

KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU ORI BERTAKIKAN TIPE “U” JARAK 10 CM

Hanafi Akhmad Uswah¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Sugiyarto³⁾,

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 : Hanafiakhmaduswah@gmail.com

Abstract

The method in this study is an experimental 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 of notched ori bamboo type “u” distance 100 cm with dimension 10 × 5 mm and 25 cm of depth. The reinforcements was plain steel with 8 mm as comparison. Based on the analysis and test result, the average bond strength of notched ori bamboo reinforcement type “u” with distance 10 cm is 0.042 MPa while the average bond plain steel reinforcement Ø 8 mm was 0.548 MPa. The conclusions is the highest value of the average bond strength of notched ori bamboo reinforcement type “u” with distance 10 cm compared with value of average plain steel reinforcement Ø 8 mm is 0.148 or 1.48 %.

Keywords: bond strength, plain steel, notched ori bamboo, wide notched.

Abstrak

Metode dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Benda uji berupa silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Di bagian tengah benda uji ditanam tulangan bambu ori takikan tipe “u” jarak 10 cm dengan dimensi 10 x 5 mm dan panjang penanaman 25 cm. Tulangan berupa baja Ø 8 mm sebagai pembanding. Berdasarkan analisis dan hasil pengujian diperoleh nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu ori takikan tipe “u” jarak 10 cm adalah 0,042 MPa, sedangkan nilai kuat lekat rata-rata tulangan baja polos Ø 8 mm adalah 0,548 MPa. Kesimpulannya adalah nilai kuat lekat rata-rata paling tinggi bambu ori bertakikan tipe “u” jarak 10 dibanding nilai kuat rata-rata lekat beton dengan tulangan baja polos diameter 8 mm adalah sebesar 0,148 atau 14,8%.

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

PENDAHULUAN

Kebutuhan penggunaan beton bertulang dalam pembangunan akan semakin meningkat seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk. Hal ini akan meningkatkan kebutuhan tulangan baja sebagai komponen utama dan memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Biji besi sebagai bahan baku pembuatan tulangan baja merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Untuk memenuhi kebutuhan pembangunan tersebut, memakan biaya yang tidak sedikit. Dan cara untuk mengurangnya adalah dengan memanfaatkan apa yang disediakan oleh alam sebagai bahan pengganti besi yang bersifat lebih ekonomis dan mudah didapatkan di Indonesia, contohnya saja batang bambu.

Bambu dipilih sebagai tulangan alternatif beton karena merupakan produk hasil alam yang *renewable*, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, memiliki kuat tarik tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Setiya Budi, 2010). Bambu mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi, antara 100-400 MPa, setara dengan ½ sampai ¼ dari tegangan ultimate besi (Widjaja, 2001).

Penelitian Morisco (1996) mengenai bahan alternatif yaitu bambu sebagai pengganti tulangan beton. Karena bambu merupakan hasil dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable*), murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek pemansan global (*global warming*) serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja tulangan maka bambu dipilih sebagai pengganti tulangan alternatif beton. (Setiya Budi, 2010).

Pada tahun 2014 telah dilakukan penelitian kuat lekat oleh Hambali yang berjudul “Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Ori Bertakikan Tipe “V” Dengan Jarak Takikan 6 cm dan 7 cm Pada Beton Normal”, dengan hasil kuat lekat berturut-turut sebesar 0,0213 MPa dan 0,0225 MPa.

LANDASAN TEORI

Secara tradisional penggunaan bambu sebagai bahan struktur bangunan telah dilakukan sejak lampau karena kemudahan dalam mendapatkan serta biaya yang dikeluarkan cukup terjangkau. Menurut Frick (2004) bambu merupakan tanaman berumpun yang hidup di daerah tropis dan subtropics dan termasuk dalam *family gramineae* (rumput-rumputan) dan terdapat hampir diseluruh dunia kecuali Eropa. Jumlah yang ada di daerah Asia Tenggara dan Asia Selatan kira-kira 80% dari keseluruhan yang ada di dunia.

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.

