

# KAJIAN KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU ORI TAKIKAN BENTUK “V” DENGAN JARAK ANTAR TAKIKAN 2 CM DAN 3 CM PADA BETON

Budi Santoso<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi <sup>2)</sup>, Purnawan Gunawan<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : buNda12budinendang@yahoo.com

## Abstract

*Reinforcement steel is a building material that cannot be renewed. Steel making raw material (iron ore) as well as the more limited and may not be increased its production. 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. One of the things that are most important in reinforced concrete is a bond between the reinforcement is used with concrete so that concrete wasn't experiencing slippage. Notched bamboo reinforcement can reduce the influence of depreciation or development because of water content with the existence of the latch between the reinforcement surface and concrete. This research used experimental laboratory methods in Laboratories Material and Structure Faculty of Engineering Sebelas Maret University Surakarta. Objects test used in this research are concrete cylindrical in diameter 150 mm and height of 300 mm. Bamboo reinforcement used is bamboo notched ori with dimensions width 20 mm thick and 5.2 mm. As a comparison of plain steel reinforcement with a diameter of 8 mm. Reinforcement concrete cylinders at the Centre were planted as deep as 150 mm. The test results obtained average value of bonding strength concrete with reinforcement bamboo ori without notched distance 3 cm is 0.1092 MPa and bamboo ori without notched 2 cm is 0.1254 MPa. The average value of bonding strength concrete with reinforcement notched bamboo ori distance 3 cm is 0.0412 MPa and notched bamboo ori 2 cm distance is 0.0571 MPa. The value of bonding strength steel reinforcement a plain 8 mm diameter is 0.2782 MPa. From the data above it can be deduced the average value of the bonding strength of concrete with bamboo ori reinforcement 3.3427 times the value of the bonding strength of plain steel rebars 8 mm diameter.*

**Keywords:** Bamboo ori, steel, concrete, notched, bond strength

## Abstrak

Tulangan baja adalah bahan bangunan yang tidak dapat diperbaharui. Bahan dasar pembuatan baja (biji besi) juga semakin terbatas dan tidak mungkin ditingkatkan produksinya. 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. Salah satu hal yang terpenting dalam beton bertulang adalah adanya kelekatan antara tulangan yang digunakan dengan beton sehingga beton tidak mengalami selip. Tulangan bambu bertakikan dapat mengurangi pengaruh penyusutan atau pengembangan karena kandungan air dengan adanya bagian saling mengunci antara permukaan tulangan dan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Mesin 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. Tulangan bambu yang digunakan adalah bambu ori takikan V dengan dimensi lebar 20 mm dan tebal 5,2 mm. Sebagai pembandingan tulangan baja polos dengan diameter 8 mm. Tulangan ditanam pada pusat beton silinder sedalam 150 mm. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat lekat rerata beton dengan tulangan bambu ori bernodia jarak 3 cm adalah 0,1092 MPa dan bambu ori bernodia jarak 2 cm adalah 0,1254 MPa. Nilai kuat lekat rerata beton dengan tulangan bambu ori tanpa nodia jarak 3 cm adalah 0,0412 MPa dan bambu ori tanpa nodia jarak 2 cm adalah 0,0571 MPa. Nilai kuat lekat tulangan baja polos diameter 8 mm adalah 0,2782 MPa. Dari data diatas dapat ditarik kesimpulan nilai kuat lekat rerata beton dengan tulangan bambu ori 3,3427 kali dari nilai kuat lekat tulangan baja polos diameter 8 mm..

**Kata Kunci:** bambu ori, baja, beton, takikan, kuat lekat.

## PENDAHULUAN

Beton sangat banyak digunakan secara luas sebagai bahan bangunan. Banyaknya penggunaan beton dalam suatu konstruksi menuntut upaya penciptaan mutu yang baik.

Tulangan baja adalah bahan bangunan tidak dapat diperbaharui. Bahan dasar pembuatan baja (biji besi) juga semakin terbatas dan tidak mungkin dapat ditingkatkan produksinya. Dengan kata lain, hal tersebut akan memicu kenaikan harga baja. Ahli struktur berupaya mencari bahan lain yang bisa digunakan sebagai pengganti baja tulangan, seperti yang dilakukan Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton.

