

KAJIAN KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU WULUNG TAKIKAN TIPE V SEJAJAR DAN TIDAK SEJAJAR DENGAN JARAK TAKIKAN 40 MM DAN 50 MM PADA BETON NORMAL

Andri Mulyono¹⁾, Agus Setiya Budi ²⁾, Purnawan Gunawan³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail :andri.mulyono@ymail.com

Abstract

The use of steel as a material, combined with the concrete has been done for a long time, this is because each material can be complementary concrete as a material that is weak against tensile force can be overcome by the presence of a strong reinforcement against tensile force and vice versa, so that Reinforced concrete is widely used as a building material until now. But the problem is the reinforcing steel is mined material and unrenovable, so that the longer it will be increasingly depleted. As an alternative try using reinforcement that cheap, easily available and can be renewed and that the reinforcement of high quality is from bamboo material. This research uses experimental methods to test object used was a concrete cylinder with a diameter of 15 cm and 30 cm high. This study uses four kinds of variations for the reinforcement of bamboo, bamboo reinforcement wulung notch aligned with a distance of 40 mm and 50 mm, and bamboo reinforcement wulung notch is not aligned with the notch distance of 40 mm and 50 mm. Each specimen 3 pieces with type V notch, the notch width 8 mm and 5 mm depth of the notch. Bamboo reinforcement dimensions length 700 mm, width 20 mm and 5,2 mm thick. As a comparison using steel reinforcement with a diameter of 8 mm and a length of 700 mm specimen 3 pieces. Quality concrete with $f'c = 17.5$ planned MPa. Adhesion test performed on a concrete age of 28 days by using a Universal Testing Machine (UTM).

Keywords : Concrete, bamboo notch, pull-out strength

Abstrak

Penggunaan baja tulangan sebagai bahan yang dipadukan dengan beton sudah dilakukan sejak lama, hal ini disebabkan karena masing-masing material dapat saling melengkapi yaitu beton sebagai bahan yang lemah terhadap gaya tarik dapat diatasi dengan adanya baja tulangan yang kuat terhadap gaya tarik begitu pula sebaliknya, sehingga beton bertulang banyak digunakan sebagai bahan bangunan sampai saat ini. Akan tetapi permasalahannya adalah baja tulangan merupakan bahan hasil tambang yang tidak dapat diperbaharui sehingga semakin lama akan semakin habis. Sebagai alternatif dicoba menggunakan tulangan yang murah, mudah didapat dan dapat diperbaharui serta bermutu tinggi yaitu tulangan dari bahan bambu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Penelitian ini menggunakan 4 macam variasi untuk penulangan bambu, Tulangan bambu wulung takikan sejajar dengan jarak 40 mm dan 50 mm, dan tulangan bambu wulung takikan tidak sejajar dengan jarak takikan 40 mm dan 50 mm. Masing-masing benda uji 3 buah dengan takikan tipe V, lebar takikan 8 mm dan kedalaman takikan 5 mm. Dimensi tulangan bambu panjang 700 mm, lebar 20 mm dan tebal 5,2 cm. Sebagai pembanding menggunakan tulangan baja diameter 8 mm dengan panjang 700 mm dan benda uji 3 buah. Mutu beton direncanakan dengan $f'c = 17,5$ MPa. Uji lekat dilakukan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM).

Kata kunci : Beton, bambu takikan, kuat lekat

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tersedianya rumah tinggal sangat meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terjadi, hal itu berdampak pada kebutuhan baja tulangan yang semakin meningkat pula karena baja tulangan merupakan salah satu komponen dasar dalam pembangunan rumah tinggal, hal tersebut dapat menyebabkan permintaan akan baja tulangan semakin besar dan memicu kenaikan harga menjadi mahal dan ketersediaan material tersebut

manjadi semakin berkurang atau bahkan menjadi langka, ketersediaan bahan dasar dalam pembuatan baja (bijih besi) menjadi semakin berkurang dan tidak mungkin bisa di upayakan peningkatan jumlahnya karena termasuk Sumber Daya Alam (SDA) yang tidak bisa di perbaharui atau *unrenewable*. Oleh karena itu di upayakan penggantian material tersebut dengan material atau bahan yang lain, para ahli struktur telah melakukan penelitian mengenai penggunaan material lain sebagai pengganti dari baja, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai pengganti baja tulangan beton. Bambu dipilih sebagai tulangan alternatif beton karena merupakan produk hasil alam yang *renewable*, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Setiya Budi, 2010).

