

KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE V DENGAN JARAK TAKIKAN 2 CM DAN 3 CM

Mustamir Saifuddin¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Supardi³⁾

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 :guyubrukun_selalu@yahoo.co.id

Abstract

Study of bond strength petung bamboo reinforcement type V notch with distance of 2 cm and 3 cm in normal concrete. This study used an experimental method with a total of 15 pieces of the test specimen. Specimens used are concrete cylinders with a diameter of 15 cm and 30 cm high. As reinforcement using bamboo reinforcement petung without nodia with the notch distance of 2 cm and 3 cm. Bamboo petung bernodia with the notch distance of 2 cm and 3 cm. Each specimen 3 pieces with type V notch, the notch width 0.8 cm and 0.5 cm depth of the notch. Bamboo reinforcement dimensions length 70 cm, width 2 cm and 0.52 cm thick. As a comparison using steel reinforcement with a diameter of 0.8 cm and a length of 70 cm specimen 3 pieces. Quality concrete with $f_c = 17.5$ planned MPa. Adhesion test was conducted at 28 days by using a Universal Testing Machine (UTM).

Keyword : Concrete, bamboo notch, pull-out strength

Abstrak

Kajian kuat lekat tulangan bambu petung takikan tipe V dengan jarak takikan 2 cm dan 3cm pada beton normal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 15 buah. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sebagai tulangan menggunakan tulangan bambu petung tanpa nodia dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm. Bambu petung bernodia dengan jarak takikan 2 cm dan 3 cm. Masing-masing benda uji 3 buah dengan takikan tipe V, lebar takikan 0,8 cm dan kedalaman takikan 0,5 cm. Dimensi tulangan bambu panjang 70 cm, lebar 2 cm dan tebal 0,52 cm. Sebagai pembanding menggunakan tulangan baja diameter 0,8 cm dengan panjang 70 cm dan benda uji 3 buah. Mutu beton direncanakan dengan $f_c = 17,5$ MPa. Uji lekat ini dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*.

Kata kunci : Beton, bambu takikan, kuat lekat

PENDAHULUAN

Beton merupakan elemen struktur bangunan yang telah dikenal dan banyak dimanfaatkan sampai saat ini. Beton juga telah banyak mengalami perkembangan, baik dalam teknologi pembuatannya ataupun teknologi pelaksanaan konstruksinya. Perkembangan yang telah sangat dikenal adalah ditemukannya kombinasi antara material beton dan tulangan baja yang digabungkan menjadi satu kesatuan konstruksi dan dikenal sebagai beton bertulang.

Kenaikan kebutuhan tulangan baja akan memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Selain itu, ketersediaan bahan dasar pembuatan baja (bijih besi) juga semakin terbatas dan tidak mungkin diupayakan peningkatan produksinya karena termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan penggunaan bahan lain, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai 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. Pada pengujian kuat lekat yang pernah dilakukan belum mengkaji mengenai model tulangan bambu dengan takikan. Pada penelitian ini akan ditinjau kuat lekat tulangan bambu dengan takikan dengan menggunakan bambu petung pada beton normal.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dirumuskan :

- Berapa nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung tanpa nodia bertakikan 2 cm dan 3 cm, serta berapa perbandingannya?
- Berapa nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung bernodia bertakikan 2 cm dan 3 cm, serta berapa perbandingannya ?
- Berapa nilai kuat lekat beton dengan tulangan baja polos \varnothing 8 mm dan berapa nilai perbandingannya dengan kuat lekat tulangan bambu petung bertakikan merata ?
- Apa kesimpulan dari hasil uji kuat lekat pada masing-masing benda uji, apakah gagal pada tulangan, geser pada takikan atau gagal pada beton ?

