

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

Kristian Adicandra¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Endah Safitri³⁾

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 : adi.chandra65@yahoo.co.id

Abstract

The study of bond strength notched Wulung 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 Wulung bamboo. Bamboo reinforcement is used there are 4 variations, namely notched Wulung bamboo parallel type “V” notch at a distance of 6 cm, 7 cm and notched Wulung bamboo not aligned type “V” notch at a distance of 6 cm, 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 Wulung bamboo reinforcement parallel with a distance of 6 cm and 7 cm respectively are 0,01085 MPa and 0,00687 MPa. The average bond strength notched Wulung bamboo reinforcement is not parallel to the notch distance of 6 cm and 7 cm, respectively, 0,0053 MPa and 0,0158 MPa. Comparison of the average bond strength plain notched Wulung bamboo 1/27 to plain steel reinforcement.

Keywords: *bond strength, plain steel, notched Wulung bamboo, normal concrete*

Abstrak

Penelitian kuat lekat tulangan bambu Wulung bertakikan tipe “V” sejajar dan tidak sejajar 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 Wulung. Tulangan bambu yang digunakan ada 4 variasi, yaitu bambu Wulung bertakikan sejajar tipe “V” dengan jarak takikan 6 cm, 7 cm dan bambu Wulung bertakikan tidak sejajar tipe “V” dengan jarak takikan 6 cm, 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 Wulung bertakikan sejajar dengan jarak 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,01085 MPa dan 0,00687 MPa. Kuat lekat rata-rata tulangan bambu Wulung bertakikan tidak sejajar dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,0053 MPa dan 0,0158 MPa. Perbandingan nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu Wulung bertakikan sebesar 1/27 terhadap tulangan baja polos.

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

PENDAHULUAN

Perkembangan rekayasa teknologi dalam bidang teknik sipil yang pesat khususnya tentang pengetahuan beton bertulang tidak selamanya mudah dan siap diterima oleh masyarakat maupun lingkungan. Penggunaan tulangan baja didalam beton misalnya, yang pada umumnya selalu digunakan untuk konstruksi yang sekaligus berperan sebagai pendukung kuat tarik beton. Tulangan baja di dalam beton merupakan bahan bangunan yang tidak bisa diperbaharui (*non renewable*). Kenaikan kebutuhan tulangan baja akan memicu kenaikan harga, sehingga mengakibatkan baja menjadi langka dan mahal. Beton akan menjadi bahan bangunan yang ekonomis apabila bahan-bahan yang digunakan mudah diperoleh dari tempat sekitarnya. Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan penggunaan bahan lain, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton.

Pemilihan bambu sebagai alternatif tulangan beton, karena merupakan produk hasil alam yang *renewable*, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek global warming. Selain harganya murah, material ini juga mudah dibelah, mudah dibentuk, dan mudah diangkut karena ringan serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Agus Setiya Budi, 2010). Banyaknya karakter positif bambu membuat tanaman yang termasuk dalam kelas rumput-rumputan ini tak tergerus perkembangan zaman. Hampir sama dengan kayu, dalam bidang konstruksi bambu memiliki banyak potensi yang patut dikembangkan.

Pada penelitian ini tulangan yang digunakan adalah tulangan bambu Wulung bertakikan sebagai pengganti tulangan baja polos diameter 8 mm pada beton normal. Penelitian ini dilakukan guna mendapatkan perbandingan antara kuat lekat beton normal menggunakan tulangan baja polos dengan kuat lekat beton normal menggunakan tulangan bambu. Tulangan bambu diharapkan bisa menggantikan tulangan baja sehingga memberikan efisiensi biaya.

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; Charomai, 2004). Bambu yang ada di Indonesia seperti bambu ori, bambu ampel, bambu wulung, bambu petung, bambu tali dan masih banyak jenis yang lainnya.

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. Sedang 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.

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).

Kuat Lekat

Kuat lekat adalah kemampuan baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton (Winter, 1993).

