

**KAJIAN KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU TAKIKAN
DAN TULANGAN BAJA POLOS PADA BETON NORMAL
DENGAN VARIASI JENIS BAMBU**

*Study of Bond Strength Notched Bamboo Reinforcement and Plain Steel
Reinforcement in Normal Concrete with Various Types of Bamboo*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Oleh :

SURYANTO
NIM. I0107139

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

commit to user
2013

MOTTO

Nahnu du'at qobla kulli syai'in

*"Waquli'maluu fasayarollahu 'amalakum wa rosuwluhuu wal mukminuun,
wasaturudduuna ilaa 'aalamil ghoybi wasyahaadati fayunabbiukum bimaa
kuntum ta'maluun".*

Dan katakanlah, "bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu juga rasul-Nya dan orang-orang mukmin, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Maha Mengetahui yang ghaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan". **(Surat At-Taubah (9): 105)**

Dari Ibnu Umar radhiallahuanhuma berkata: Rasulullah Shallallahu'alaihi wasallam memegang pundak kedua pundak saya seraya bersabda: Jadilah engkau di dunia seakan-akan orang asing atau pengembara“, Ibnu Umar berkata: Jika kamu berada di sore hari jangan tunggu pagi hari, dan jika kamu berada di pagi hari jangan tunggu sore hari, gunakanlah kesehatanmu untuk (persiapan saat) sakitmu dan kehidupanmu untuk kematianmu “

(Riwayat Bukhori)

commit to user

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini untuk:

- ❖ Orangtuaku, Bapak Ratno Suwito Timin, berkorban demi keberhasilan anak tercinta. *Simbok Nganti, Allahumaghfirlaha warhamha wa'afih wa'fu'anha.*
- ❖ Keluarga ibu Y. Endang Sri Purwaningsih, memberikan kesempatan bagi diri ini untuk meraih jenjang pendidikan tinggi ini. Semoga Allah memberikan hidayah kepada keluarga sekalian.
- ❖ Ustadz maupun *murobbi* yang telah mengajarkan kebaikan dan kekuatan ikatan ukhuwwah dalam mengarungi perjalanan kehidupan dan dakwah iallah.
- ❖ *Ikhwah wa Akhowat* dalam barisan “Golden Generation-MADANI” – siapapun yang ikut serta dalam gerbong Dakwah Kampus – Semoga Istiqomah dan berkekalan hingga berkumpul di *Jannatul firdausy*.
- ❖ Teman-teman teknik sipil angkatan 2007. Aku masih dalam berisan kalian, kapanpun, dimanapun, semoga persaudaraan tetap berlanjut di kehidupan paska kampus.

commit to user

ABSTRAK

Suryanto, 2013. Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Takikan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Kebutuhan tulangan baja pada beton bertulang semakin meningkat. Keberadaan tulangan baja menjadi langka, mahal dan membutuhkan energi besar untuk produksi. Bambu dipilih sebagai alternatif pengganti karena merupakan hasil alam yang murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja. Pendekatan model tulangan bambu dilakukan dengan membuat takikan pada bagian sisi. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kuat lekat antara bambu dan beton seperti penggunaan tulangan baja ulir (*steel deformed bar*). Tulangan bambu bertakikan dapat mengurangi pengaruh penyusutan atau pengembangan karena kandungan air dengan adanya bagian saling mengunci antara permukaan tulangan dan beton. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai kuat lekat tulangan bambu takikan pada beton normal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini beton silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Bambu yang digunakan adalah jenis bambu Petung dan Wulung yang didatangkan dari daerah Jatipuro, Karanganyar dalam kondisi kering udara hingga kadar air 15%. Tulangan bambu takikan dengan dimensi lebar 15 mm dan tebal 5,2 mm. Sebagai pembanding tulangan baja polos dengan diameter 10 mm. Tulangan ditaman pada pusat beton silinder sedalam 150 mm.

Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan baja polos adalah 0,12662 MPa. Kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu Petung takikan sejajar sebesar 0,004818 MPa dan tidak sejajar sebesar 0,007758 MPa. Kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu Wulung takikan sejajar sebesar 0,002433 MPa dan tidak sejajar sebesar 0,007076 MPa. Nilai kuat lekat tulangan baja polos sebesar 22,93 kali dari nilai kuat lekat tulangan bambu bertakikan.