Mengutip dari jurnal internasional Ajinkya Kaware pada tahun 2013, “*Bamboo has excellent engineering properties and can be utilized for low cost housing project. It can mainly be used as reinforcement to the structure.*”

Kuat Lekat

Ikatan efektif antara beton dan tulangan mutlak perlu, karena penggunaan secara efisien kombinasi tulangan dan beton tergantung pada pelimpahan tegangan beton pada tulangan. Kuat ikatan atau pengukuran efektivitas kuatnya pegangan antara beton dan tulangan, paling baik ditentukan sebagai tegangan yang ada dimana terjadi pergelinciran yang sangat kecil. Ikatan awal ditahan oleh adhesi (daya perlekatan dua buah benda yang berlainan) dan daya tahan terhadap geseran, tetapi segera setelah pergelinciran dimulai, maka adhesi hilang dan ikatan yang berikutnya ditahan oleh ketahanan terhadap geseran dan secara mekanik (Murdock *et al* dalam Gilang, 2011).

Kuat lekat dapat terjadi akibat adanya saling geser antara tulangan dan beton di sekelilingnya. Pada penggunaan sebagai salah satu komponen bangunan, beton selalu diperkuat dengan batang tulangan yang diharapkan bambu dapat bekerja sama dengan baik, sehingga hal ini akan menutup kelemahan yang ada pada beton yaitu kurang kuat dalam menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

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:

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

$$\mu = \frac{P}{Ld \pi d_s} \dots\dots\dots [2]$$

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

$$\mu = \frac{P}{Lb T_b} \dots\dots\dots [3]$$

keterangan :

- P = beban (N)
- Ds = diameter tulangan (mm)
- Ld = panjang penanaman (mm)
- Lb = lebar tulangan bambu (mm)
- Tb = tebal tulangan bambu (mm)

μ = kuat lekat antara beton dengan tulangan (MPa)

Tegangan lekat dari beton menahan tulangan tetap berada pada posisinya. Modulus elastisitas tulangan berperan dalam terjadinya pertambahan panjang tulangan sampai terjadi penggelinciran ketika beban tarik (P) bekerja.

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

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

$$\Delta L = \frac{P \cdot Z}{E \cdot A} \dots\dots\dots [5]$$

dengan :

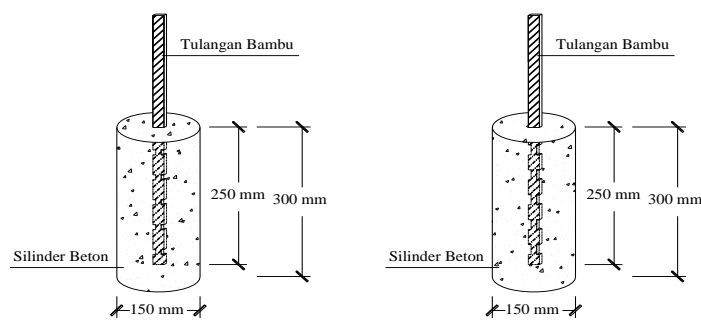
- Δs = sesar (mm)
- Z = pertambahan panjang total (mm)
- ΔL = pertambahan panjang bambu (mm)
- P = beban (N)
- L_0 = panjang bambu mula-mula (mm)
- E = modulus elastisitas (MPa)
- A = luas penampang bambu (mm²)

METODE

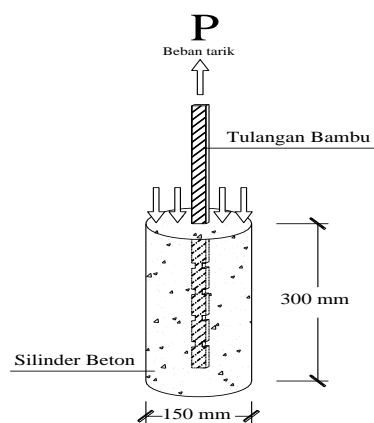
Metode dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Benda uji berupa silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Di bagian tengah benda uji ditanam tulangan bambu ori takikan tipe “u” jarak 10 cm dengan dimensi 10 x 5 mm dan panjang penanaman 25 cm. Tulangan berupa baja Ø 8 mm sebagai pembanding. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mesin, FT UNS, pada umur beton 28 hari menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*. 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	5
2	Bambu Ori Takikan 1 Cm Tipe “U” Sejajar Jarak 10 cm	OS1	5
3	Bambu Ori Takikan 2 Cm Tipe “U” Sejajar Jarak 10 cm	OS2	5
4	Bambu Ori Takikan 1 Cm Tipe “U” Tidak Sejajar Jarak 10 cm	OTS1	5
5	Bambu Ori Takikan 2 Cm Tipe “U” Tidak Sejajar Jarak 10 cm	OTS2	5