Salah satu persyaratan dalam struktur beton bertulang adalah adanya lekatan antara tulangan dengan beton sehingga apabila pada struktur beton tersebut diberikan beban tidak akan terjadi selip antara tulangan dan beton, asalkan tersedia panjang penyaluran (*development length*) yang cukup. Panjang penyaluran yang dimaksud adalah penanaman tulangan di dalam beton hingga kedalaman tertentu agar dapat menyalurkan gaya dengan baik. Hilangnya lekatan antara beton dengan tulangan pada struktur mengakibatkan keruntuhan total pada balok. Untuk menghindari hal tersebut perlu ditinjau nilai kuat lekat beton dan nilai kuat leleh tulangan agar diperoleh keseimbangan gaya antara tulangan dan beton. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kuat lekat bambu sebagai tulangan semakin banyak, membuat bambu semakin menarik untuk diteliti. Masalah dimensi bambu, model tulangan bambu, dan besar bidang kontak tulangan dengan beton merupakan hal yang harus diperhatikan. Hal inilah yang mempengaruhi karakteristik kuat lekat tulangan bambu.

RUMUSAN MASALAH

Dari uraian yang telah dikemukakan di atas, maka perumusan masalah yang timbul adalah mengkaji berapa nilai kuat lekat tulangan bambu wulung bertakikan tipe “V” sejajar dan tidak sejajar dengan jarak antar takikan 40mm dan 50mm pada beton normal.

BATASAN MASALAH

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- a. Mix design direncanakan dengan f_c 17,5 MPa.
- b. Semen yang digunakan adalah Portland Pozzolan Cement (PPC).
- c. Bambu yang diteliti merupakan bambu petung yang masih alami dan tidak ada proses pengawetan.
- d. Pengujian pull out dilakukan sampai lekatan antara tulangan dengan beton terlepas, namun analisis dibatasi sampai sesar bernilai 0,25 mm.

TUJUAN PENELITIAN

Dari uraian yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data kuat lekat tulangan bambu wulung bertakikan bentuk “ V “ sejajar dan tidak sejajar dengan jarak takikan 40 mm dan 50mm pada beton normal.

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Beton digunakan secara luas untuk bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan mencampurkan agregat, air, semen dan bahan tambah berupa bahan kimia maupun serat dengan perbandingan tertentu. Kekuatan, keawetan dan sifat beton dipengaruhi oleh sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan, cara pengadukan, penguangan, pemadatan dan pengawetan selama proses pengerasan (Tjokrodinuljo, 1996).

Bahan kombinasi beton bertulang dimungkinkan karena adanya beberapa sifat yang baik di dalam kerjasama antara beton dan baja tulangan. Sifat yang terpenting adalah beton dan baja mempunyai tegangan lekat dan tegangan lentur yang cukup besar. Tegangan lekat timbul antara baja dan beton jika baja ingin berubah tempat terhadap beton. Gaya tarik dan tekan pada baja menimbulkan

tegangan lekat di tempat kontak baja dan beton. Jika tegangan lekat melalui suatu nilai batas/baja berubah tempat atau bergeser, perubahan tempat ini menimbulkan tegangan luncur untuk menahan penggeseran (Rooseno,1954:36).