Kata Kunci: beton, kuat lekat, tulangan bambu, takikan.

ABSTRACT

Suryanto, 2013. Study of Bond Strength Notched Bamboo Reinforcement and Plain Steel Reinforcement in Normal Concrete with Various Types of Bamboo.

Skripsi. Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Sebelas Maret University.

Generally, steel is used to reinforce the concrete. Use of steel should be limited, very costly and also so much energy consuming in manufacturing process. Bamboo is one of the suitable replacements of reinforcing in concrete because low cost natural resources, easy to plant, growing rapidly, reducing global warming effect and most importantly strong in tension. The notched bamboo is one of the bamboo reinforcing model. Using corrugated bamboo strips can improve bond between bamboo and concrete likely using steel deformed bar. This kind of geometry not only couldn't assist to interlock between bamboo and concrete but also can decrease the swelling and shrinkage effect. This study to research the bond strength of corrugated bamboo reinforcement in normal concrete.

The method of this research is experimental laboratory at Material and Structure Laboratory of Engineering Faculty, Sebelas Maret University. The specimen was cylinder concrete, diameter 150 mm and height 300 mm. Material of bamboo from Jatipuro, Karanganyar with low humidity content is 15%. The notched bamboo reinforcement made in two types of bamboo, Petung (*Dendrocalamus asper*) and Wulung (*Gigantochloa atroviolacea*), were embedded concentric into the concrete cylinder 150 mm deep. Dimension of notched bamboo reinforcement was width 15 mm and thick 5.2 mm. Last, comparing the result of pull out test for concrete embedded notched bamboo and steel.

The test result shows that bonding strength between concrete and steel reinforcement was 0.12662 MPa. The bonding strength between concrete with parallel notched Petung bamboo reinforcement was 0.004818 MPa and unparallel notched Petung bamboo reinforcement was 0.007758 MPa. The bonding strength between concrete with parallel notched Wulung bamboo reinforcement was 0.002433 MPa and parallel notched Wulung bamboo reinforcement was 0.007076 MPa. The bonding strength of steel reinforced concrete was 22.93 times from notched bamboo reinforced concrete.

Keywords: bamboo reinforcement, bond strength, concrete, notched bamboo.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Takikan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu**”, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian skripsi dan penyusunan laporannya.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
2. Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
3. Almarhum Bp. Djoko Santoso, selaku Pembimbing Akademik.
4. Bp. Agus Setiya Budi, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bp. Ir. Sugiyarto, MT selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Dewan Penguji Pendadaran pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Semua staf Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Keluarga Bapak Ratno Suwito Timin atas dukungan moral dan spiritual.
9. Rekan-rekan Tim Peneliti Bambu (Daeng R, Eka P, Fajar, Hananto, Putra, Toni H, Zainudin), atas kerjasama dan bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan doanya.

Penyusun menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun selalu kami harapkan. Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Juli 2013

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Motto	iv
Persembahan	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Notasi dan Simbol.....	xvi
Daftar Lampiran.....	xvii
 BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. Beton Normal	10
2.2.2. Bambu	22
2.2.3. Kuat Lekat	25
 BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1. Uraian Umum	31

3.2. Tahap dan Prosedur Penelitian	33
3.3. Bahan dan Benda Uji.....	33
3.3.1. Bahan	33
3.3.2. Benda Uji	35
3.4. Peralatan Penelitian	36
3.5. Pengujian Pendahuluan	42
3.5.1. Pengujian Bahan Pembentuk Beton	42
3.5.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	49
3.5.3. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan	52
3.5.4. Pengujian Karakteristik Bambu	53
3.6. Pembuatan Benda Uji	55
3.7. Perawatan (Curing)	57
3.8. Pengujian Kuat Lekat	58
 BAB 4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian Material	59
4.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja dan Bambu	59
4.3. Hasil Pengujian Slump	61
4.4. Pengujian Kuat Desak Beton	61
4.5. Hasil Pengujian Kuat Lekat Beton	61
4.5.1. Kuat Lekat Tulangan Baja dengan Beton.....	61
4.5.2. Kuat Lekat Tulangan Bambu Petung Takikan Sejajar dengan Beton	65
4.5.3. Kuat Lekat Tulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar dengan Beton	68
4.5.4. Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung Takikan Sejajar dengan Beton.....	71
4.5.5. Kuat Lekat Tulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar dengan Beton	74
4.5.6. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lekat	79
4.6. Pembahasan	80
4.6.1. Kuat Tarik Tulangan Baja dan Bambu	80
4.6.2. Kuat Lekat Beton pada Beban Saat Sesar 0,25 mm	81
4.6.3. Pengaruh Kuat Tekan Terhadap kuat Lekat.....	81