Gambar 1. Benda Uji Kuat Lekat



Gambar 2. Pengujian Pull Out

Tahapan penelitian:

1. Studi literatur seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan.
2. Pengujian karakteristik material pembentuk beton (semen, pasir, kerikil) dan pengujian tulangan (bambu Ori, baja polos diameter 8 mm).
3. Perencanaan campuran (*mix design*).
4. Pembuatan benda uji kuat tekan dan benda uji kuat lekat.
5. Perawatan benda uji (*curing*) selama 28 hari
6. Pengujian pull out menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*
7. Menganalisis data pengujian pull out.
8. 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 ($\pi \cdot r^2$) (mm ²)	Kuat Tarik	
	Diameter (mm)	Panjang (mm)		Hasil (MPa)	Rerata (MPa)
1	8	600	50,24	705,999	
2	8	600	50,24	718,623	
3	8	600	50,24	731,673	724,185
4	8	600	50,24	718,661	
5	8	600	50,24	745,970	

Tabel 3. Pengujian Kuat Tarik Tulangan Bambu Ori

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang			Luas (T*L) (mm ²)	Kuat Tarik	
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)		Hasil (MPa)	Rerata (MPa)
O1	3,2	25,4	255	81,280	373,401	
O2	3,2	26,6	252	85,120	329,887	
O3	3,2	25,6	252	81,920	356,934	361,952
O4	3,2	25,8	254	82,560	385,901	
O5	3,3	25,4	254	83,820	363,636	

Dari hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tarik tulangan baja polos diameter 8 mm sebesar 724,185 MPa, tulangan bambu Ori sebesar 361,952 MPa. Hasil yang didapatkan penyusun hasil kuat tarik bambu lebih rendah dibandingkan kuat tarik baja.

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 (Pmaks). Hasil pengujian kuat tekan beton selengkapnya disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal.

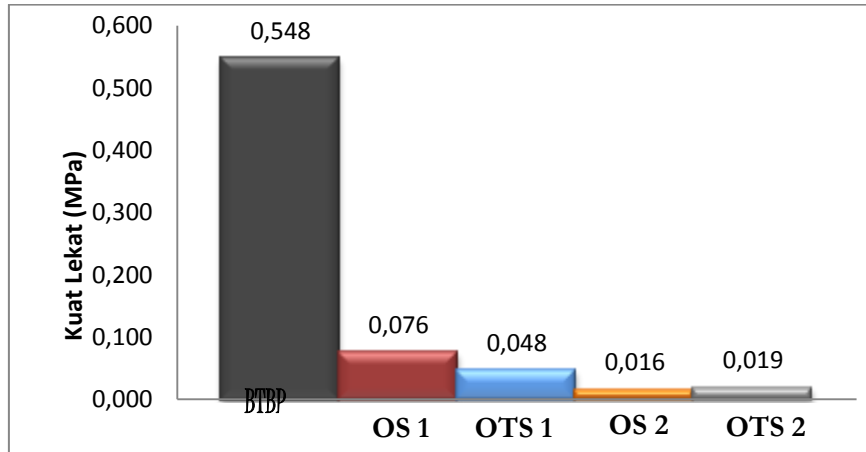
Benda Uji	Luas Penampang Beton (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan	
			Rerata (MPa)	Keterangan (Hari)
1	17671,571	17,778	17,590	7 Hari
2		17,374		7 Hari
3		17,677		14 Hari
4		17,355		14 Hari
5		17,818		28 Hari
6		17,535		28 Hari

Kuat Lekat

Pengujian *pull out* dilakukan dengan panjang penanaman (L_d) 250 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 Bertulangan Baja dan Berbagai Beton Bertulangan Bambu Ori

Kode Benda Uji	Ukuran Penampang			Panjang Penanaman (mm)	Beban Pada Sesar 0,25 mm (MPa)	Kuat Lekat	
	Diameter (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)			Hasil (MPa)	Rerata (MPa)
BNTB A	8	-	-	250	3,268.781	0.521	0,548
BNTB B	8	-	-	250	4,326.319	0.689	
BNTB C	8	-	-	250	2,734.100	0.435	
OS1 A	-	20	5,2	250	761.728	0.062	0,076
OS1 B	-	20	5,2	250	1,033.879	0.085	
OS1 C	-	20	5,2	250	994.851	0.082	
OS1 D	-	20	5,2	250	920.283	0.075	
OS2 A	-	20	5,2	250	203.703	0.017	0,016
OS2 B	-	20	5,2	250	170.513	0.014	
OS2 C	-	20	5,2	250	185.692	0.016	
OS2 E	-	20	5,2	250	196.202	0.017	
OTS1 C	-	20	5,2	250	654.092	0.054	
OTS1 D	-	20	5,2	250	289.917	0.024	
OTS1 E	-	20	5,2	250	799.695	0.066	
OTS2 A	-	20	5,2	250	143.832	0.012	0,019
OTS2 B	-	20	5,2	250	260.489	0.022	
OTS2 C	-	20	5,2	250	135.459	0.011	
OTS2 D	-	20	5,2	250	353.135	0.030	