BATASAN MASALAH

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

- Mix design* direncanakan dengan f_c 17,5 MPa.
- Sebagai tulangan digunakan bambu Petung

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data kuat lekat tulangan bambu bertakikan pada beton normal untuk jenis bambu Petung.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- Manfaat teoritis, memberikan perbandingan antara kuat lekat antara tulangan baja dan tulangan bambu.
- Manfaat secara praktis, dapat memberikan alternatif bambu sebagai pengganti tulangan baja sehingga memberikan efisiensi biaya.
- Mengetahui peningkatan kuat lekat antara tulangan bambu petung polos dengan tulangan bambu petung bertakikan

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur beton bertulang ialah bahwa ikatan antara baja 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 pada permukaan singgung antara batang tulangan dengan beton (Paulus, 1994:181).

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).

Percobaan Pull-out dapat memberikan perbedaan yang baik antara efisien lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (embedment length), akan tetapi hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja mengalami tarik, dimana beton dan baja di sekelilingnya mengalami tegangan yang sama (Nawy, 1990:398).

Kuat lekat merata yang digunakan untuk mengukur panjang penyaluran adalah tegangan lekat kritis, yaitu tegangan lekat saat beton diambang keruntuhan, bukan tegangan lekat puncak atau ultimate yaitu tegangan lekat batas yang nilainya lebih tinggi yang biasanya terletak di dekat daerah yang mengalami retak (Ferguson, 1978)

Tegangan lekat kritis adalah tegangan terkecil yang menyebabkan terjadinya selip pada ujung yang terbebani sebesar 0,25 mm (Park and Paulay, 1975)

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)

DASAR TEORI

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

Kuat lekat antara beton dan 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 baja tulangan telah terlepas dari beton. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara baja tulangan dan beton di sekelilingnya, kadang tidak mengakibatkan keruntuhan balok secara menyeluruh. Hal ini disebabkan karena ujung-ujung baja tulangan masih berjangkar dengan kuat, sekalipun telah terjadi pemisahan di seluruh batang baja tulangan.

Dasar utama teori panjang penyaluran adalah dengan memperhitungkan suatu baja tulangan yang ditanam di dalam massa beton. Sebuah gaya F diberikan pada baja tulangan tersebut. Gaya ini selanjutnya akan ditahan antara baja tulangan dengan beton di sekelilingnya. Tegangan lekat bekerja sepanjang baja tulangan yang tertanam di dalam massa beton, sehingga total gaya yang harus dilawan sebelum batang baja tercabut keluar dari massabeton adalah sebanding dengan luas selimut baja tulangan yang tertanam dikalikan dengan kuat lekat antara beton dengan baja tulangan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Pada penelitian ini digunakan benda uji silinder dengan penanaman tulangan bambu bertakikan 2 cm dan 3 cm dan sebagai pembanding tulangan baja polos diameter 8 sedangkan proporsi campuran 1:2:3 dengan fas 0,60. 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 :

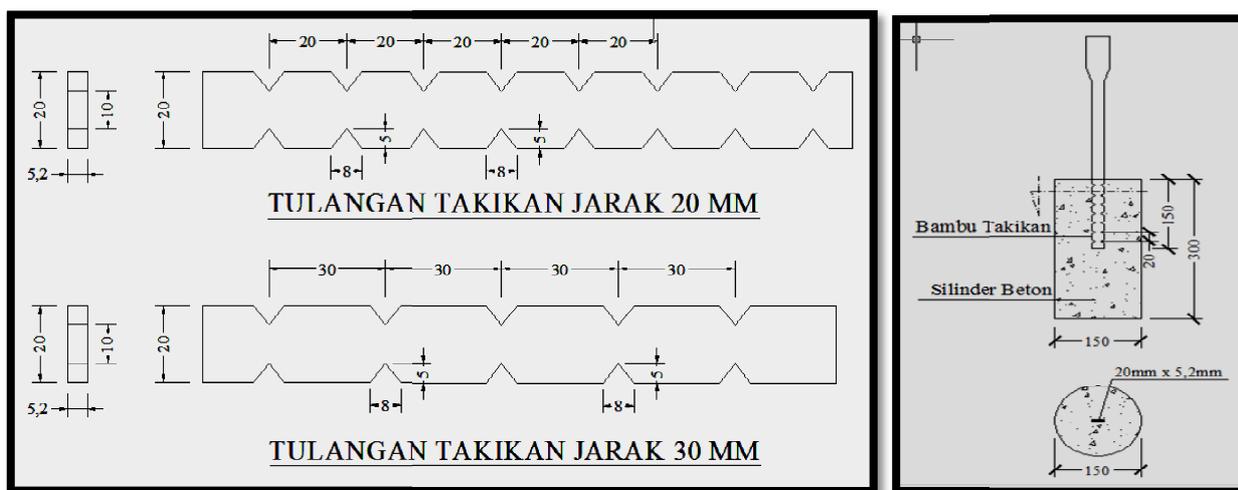
- a) Membuat adukan beton.
- b) Campuran dimasukkan ke dalam alat aduk dan diaduk sampai merata.
- c) Untuk mengetahui kuat tekan beton dibuat benda uji silinder dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm masing-masing sebanyak 5 buah untuk beton normal.
- d) Untuk keperluan penelitian kuat lekat dibuat benda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

