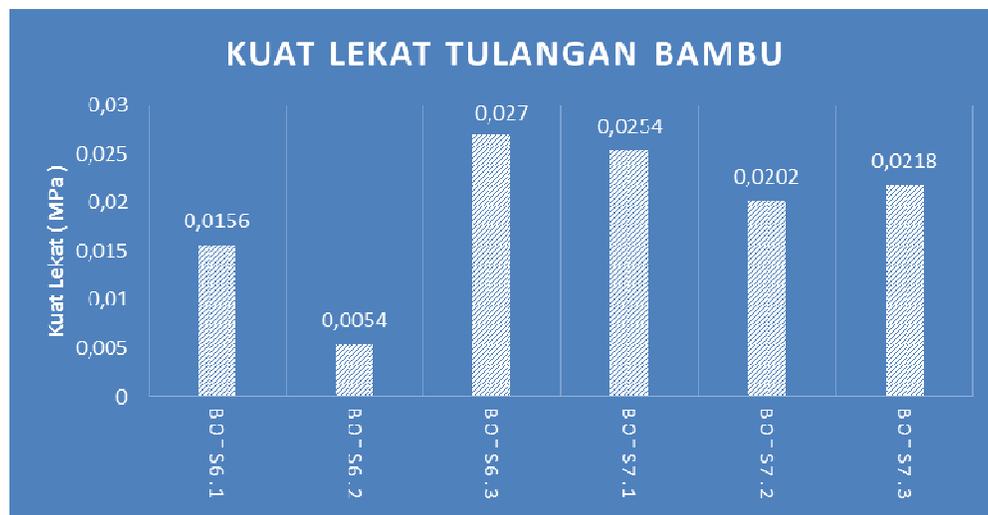
Benda Uji	Luas Penampang Silinder beton (mm ²)	Beban maksimum 28 Hari (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
1	17671,5	300000	16,976	
2		340000	19,240	18,297
3		330000	18,674	

Kuat Lekat

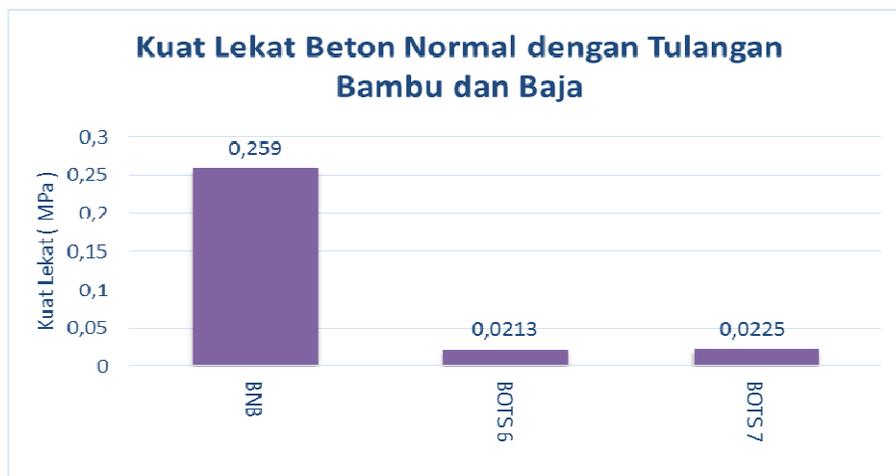
Pengujian *pull out* dilakukan dengan panjang penanaman (L_d) 150 mm. Analisa hasil pengujian *pull out* dilakukan setiap kenaikan beban tarik sebesar 500 N hingga beban tarik maksimum. Hasil analisa kuat lekat antara beton dan berbagai variasi tulangan disajikan dalam Tabel 5 dan gambar 3, 4.

Tabel 5. Kuat Lekat antara Beton dan Berbagai Variasi Tulangan.

Kode Benda Uji	Dimensi			Panjang Penanaman (mm)	Beban Pada Sesar 0,25 mm (mm)	Kuat Lekat	
	Diameter (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)			Hasil (Mpa)	Rata - rata (Mpa)
BNB I	8	-	-	150	1037,290	0,275	
BNB II	8	-	-	150	1056,690	0,280	0,259
BNB III	8	-	-	150	837,33	0,222	
BOTS6.1	-	20	5,2	150	123,230	0,0156	
BOTS6.2	-	20	5,2	150	43,652	0,0054	0,0213
BOTS6.3	-	20	5,2	150	212,207	0,0270	
BOTS7.1	-	20	5,2	150	200,505	0,0254	
BOTS7.2	-	20	5,2	150	159,301	0,0202	0,0225
BOTS7.3	-	20	5,2	150	172,571	0,0218	