Gambar 3. Nilai Kuat Lekat Tulangan Baja Dan Tulangan Bambu Ori

Pada Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai kuat lekat rata-rata antara beton dengan bambu bertakikan tipe “u” jarak 10 cm lebih kecil dibandingkan dengan nilai kuat lekat rata-rata antara beton dengan baja. Pada Gambar 3. terlihat perbandingan nilai kuat lekat rata-rata tulangan bambu Ori mencapai 1/2 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

Nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan baja polos diameter 8 mm sebesar 0,548 MPa dan nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu ori bertakikan sebesar 0,040 MPa.

Jadi bisa ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat rata-rata bambu ori bertakikan tipe “u” jarak 10 cm lebih rendah 13,825 kali dibanding nilai rerata kuat lekat rata-rata lekat beton dengan tulangan baja polos diameter 8 mm.

REKOMENDASI

Karena bambu adalah material alami sehingga kekuatan bambu dipengaruhi kembang susutnya (*shrinkage*) dari kadar air (*moisture content*) maka pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan penambahan zat yang dapat mengurangi proses kembang susut dari bambu tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Allah S.W.T dan RosulNya, Bapak Agus Setiya Budi, S.T, M.T, Bapak Ir. Sugiyarto, M.T, dan kelompok bambu yang senantiasa memberikan bimbingan selama penelitian.

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, (2003). “Semen Portland Pozolan (SNI 15-0302-2004)”. Jakarta.
- Anonim. (2000). “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)”. Jakarta.
- Anonim, (2004). “Bamboo Determination of Physical and Mechanical Properties (ISO 22157-1:2004)”. International Standar
- Budi, AS. (2013). “Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan Pada Beton Normal”. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Universitas Sebelas Maret (UNS) : Surakarta.
- Frick, H, (2004), “Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu”. Kanisius : Yogyakarta.
- Ghavami, K. (2004), “Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements”. Universitas Katolik Pontificia. Rio de Janeiro : Brazil.

- Hambali. (2014). "Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Ori Bertakikan Tipe "V" Dengan Jarak Takikan 6 Cm Dan 7 Cm Pada Beton Normal". Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret : Surakarta.
- Irianto, Agus. (2009). "Statistik: Konsep Dasar dan Aplikasinya". Penerbit Kencana : Jakarta.
- 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.
- Kaware, Ajinkya. (2013). "Review of Bamboo as Reinforcement Material in Concrete Structure". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology: India.
- Morisco, (1996). "Bambu sebagai Bahan Rekayasa". Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM : Yogyakarta.
- Morisco, (1999). "Rekayasa Bambu". Nafiri Offset : Yogyakarta.
- Nindyawati (2013). "The Comparison Between Pull-Out Test And Beam Bending Test To The Bond Strength Of Bamboo Reinforcement In Light Weight Concrete ", International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN : 2248-9622 Vol. 3, Issue I, January-February 2013
- Pathurahman dan Fajrin J, (2003). "Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton", dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra : Surabaya.
- Prasetyo, Arif Dwi (2011). "Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Polos Dan Tulangan Baja Polos Pada Beton Normal Dengan Variasi Jenis Bambu". Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret : Surakarta.
- Sebayang, Surya (2009). "Tinjauan Panjang Lekatan Antara Beton Normal Dengan Tulangan Akibat Beban Statik". REKAYASA, Jurnal Sipil dan Perencanaan. Fakultas Teknik Universitas Lampung : Lampung.
- Spiegel, M.R. and Stephens, L.J. (2007). "Terjemahan dalam bahasa Indonesia Schaum's Outlines of Theory and Problem of STATISTICS, Third Edition". Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., (1993). "Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton". Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB : Bogor.
- Tjokrodimulyo. K. (1996). "Teknologi Beton". Gajah Mada Press : Yogyakarta.