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 82
5.2. Saran 82
Daftar Pustaka 84
Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Tegangan-Regangan Bambu dan Baja	8
Gambar 2.2. (1) Tipikal bentuk Tulangan Baja Deformasi dan (2) Bambu takikan.	9
Gambar 2.3. Beberapa Bentuk Takikan pada Tulangan Bambu	10
Gambar 2.4. Diagram Tegangan-Regangan Kuat Tekan Beton	17
Gambar 2.5. Panjang Penanaman Tulangan pada Suatu Struktur Balok.....	27
Gambar 2.6. Pengujian <i>Pull Out</i>	28
Gambar 2.7. Mekanisme Tegangan Lekatan Pada Tulangan Tarik	28
Gambar 2.8. Sesar Antara Tulangan dan Beton	29
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 3.2. Semen Portland	34
Gambar 3.3. Pasir	34
Gambar 3.4. Kerikil	34
Gambar 3.5. Tulangan Baja.....	35
Gambar 3.6. Benda Uji	36
Gambar 3.7. Neraca Digital	37
Gambar 3.8. Timbangan Bascule	37
Gambar 3.9. (a) Ember; (b) Gelas Ukur Kapasitas 250 ml	38
Gambar 3.10. Ayakan untuk Sieve Analysis	38
Gambar 3.11. Oven	39
Gambar 3.12. Corong Conik	39
Gambar 3.13. Mesin <i>Los Angeles</i>	39
Gambar 3.14. Kerucut <i>Abrams</i>	40
Gambar 3.15. Cetakan Silinder	40
Gambar 3.16. <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	41
Gambar 3.17. <i>Compression Testing Machine</i> (CTM)	41
Gambar 3.18. <i>Dial Gauge</i>	41
Gambar 3.19. Proses Pencucian Sampel	43
Gambar 3.20. Pengujian Kadar Organik	44
Gambar 3.21. Volumetric flash berisi air dan Agregat	45

Gambar 3.22. Neraca Timbang	47
Gambar 3.23. Penimbangan Berat Semen	49
Gambar 3.24. Penyaringan Agregat	50
Gambar 3.25. Menimbang Berat Agregat	50
Gambar 3.26. Pengadukan Beton	50
Gambar 3.27. Pembuatan Benda Uji Silinder	51
Gambar 3.28. Pembebanan Benda Uji pada Pengujian Kuat Tekan	51
Gambar 3.29. Pengujian Kuat Tekan Beton	52
Gambar 3.30. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan	53
Gambar 3.31. Ilustrasi Pengujian Kuat Tarik Bambu Sejajar Serat	53
Gambar 3.32. Benda Uji Pendahuluan Kuat Tarik Bambu Sejajar Serat	54
Gambar 3.33. Benda Uji Pendahuluan Kuat Geser Bambu Sejajar Serat	54
Gambar 3.34. Benda Uji Kadar Air	55
Gambar 3.35. Pemotongan Bambu	56
Gambar 3.36. Pembuatan Tulangan Bambu	56
Gambar 3.37. Proses Pencampuran Beton	56
Gambar 3.38. Pengujian Kuat Lekat	58
Gambar 3.39. Pada Saat Pengujian Tekan Beton	58
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dan Tulangan Baja (diameter 10 mm dan $L_d = 150$ mm)	64
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dengan Tulangan Bambu Petung Takikan Sejajar ($L_d = 150$ mm)	67
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dengan Tulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar ($L_d = 150$ mm)	70
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dengan Tulangan Bambu Wulung Takikan Sejajar ($L_d = 150$ mm)	73
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dengan Tulangan Bambu Wulung Takikan Tidak Sejajar ($L_d = 150$ mm)	76
Gambar 4.6. Nilai Kuat Lekat Variasi Tulangan.....	78
Gambar 4.7. Nilai Kuat Lekat Variasi Tulangan Bambu pada Beton	78
Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara Kuat Lekat dan Akar Kuat Tekan	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kadar Air dan Berat Jenis Bambu Petung	7
Tabel 2. 2. Jenis-jenis Semen Portland	13
Tabel 2. 3. Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	14
Tabel 2. 4. Persyaratan Gradasi Agregat Kasar.....	15
Tabel 2. 5. Nilai Modulus Elastisitas Beton Normal.....	19
Tabel 2. 6. Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Faktor Air Semen 0,50.	20
Tabel 2. 7. Persyaratan Faktor Air-Semen Maksimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	20
Tabel 2. 8. Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton (liter)	21
Tabel 2. 9. Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	21
Tabel 2. 10. Daerah Gradasi Agregat Halus.....	21
Tabel 3. 1. Jumlah Benda Uji Untuk Uji Kuat Lekat	36
Tabel 4. 1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja dan Bambu	60
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal.....	61
Tabel 4. 3. Sesar antara Beton dan Tulangan Baja \varnothing 10 mm, $L_d = 150$ mm	63
Tabel 4. 4. Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Baja Polos (\varnothing 10 mm).....	64
Tabel 4. 5. Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Petung Takikan Sejajar dengan $L_d = 150$ mm.....	66
Tabel 4. 6. Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Bambu Petung Takikan Sejajar.....	67
Tabel 4. 7. Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar dengan $L_d = 150$ mm.....	69
Tabel 4. 8. Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Bambu Petung Takikan Tidak Sejajar	71
Tabel 4. 9. Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Wulung Takikan Sejajar dengan $L_d = 150$ mm.....	72
Tabel 4.10 Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Bambu Wulung Takikan Sejajar.....	73