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:

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

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

dengan :

Δs = sesar (mm)

Z = pertambahan panjang total (mm)

ΔL = pertambahan panjang bambu (mm)

P = beban (N)

L_o = panjang bambu mula-mula (mm)

E = modulus elastisitas (MPa)

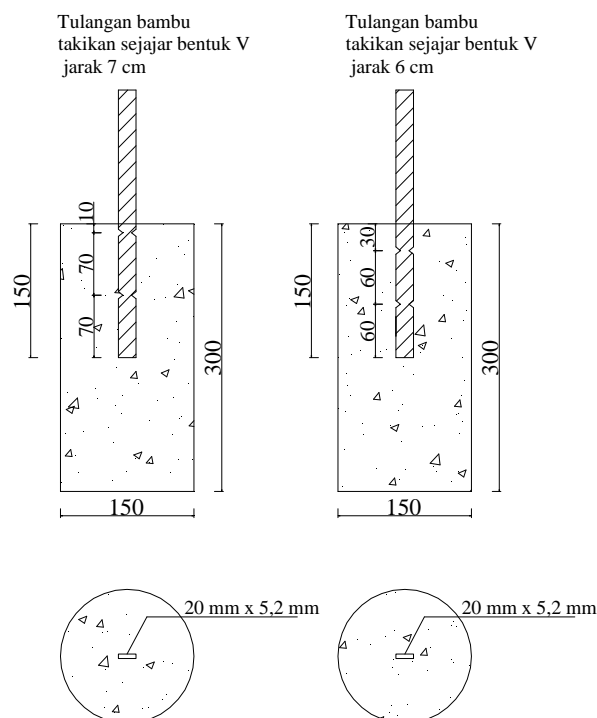
A = luas penampang bambu (mm²)

METODOLOGI

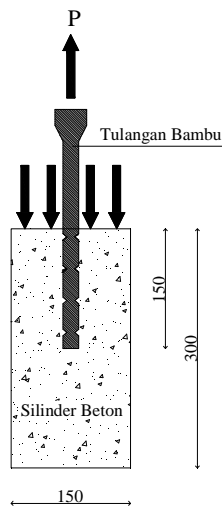
Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tulangan bambu Wulung bertakikan dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 2,0 cm dan tebal 0,52 cm ditaman pada pusat beton silinder sedalam 15 cm. Sebagai pembanding menggunakan tulangan baja polos dengan diameter 8 mm. Jumlah benda uji untuk setiap pengujian seperti pada Gambar 1, Gambar 2 dan 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 Wulung Takikan "V" Sejajar Jarak 6 cm	BWTS 6	3
3	Bambu Wulung Takikan "V" Sejajar Jarak 7 cm	BWTS 7	3
4	Bambu Wulung Takikan "V" Zigzag Jarak 6 cm	BWTZ 6	3
5	Bambu Wulung Takikan "V" Zigzag Jarak 7 cm	BWTZ 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 Wulung, 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 Wulung saat mengalami kondisi leleh, sehingga dapat diketahui mutu baja dan bambunya. Hasil selengkapnya uji kuat tarik baja tulangan diameter 8 mm dan bambu Wulung ditunjukkan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja Polos Diameter 8 mm

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 Wulung

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang			Luas ($T \cdot L$) (mm ²)	Beban Maks		Kuat Tarik	
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)		(kN)	(N)	Hasil (MPa)	Rata-rata (MPa)
W1	4	20	130	80	27,78	27780	347,25	
W2	3,5	19	130	66,5	28,41	28410	427,22	395,43
W3	3	20	130	60	24,71	24710	411,83	

Dari hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tarik tulangan baja polos diameter 8 mm sebesar 613,52 MPa, tulangan bambu Wulung sebesar 395,43 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 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal.

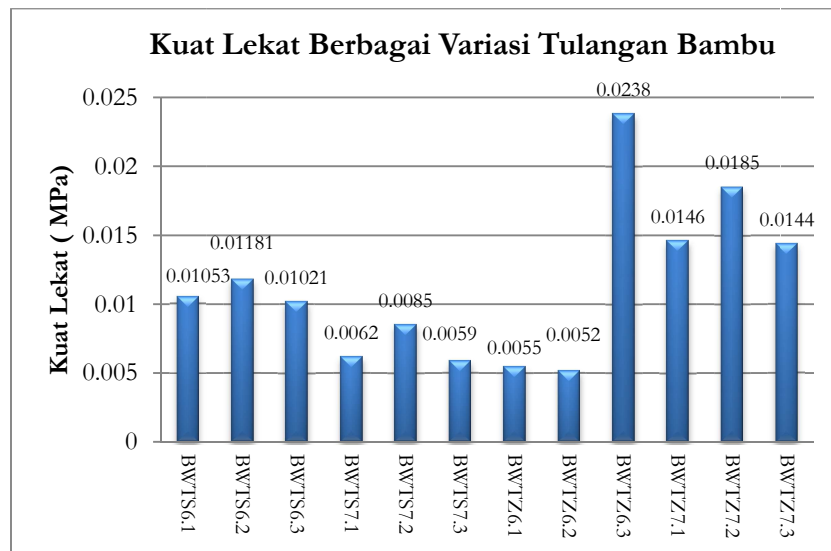
Benda Uji	Luas Penampang Silinder beton (mm ²)	Beban maksimum 28 Hari (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
1	17671,5	300000	16,976	18,297
2		340000	19,240	
3		330000	18,674	