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

No	Jenis Tulangan	Jumlah
1	BTB	3
2	PTN2	3
3	PTN3	3
4	PN2	3
5	PN3	3

Keterangan :

- BTB : Beton Tulangan Baja
 PTN2 : Petung Tanpa Nodia Jarak Takikan 2 cm
 PTN3 : Tanpa Tanpa Nodia Jarak Takikan 3 cm
 PN2 : Petung Nodia Jarak Takikan 2 cm
 PN3 : Tanpa Nodia Jarak Takikan 3 cm



Gambar 1. Tulangan Bambu dan 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.

Langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut :

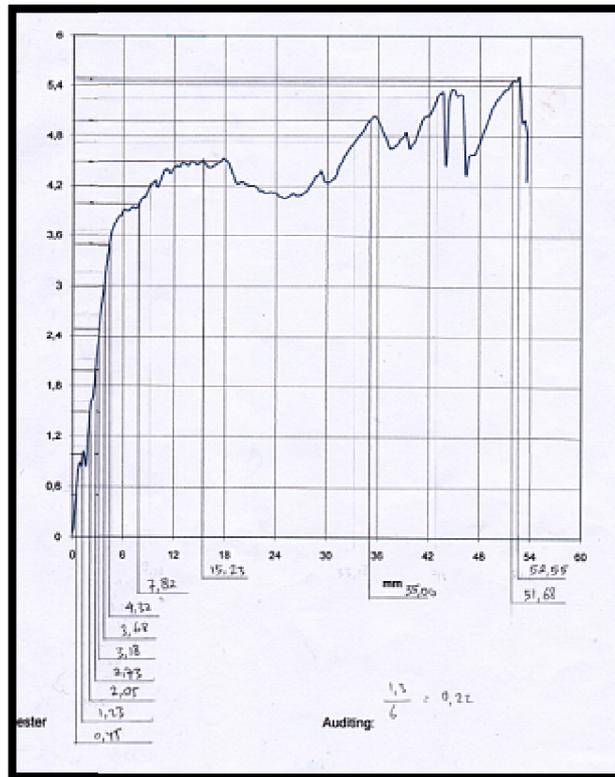
- Masukkan benda uji silinder ke dalam alat bantu sambung
- Letakkan benda uji ke mesin *Universal Testing Machine (UTM)*
- Setelah baut dikencangkan, mulailah menjalankan mesin (*UTM*)
- Amati pergerakan pada benda uji lekat dan data secara otomatis masuk ke komputer
- Hentikan mesin *UTM* setelah beban maksimum dan grafik pada komputer mengalami penurunan.
- Keluarkan benda uji dari mesin *UTM*.
- Ulangi langkah a – f sampai benda uji selesai.