commit to user

Tabel 4. 11. Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Wulung Takikan Tidak Seajar dengan $L_d = 150$ mm	75
Tabel 4. 12. Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Bambu Wulung Takikan Tidak Seajar	76
Tabel 4. 13. Kuat Lekat antara Berbagai Variasi Tulangan dan Beton	78
Tabel 4. 14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Beton	79
Tabel 4. 15. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lekat Beton	79



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A_s	= Luas penampang bambu (mm^2)
A_c	= Luas penampang beton (mm^2)
A_s	= Luas penampang tulangan baja (mm^2)
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
b	= lebar takikan (mm)
C	= Modulus halus butir campuran
c	= jarak antar takikan (mm)
d	= lebar efektif tulangan bambu (mm)
d_s	= Diameter tulangan baja (mm)
E_{petung}	= Modulus Elastisitas bambu Petung (MPa)
E_s	= Modulus Elastisitas baja (MPa)
E_{wulung}	= Modulus Elastisitas bambu Wulung (MPa)
Fas	= Faktor air semen
$f'c$	= Kuat tekan beton (MPa)
$f'cr$	= Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
h	= kedalaman takikan (mm)
K	= Modulus halus butir kerikil
K_a	= Kadar Air (%)
l_b	= Lebar tulangan bambu (mm)
L_o	= Jarak Penjepitan (mm)
L_d	= Panjang Penyaluran (mm)
M	= Nilai Tambah Kuat Tekan Beton Rencana (MPa)
P	= Beban pada benda uji (N)
p	= Modulus halus butir pasir
PBI	= Peraturan Beton Bertulang Indonesia
P_{leleh}	= Beban leleh baja tulangan (N)
P_{maks}	= Beban maksimum baja tulangan (N)
SKSNI	= Surat Keputusan Standar Nasional Indonesia
S_d	= Deviasi Standar (MPa)
t_b	= Tebal tulangan bambu (mm)

W	= Persentase berat pasir terhadap berat kerikil
w	= Air yang diserap dalam agregat
W_c	= Berat satuan beton (kg/m^3)
w_m	= Air yang ditambahkan selama mencampur
w_s	= Air permukaan pada agregat
z	= Perpanjangan total (mm)
ΔL	= Perpanjangan tulangan (mm)
Δs	= Sesar beton (mm)
α	= sudut takikan ($^\circ$)
σ_{leleh}	= Tegangan leleh baja (MPa)
σ_{maks}	= Tegangan maksimum baja (MPa)
μ	= Kuat lekat antara baja dan beton (MPa)
ε	= Regangan baja (mm)