Kuat Lekat

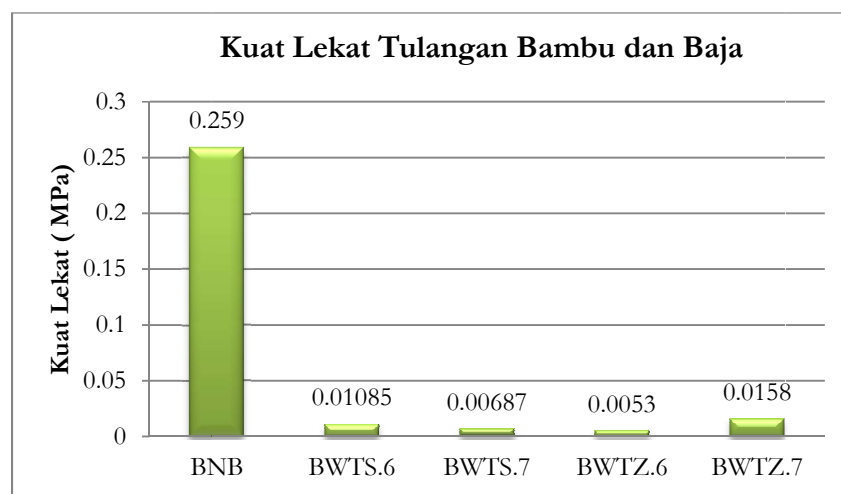
Pengujian *pull out* dilakukan dengan panjang penanaman (L_d) 150 mm. Analisis hasil pengujian *pull out* dilakukan setiap kenaikan beban tarik sebesar 500 N hingga beban tarik maksimum. Hasil analisis kuat lekat antara beton dan berbagai variasi tulangan disajikan dalam Gambar 3, Gambar 4 dan Tabel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

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 $\Delta s = z - \Delta L$	
	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	
BWTS6.1	-	20	5,2	150	82,8829	0,01053	
BWTS6.2	-	20	5,2	150	93,0250	0,01181	0,01085
BWTS6.3	-	20	5,2	150	80,3748	0,01021	
BWTS7.1	-	20	5,2	150	48,806	0,0062	
BWTS7.2	-	20	5,2	150	67,019	0,0085	0,00687
BWTS7.3	-	20	5,2	150	46,441	0,0059	
BWTZ6.1	-	20	5,2	150	43,046	0,0055	
BWTZ6.2	-	20	5,2	150	40,837	0,0052	0,00530
BWTZ6.3	-	20	5,2	150	187,160	0,0238	
BWTZ7.1	-	20	5,2	150	115,19	0,0146	
BWTZ7.2	-	20	5,2	150	145,64	0,0185	0,01580
BWTZ7.3	-	20	5,2	150	113,28	0,0144	



Gambar 3. Nilai Kuat Lekat Berbagai Variasi Tulangan Bambu



Gambar 4. Nilai Kuat Lekat Tulangan baja dan tulangan bambu

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 Wulung mencapai 1/27 terhadap tulangan baja. Hal ini disebabkan karena baja merupakan material yang padat (*masif*), sedangkan bambu merupakan material organik yang pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) kerana 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 Wulung bertakikan sejajar dengan jarak 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,01085 MPa dan 0,00687 MPa. Kuat lekat rata-rata tulangan bambu Wulung bertakikan tidak sejajar dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm berturut-turut adalah 0,0053 MPa dan 0,0158 MPa. Perbandingan nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu Wulung bertakikan sebesar 1/27 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, ibu Endah Safitri, S.T, 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 Conshokocken, 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 Paraiba, Brasil.
- Charomai, 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.
- Frick, H., 2004, "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Gilang, C.P., 2011, "Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Pilinan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu ", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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.
- Murdock, L.J and Brook, K.M., (alih bahasa : Stepanus Hendarko), 1991, "BAHAN DAN PRAKTEK BETON", Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., (alih bahasa : Bambang Suryatmono), 1990, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, PT Eresco, Bandung.
- Pathurahman, J.F. dan Anggraini, D.K., 2003, "Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton", Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Vol. 5 No.1, Maret, hal. 39-44, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- PBI, 1971, *Peraturan beton Bertulang Indonesia*, 1971 N.1-2, Cetakan ke-7, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Ciptakarya, Bandung
- 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.
- SK SNI S-36-1990-03. *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*
- 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.
- Winter, G and Nilson, A.H., 1993, " PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG", Pradnya Paramita, Jakarta.