ANALISIS DATA

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

Tabel 2. Nilai Kuat Lekat

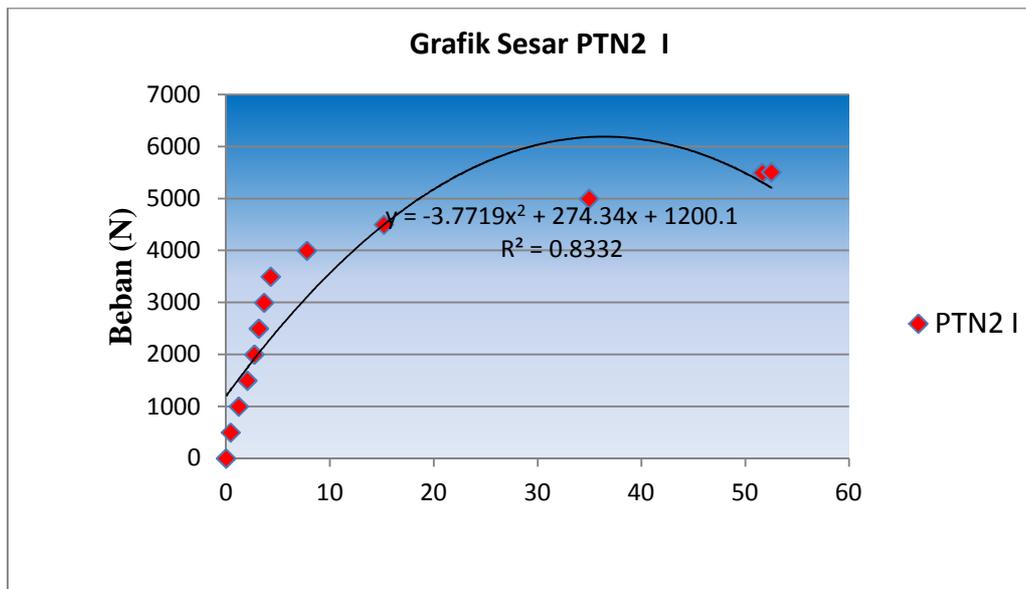
Jenis Tulangan	P Maksimum Rerata (N)	Kuat Lekat (MPa)
BTB	19570	0,2592
PTN2	5580	0,0763
PTN3	6310	0,0254
PN2	12990	0,235
PN3	12660	0,0719



Gambar 2. Grafik Pengujian Kuat Lekat

Tabel 3. Perhitungan Kuat Lekat

Benda Uji	Dimensi		Beban	Z	L ₀	$\Delta L = \frac{P \times L_0}{A_s \times E_s}$	$s = \frac{\Delta L}{L}$
	Lebar	Tebal	N	mm	mm	mm	Mm
	mm	mm					
PTN2 I	20	5,2	0	0	125	0	0
			500	0,45	125	0,00324	0,44676
			1000	1,23	125	0,00647	1,22353
			1500	2,05	125	0,00971	2,04029
			2000	2,73	125	0,01295	2,71705
			2500	3,18	125	0,01618	3,16382
			3000	3,68	125	0,01942	3,66058
			3500	4,32	125	0,02266	4,29734
			4000	7,82	125	0,02589	7,79411
			4500	15,23	125	0,02913	15,20087
			5000	35	125	0,03237	34,96763
			5500	51,68	125	0,03560	51,64440
5510	52,55	125	0,03567	52,51433			



Gambar 3. Grafik *Trend Regresi* Kuat Lekat

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

1. Persamaan *trend regresi* dari benda uji PTN2 I adalah:

$$y = (-3,771 x^2) + (274,3 x) + 1200$$

dengan $x = 0,25$ diperoleh:

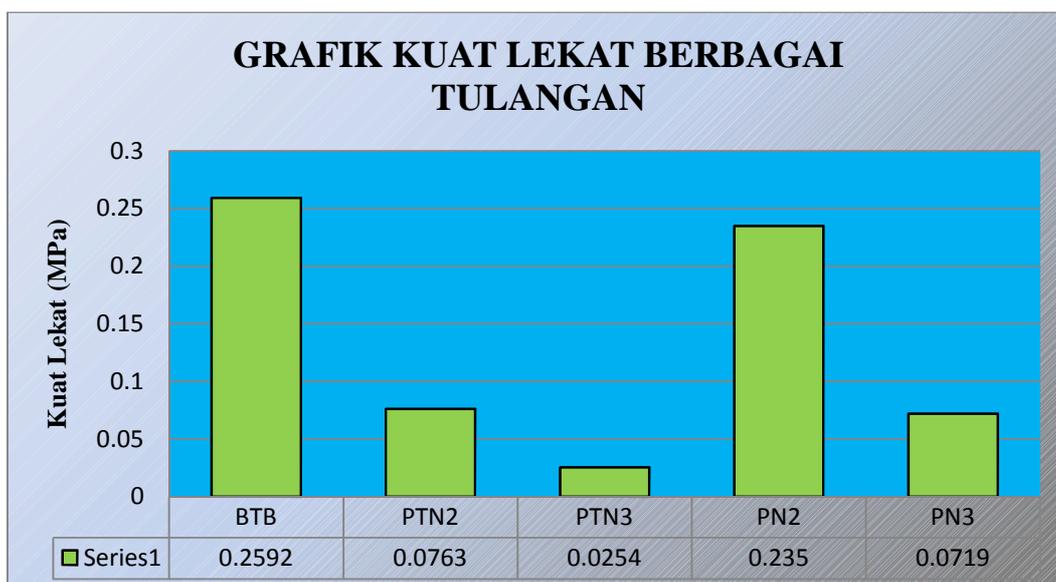
$$y = (-3,771 (0,25)^2) + (274,3 (0,25)) + 1200$$

$$= 1268,339 \text{ N}$$

$$\text{Kuat lekat } \mu = \frac{P}{Ldx \ 2 \ x \ (l + t)} = \frac{1268,339}{7453,4} = 0,1702 \text{ MPa}$$

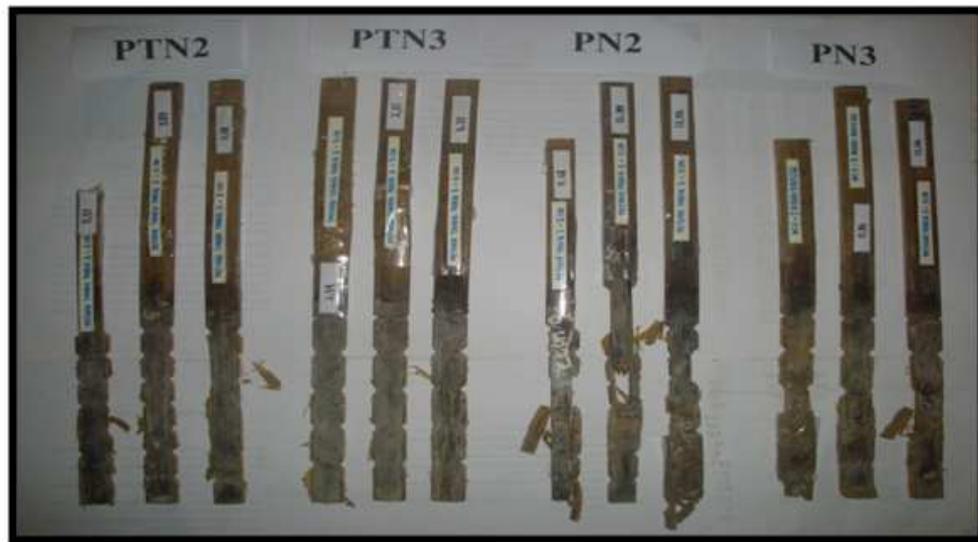
Keterangan :

Lo	: Jarak Penjepitan	(mm)
Ld	: Panjang Penyaluran	(mm)
Z	: Perpanjangan Total	(mm)
ΔL	: Perpanjangan Tulangan	(mm)
Δs	: Perhitungan Sesar	(mm)
Ab	: Luas Penampang	(mm ²)
μ	: Kuat lekat Tulangan	(MPa)