Kuat lekat rerata beton dengan tulangan bambu petung takikan tidak sejajar sebesar 0,007758 MPa dan bambu petung sejajar sebesar 0,004818 MPa. Nilai kuat lekat bambu petung takikan tidak sejajar 1,61 kali lebih besar dari kuat lekat bambu petung sejajar (Suryanto, 2013).

Kuat lekat rerata tulangan bambu polos bagian bawah yang terdiri dari bambu Ori, bambu Wulung dan bambu Petung berturut-turut adalah 0,01498 MPa ; 0,02460 MPa dan 0,02220 MPa. Kuat lekat rata-rata tulangan bambu polos bagian atas yang terdiri dari bambu Ori, bambu Wulung dan bambu Petung berturut-turut adalah 0,01246 MPa ; 0,01416 MPa dan 0,01575 MPa. Sedangkan kuat lekat rata-rata tulangan baja polos pada beton normal adalah 0,15240 MPa. Perbandingan kuat lekat rata-rata tulangan baja polos terhadap tulangan bambu polos secara keseluruhan berkisar antara 6-12 kali(Arif Dwi Prasetya, 2011).

Dasar teori

Kuat lekat merupakan kombinasi kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatanantara batang tulangan dan beton (winter, 1993)

Kuat lekat antara beton dan bambu tulangan akan berkurang apabila mendapat tegangan yang tinggi karena pada beton terjadi retak-retak. Hal ini apabila terus berlanjut akan dapat mengakibatkan retakan yang terjadi pada beton menjadi lebih lebar dan biasanya bersamaan dengan itu akan terjadi defleksi pada balok. Dalam hal ini fungsi dari beton bertulang menjadi hilang karena bambu tulangan telah terlepas dari beton. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara bambu tulangan dan beton disekelilingnya,

Kuat lekat (Pull Out)

Struktur beton bertulang (*reinforced concrete*) adalah struktur komposit yang terbuat dari dua bahan dengan karakteristik yang berbeda yaitu beton dan baja. Secara umum beban luar telah diberikan pada beton, dan tulangan menerima bagian beban tersebut hanya pada tulangan yang dilingkupi beton melalui ikatan. Tekanan ikatan adalah nama yang diberikan pada tegangan geser pada permukaan tulangan beton dimana melalui pemindahan beban antara besi dan beton sekitarnya, akan memodifikasi tekanan baja. Ikatan ini ketika dikembangkan secara efisien, memungkinkan dua bahan membentuk struktur komposit. Agar terjadi keseimbangan gaya, maka beban (P) yang dapat ditahan sama dengan luas penampang tulangan dikalikan kuat lekatnya. Pengujian terhadap beton bertulang baja dapat menggunakan rumus:

$$P = L d \pi d_s \mu \dots\dots\dots [1]$$

$$\mu = P / (L d \pi d_s) \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

- P = beban (N)
- d_s = diameter tulangan (mm) *t_b* = lebar tulangan bambu (mm)
- L_d = panjang penanaman (mm) *t_b* = tebal tulangan bambu (mm)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Pada penelitian ini digunakan benda uji silinder dengan penanaman baja polos dan baja ulir diameter 8 mm, 10 mm, 12mm, 16 mm dan 19 mm, sedangkan proporsi campuran 1:2:3 dengan fas 0,48. Perawatan sampel mengalami tiga tahap, yaitu direndam, ditutup dengan karung goni dan diangin-anginkan. Sampel terdiri dari dua kelompok yaitu untuk pengujian dengan kuat desak dan pengujian untuk kuat lekat yaitu dengan *bond pullout test*

Tahap Penelitian

Tahap Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

Tahap Pengujian Bahan

Jenis bahan yang akan diuji untuk keperluan penelitian ini ada tiga macam, yaitu pasir, kerikil, dan baja tulangan. Pemeriksaan baja tulangan berupa uji tarik baja sampai putus, sedangkan pemeriksaan agregat dilakukan untuk mengetahui kondisi jenuh kering muka atau *SSD (Saturated surface dry)*, berat satuan, berat jenis, penyerapan air, kadar lumpur, kadar zat organik, gradasi dan kekerasannya.

Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji tersebut adalah sebagai berikut :

- Membuat adukan beton.
- Campuran dimasukkan ke dalam alat aduk dan diaduk sampai merata.
- Untuk mengetahui kuat tekan beton dibuat benda uji silinder dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm masing-masing sebanyak 5 buah untuk beton normal.
- Untuk keperluan penelitian kuat lekat dibuat benda uji silinder beton dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm, di bagian tengah ditanam baja tulangan.
- Setelah berumur 28 hari dilakukan pengujian kuat tekan dan pull out dengan menggunakan Universal Testing Machine

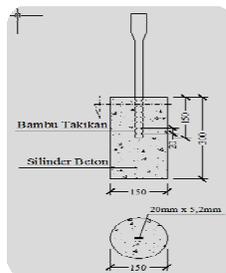
Benda Uji

Tabel 1 variasi benda uji

No	Jenis tulangan	Jumlah
1	BP	3
2	BWS4	3
3	BWTS4	3
4	BWS5	3
5	BWTS5	3

Keterangan :

- BP : Baja Polos
BWS4 : Bambu Wulung Sejajar Jarak Takikan 40 mm
BWTS4 : Bambu Wulung Tidak Sejajar Jarak Takikan 40 mm
BWS5 : Bambu Wulung Sejajar Jarak Takikan 50 mm
BWTS4 : Bambu Wulung Tidak Sejajar Jarak Takikan 50 mm



Gambar 1. Potongan Benda Uji

Pengujian Kuat Lekat

Pengujian kuat lekat (*pull out test*) dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* terhadap benda uji yang berumur 28 hari dengan menarik tulangan yang tertanam dalam silinder beton kemudian mencatat gaya maksimum.

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Membuat alat dengan menggunakan pelat baja dengan tebal 5mm untuk sebagai tempat atau penyangga benda uji pada mesin UTM
- Memposisikan benda uji kuat lekat pada mesin UTM
- Tulangan diklem kemudian dimulai pembebanan
- Pembebanan dihentikan setelah mencapai pembebanan maksimum dengan ditandai grafik mengalami penurunan dan tidak mungkin akan naik lagi.
- Ulangi langkah a – d sampai benda uji selesai

HASIL PENELITIAN & ANALISIS

Tabel 2 Hasil Analisis Data

Benda Uji	Dimensi		Beban N	Z mm	Lo mm	$\Delta L = \frac{P \times L_0}{A \times E}$ mm	$\Delta s = z - \Delta L$ mm
	Lebar	Tebal					
	mm	mm					
BWS4 I	20	5,2	0	0	120	0	0
			500	0,69	120	0,003444117	0,686555883
			1000	1,03	120	0,006888235	1,023111765
			1500	1,37	120	0,010332352	1,359667648
			2000	1,67	120	0,01377647	1,65622353
			2500	2	120	0,017220587	1,982779413
			3000	2,67	120	0,020664705	2,649335295
			3500	3,55	120	0,024108822	3,525891178
BWS4 II	20	5,2	0	0	55	0	0
			500	0,5	55	0,001578554	0,498421446
			1000	1,25	55	0,003157108	1,246842892
			1500	1,75	55	0,004735661	1,745264339
			2000	2,25	55	0,006314215	2,243685785
			2500	2,35	55	0,007892769	2,342107231
			3000	3,5	55	0,009471323	3,490528677
BWS4 III	20	5,2	0	0	150	0	0
			500	1,15	150	0,004305147	1,145694853
			1000	1,54	150	0,008610294	1,531389706
			1500	1,92	150	0,01291544	1,90708456
			2000	2,3	150	0,017220587	2,282779413

ANALISIS DATA

- Wulung takikan V sejajar jarak 40mm no 1 (BWS4 I)