Gambar 3. Nilai Kuat Lekat Berbagai Variasi Tulangan Bambu



Gambar 4. Nilai Kuat Lekat Tulangan baja dan tulangan bambu

Pada Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai lekatan beton pada tulangan baja lebih besar daripada nilai lekatan beton pada tulangan bambu. Pada Gambar 4. terlihat perbandingan nilai kuat lekat rata – rata tulangan bambu Ori mencapai 1/13 terhadap tulangan baja. Hal ini disebabkan karena baja merupakan material yang padat (*masif*), sedangkan bambu merupakan material organik yang pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) karena pengaruh kandungan air sehingga lekatan antara beton dengan tulangan menjadi lemah.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai kuat lekat rata-rata tulangan baja polos adalah 0,259 MPa. Kuat lekat rata-rata tulangan bambu Ori bertakikan sejajar dengan jarak 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,0213 MPa dan 0,0225 MPa. Perbandingan nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu Ori bertakikan sebesar 13 kali terhadap tulangan baja polos.

REKOMENDASI

Model takikan yang lain dapat diterapkan pada tulangan bambu misalnya kedalaman, panjang dan jarak antar takikan yang lebih bervariasi sehingga diperoleh *shear strength* maupun *shear interlock* antara tulangan dengan beton yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada bapak Agus Setiya Budi, S.T, M.T, bapak Ir. Sunarmasto, M.T, dan kelompok bambu yang senantiasa memberikan bimbingan selama penelitian.

REFERENSI

- ASTM C 33 99a, 1999, "Standard Specification for Concrete Agregate", ASTM Book of Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C 234-91a, 1991, "Standard Test Method for Comparing Concretes on the Basis of the Bond Developed with Reinforcing Steel", ASTM Book of Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Azadeh, A., 2013 "New Approaches to Bond Between Bamboo and Concrete", 14th International Conference on Non-Conventional Materials and Technologies, 24th-27th March 2013, Federal University of Paraíba, Brasil.
- Budi, M.U., 2008, "Bambu Sebagai Alternatif Pengganti Tulangan Beton pada Bangunan Sederhana", Jurnal ORBITA, Vol. 4 No. 3 Nov.
- Charomaini, M.Z., 2005, "Pertumbuhan Bambu Petung Dari Beberapa Populasi Asal Pulau Jawa", Jurnal BENIH, Vol 9 No 1 Feb.
- Dipohusodo, I., (1994). "Struktur Beton Bertulang", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dransfield, S / Widjaja, E.A., 1995. Plants resources of South-east Asia, no 7; Bamboos. Prosea, Bogor, Indonesia.
- Frick, H., 1988, "Arsitektur dan Lingkungan", Kanisius, Yogyakarta.
- Frick, H., 2004, "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Ghavami, K., 1988, "Application of Bamboo as a Low-cost Construction Material", Proceedings of the 3rd International Bamboo Workshop, 14-18 Nov 1988, INBAR.
- Ghavami, K., 2005, "Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Element", Journal of Cement & Concrete Composites 27, 637-649.
- Gilang, C.P., 2011, "Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Pilitan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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.
- Jung, Y., 2006, "Investigation of Bamboo as Reinforcement in Concrete", Dissertation, Master of Science in Civil and Environmental Engineering, The University of Texas at Arlington.
- Kusantati, H, dkk., 2007. Pendidikan dan Ketrampilan, Grafindo Media Pratama, Bandung.
- 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.
- Nawy, E. G., (alih bahasa : Bambang Suryoatmono), 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT Eresco, Bandung.
- Pathurahman, J.F.dan Anggraini, D.K., 2003, "Aplikasi Bambu Pilitan Sebagai Tulangan Balok Beton", Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Vol. 5 No.1, Maret, hal. 39-44, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Purwono, R. dkk. 2009. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)* Dilengkapi Penjelasan (S-2002). Penerbit ITS Press, Surabaya.
- Rochman, A., 2005, "Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu Pada Balok Beton Bertulang", Jurnal Teknik Gelagar, Vol. 16 No. 01 April.
- Setiya Budi, A., 2010, "Kapasitas Lentur Balok Bambu Wulung dengan Bahan Pengisi Mortar", Jurnal Media Teknik Sipil, Vol. IX Juli.
- Suseno, W., 2001. Tinjauan Kuat Lekat Bambu dalam Beton Untuk Perencanaan Bamboocrete. Jurnal Teknik Sipil "SIPIL SOEPRA", volume 3 no. 8, hal 66-76.
- Tjokrodimulyo, 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.
- Vis, W. C. dan Gideon, H.K. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga. Jakarta.