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Lekat Masing-masing Tulangan

Keterangan :
 BTB : Beton Tulangan Baja
 PTN2 : Petung Tanpa Nodia Jarak Takikan 2 cm
 PTN3 : Petung Tanpa Nodia Jarak Takikan 3 cm
 PN2 : Petung Bernodia Jarak Takikan 2 cm
 PN3 : Petung Bernodia Jarak Takikan 3 cm



Gambar 5. Tulangan Bambu Setelah di Uji Kuat Lekat

Tabel 4. Hasil Kegagalan pada Tulangan

Tipe Takikan	P Maksimum (N)	Nilai Kuat Lekat (MPa)	Keterangan
PTN2 1	5510	0,1702	Gagal geser pada takikan
PTN2 2	3870	0,0280	Gagal pada beton
PTN2 3	5580	0,0307	Gagal geser pada takikan
PTN3 1	6310	0,0519	Gagal pada beton
PTN3 2	2240	0,0201	Gagal pada beton
PTN3 3	2510	0,0042	Gagal geser pada takikan
PN2 1	11680	0,2544	Gagal geser pada takikan
PN2 2	12990	0,3955	Gagal pada tulangan
PN2 3	12930	0,0551	Gagal geser pada takikan
PN3 1	8350	0,0764	Gagal geser pada takikan
PN3 2	11900	0,0738	Gagal geser pada takikan
PN3 3	12660	0,0657	Gagal geser pada takikan

SIMPULAN

1. Nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung tanpa nodia dengan jarak takikan 2 cm sebesar 0,0763 MPa dan nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung tanpa nodia dengan jarak takikan 3 cm sebesar 0,0254 MPa
 Jadi bisa ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat lekat bambu petung tanpa nodia bertakikan 2 cm lebih besar 3,01 kali dibanding nilai kuat lekat bambu petung tanpa nodia dengan takikan 3 cm.
2. Nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung bernodia dengan jarak takikan 2 cm sebesar 0,2350 MPa dan nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung bernodia dengan jarak takikan 3 cm sebesar 0,0719 MPa
 Jadi bisa ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat lekat bambu petung bernodia bertakikan 2 cm lebih besar 3,27 kali dibanding nilai kuat lekat bambu petung bernodia dengan takikan 3 cm.

3. Nilai kuat lekat beton dengan tulangan baja polos \varnothing 8 mm sebesar 0,2592 MPa dan nilai rerata kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung bertakikan sebesar 0,1013 MPa
Jadi bisa ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat lekat beton dengan tulangan baja polos \varnothing 8 mm lebih besar 2,56 kali dibanding nilai rerata kuat lekat bambu petung bertakikan.
4. Nilai kuat lekat tulangan bambu petung maksimum dari semua pengujian yaitu pada tulangan tipe PN2 2 dengan beban maksimum 12990 N, kuat lekat 0,3955 MPa dan kegagalan pada tulangan. Untuk kuat lekat tulangan bambu petung minimum dari semua pengujian yaitu pada tulangan tipe PTN3 3 dengan beban maksimum 2510 N, kuat lekat 0,0042 MPa dan kegagalan geser pada takikan.

REKOMENDASI

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. Selama proses penelitian harus dilaksanakan dengan teliti.
2. Dalam pengujian kuat lekat sebaiknya menggunakan alat yang canggih supaya hasilnya lebih teliti dan maksimal.
3. Perlu penelitian lebih lanjut tentang kuat lekat bambu petung dengan takikan yang bervariasi.
4. Perlu dilakukan *treatment* terhadap bambu sehingga bambu dapat mencapai kemampuan maksimalnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

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.
- Anonim, (2002). "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan(S-2002)", Surabaya.
- Frick, H, 2004, "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- 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.
- Morisco, 1996, Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Morisco, (1999). "Rekayasa Bambu", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Nugroho, H. (2013). "Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
- 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.
- Setyabudi, A. (2010). "Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur", Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Infrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.