Pertambahan panjang total (z) pada grafik

$$Z = 3,55 \text{ mm}$$

Menghitung pertambahan panjang (ΔL)

$$\Delta L = \frac{P \times L_0}{A \times E} = \frac{3500 \times 120}{52 \times 167509,7} = 0,024108822 \text{ mm}$$

Menghitung

$$\Delta s = z - \Delta L = 3,55 - 0,024108822 = 3,525891178 \text{ mm}$$

- Wulung takikan V sejajar jarak 40mm no 2(BWS4 II)

Pertambahan panjang total (z) pada grafik

$$Z = 3,5 \text{ mm}$$

Menghitung pertambahan panjang (ΔL)

$$\Delta L = P L_0 / A_s E_s = 3000 * 55 / 52 * 167509,7 = 3,490528677 \text{ mm}$$

Menghitung sesar (Δs)

$$= 3,5 - 3,490528677$$

$$= 3,490528677 \text{ mm}$$

3. Wulung takikan V sejajar jarak 40mm no 3 (BWS4 III)

Pertambahan panjang total (z) pada grafik

$$Z = 2,3 \text{ mm}$$

Menghitung pertambahan panjang (ΔL)

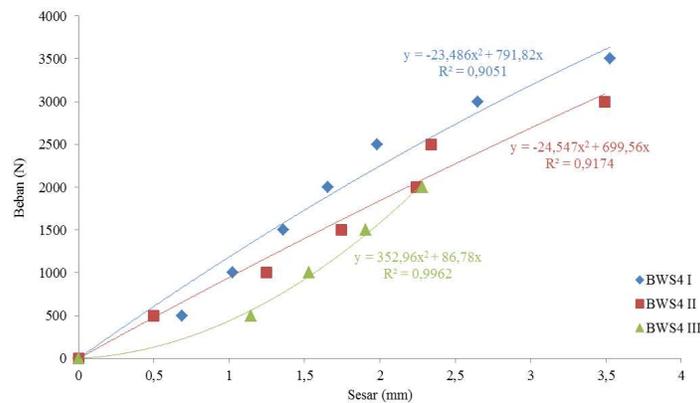
$$\Delta L = P L_0 / A_s E_s = 2000 * 150 / 52 * 167509,7 = 0,017220587 \text{ mm}$$

Menghitung sesar (Δs)

$$= 2,3 - 0,017220587$$

$$= 2,282779313 \text{ mm}$$

Dari Tabel 4.12 dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara beban tarik dengan sesar tulangan seperti pada Gambar 4.2. Persamaan trend regressi dari benda uji BWS4 adalah:



Gambar 2. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Wulung Takikan tipe V sejajar jarak 40mm

Menurut ASTM C-234-91a, nilai sesar yang digunakan untuk menghitung kuat lekat adalah pada sesar sebesar 0,25 mm.

- Persamaan trend regressi dari benda uji BWS4 I adalah:

$$y = -23,486x^2 + 791,82x$$

$$y = (-23,486x0,25^2) + (791,82x 0,25) = 196,483N$$

Kuat lekat $\mu = P / \text{Luas penampang} = 196,483 / 7573,8 = 0,02594 \text{ MPa}$
- Persamaan trend regressi dari benda uji BWS4 II

$$y = -24,547x^2 + 699,56x$$

$$y = (-24,547x 0,25^2) + (699,56x 0,25) = 173,356 N$$

Kuat lekat $\mu = P / \text{Luas penampang} = 173,356 / 7573,8 = 0,02289 \text{ MPa}$
- Persamaan trend regressi dari benda uji BWS4 III

$$y = 352,96x^2 + 86,78x$$

dengan $x = 0,25$ diperoleh:

$$y = (352,96x 0,25^2) + (86,78x 0,25) = 240,055N$$

Kuat lekat $\mu = P / \text{Luas penampang} = 240,055 / 7573,8 = 0,03169 \text{ MPa}$

Dari hasil pengujian kuat lekat didapat nilai kuat lekat untuk masing-masing benda uji yaitu :

Benda Uji

Tabel 3 Nilai Kuat Lekat Berbagai Variasi Takikan

Jenis tulangan	P maks (rerata) N	Kuat Lekat MPa
BP	503,84	0.1331
BWS4	203,29	0.02684
BWTS4	331,127	0.04381
BWS5	220,535	0.02900
BWTS5	273,924	0.03604

SIMPULAN

1. Nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan baja polos adalah 0,1331 MPa.
2. Kuat lekat dengan tulangan bambu Wulung takikan sejajar jarak 4 cm sebesar 0,02684MPa dan tidak sejajar sebesar jarak 40mm 0,04381 MPa, Nilai kuat lekat dengan tulangan bambu Wulung takikan sejajar jarak 50mm 0,02900 Mpa, dan takikan tidak sejajar jarak 50mm 0,03604 Mpa.
3. Nilai kuat lekat tulangan bambu Wulung dengan takikan tidak sejajar jarak 40mm lebih besar 1,63 kali dari nilai tulangan bambu Wulung takikan sejajar 40mm, Sedangkan nilai kuatlekat tulangan bambu Wulung dengan takikan tidak sejajar jarak 50mm lebih besar 1,24kali dari nilai tulangan bambu Wulung takikan sejajar jarak 50mm.
4. Nilai kuat lekat terbesar terdapat pada tulangan bambu wulung takikan tidak sejajar jaraktakikan 40mm yaitu sebesar 0.04381 Mpa, Sedangkan untuk nilai kuat lekat paling kecil terdapat pada sampel dengan takikan sejajar dengan jarak 40mm yaitu sebesar 0.02684Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa susunan takikan yang tidak sejajar memperbesar pada nilai kuat lekat pada tulangan bambu Wulung
5. Secara umum, nilai kuat lekat tulanganbaja polos diameter 8 mm lebih besar3,04 kali dari nilai kuat lekat tertinggitulangan bambu wulung bertakikan, yaitu pada takikan tidak sejajar 40mm sebesar 0,04381 Mpa
6. Secara umum kegagalan pada saat mencapai $P_{maksimum}$ adalah pada bambu yaitu rusak pada takikan bambu karena terjadi kegagalan gaya geser.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk melengkapi dan mengembangkan tema penelitian ini. Adapun saran untuk pertimbangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian pada jenis bambu lain yang sering digunakan untuk bahan konstruksi misalnya bambu Apus dan lain-lain.
2. Pendekatan model tulangan bambu yang lebih mendekati steel deformed bar sehingga meningkatkan kuat lekat tulangan terhadap beton.
3. Model takikan yang lain dapat diterapkan pada tulangan bambu misalnya kedalaman, panjang dan jarak antar takikan sehingga diperoleh shear strength maupun shear interlock antara tulangan dengan beton yang optimal.
4. Penggunaan tulangan bambu pada material pengganti beton misalnya campuran semen-tanah (soil cement), rammed earth, dengan kuat tekan berkisar antara 5-20 MPa.
5. Sesar secara teliti diukur menggunakan LVDT (Linear Variable Differential Transformer).

REKOMENDASI

Kajian kuat lekat bertulangan bambu perlu dicoba pada jenis bambu lainnya untuk mendalami perilaku kuat lekat pada tulangan bambu. Selain itu penelitian yang selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah variasi bambu dan jenis takikan sehingga dapat digunakan untuk membandingkan hasil analisis yang telah dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. dan Bapak Purnawan Gunawan, ST.,MT selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, kakak, adik, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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). *“Semen portland (SNI 15-2049-2004)”*, Jakarta.

Morisco, 1996, *Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.*

Morisco, (1999). *“Rekayasa Bambu”*, Nafiri Offset, Yogyakarta.

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.*

Setiyabudi,A.(2010). *“Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur”*, *Prosiding Seminar*