Hilangnya lekatan antara beton dan baja tulangan pada struktur mengakibatkan keruntuhan total pada balok. Untuk menghindari hal tersebut perlu ditinjau nilai kuat lekat beton dan tulangan agar diperoleh keseimbangan gaya antara tulangan dan beton, yaitu keseimbangan gaya-gaya yang mampu ditahan oleh lekatan antara tulangan dan beton sama dengan gaya yang mampu ditahan oleh tulangan pada batas leleh. Rumusan masalah yang timbul adalah mengkaji nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu ori yang bertakikan bentuk V dengan jarak antar takikan 2 cm dan 3 cm dengan perbandingan nilai kuat lekat beton dengan tulangan baja polos diameter 8 mm. Batasan masalah antara lain mix design direncanakan dengan  $f_c$  17,5 MPa. Semen yang digunakan adalah Portland Pozzolan Cement (PPC). Bambu yang diteliti merupakan bambu ori yang masih alami dan tidak ada proses pengawetan dan sudah memiliki umur di atas 2,5 tahun karena di usia tersebut sifat higroskopis berkurang. Manfaat penelitian adalah dapat memberikan alternatif bambu sebagai pengganti tulangan baja sehingga memberikan efisiensi biaya pada bangunan sederhana.

## TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

### 1. Tinjauan Pustaka

Beton mempunyai kekuatan tekan yang cukup besar, namun sangat lemah terhadap tarik. Karena itu penggunaan beton selalu dipadukan dengan bahan yang mempunyai kuat tarik tinggi yaitu baja. Beton dengan tulangan baja adalah perpaduan yang sangat kuat, sehingga beton bertulang banyak digunakan sebagai bahan bangunan (Pathurahman, 2003).

Percobaan *pull out* memberikan perbedaan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (*embedment length*). Namun hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja tarik, dimana bidang lekat antara beton dan tulangan mengalami tegangan yang sama. (Nawy, 1990).

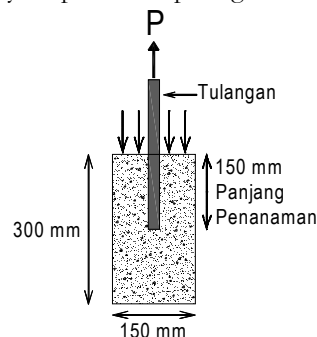
Terdapat banyak macam bambu, tetapi dari ratusan jenis itu, hanya ada empat macam saja yang dianggap penting sebagai jenis bambu dan yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu bambu Petung, bambu Wulung, bambu Tali dan bambu Duri (Frick, 2004).

### 2. Dasar Teori

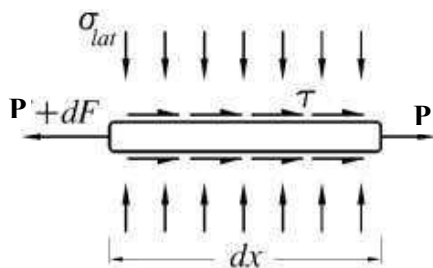
Menurut Nawy (1986), kuat lekat antara baja tulangan dan beton yang membungkusnya dipengaruhi oleh faktor:

1. Adesi antara elemen beton dan bahan penguatnya yaitu tulangan.
2. Efek gripping (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton di sekeliling tulangan, dan saling geser antara tulangan dengan beton di sekelilingnya.
3. Efek kualitas beton dan kekuatan tarik dan tekannya.
4. Efek mekanis penjangkauan ujung tulangan.
5. Diameter tulangan.

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. Gaya ini selanjutnya akan ditahan antara tulangan dengan beton di sekelilingnya. 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. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Pengujian *Pull Out*.



Sumber: Azadeh, 2013.

Gambar 2. Mekanisme Tegangan Lekatan pada Tulangan Tarik.

Agar terjadi keseimbangan gaya, maka beban (P) yang dapat ditahan sama dengan luas penampang tulangan dikalikan kuat lekatnya.

Pengujian terhadap beton bertulangan baja dapat menggunakan rumus:

$$p = L_d \pi d_s \mu \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu = \frac{P}{(L_d \pi d_s)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Luas bidang kontak pada tulangan bambu dapat disesuaikan dengan keliling penampang melintang dikalikan panjang penanaman.

$$\mu = \frac{P}{(L_d 2(l_b + t_b))} \quad \dots\dots\dots (3)$$

keterangan :

- |                |   |                |                             |
|----------------|---|----------------|-----------------------------|
| P              | = beban (N)                                     | d <sub>s</sub> | = diameter tulangan (mm)    |
| L <sub>d</sub> | = panjang penanaman (mm)                        | l <sub>b</sub> | = lebar tulangan bambu (mm) |
| μ              | = kuat lekat antara beton dengan tulangan (MPa) | t <sub>b</sub> | = tebal tulangan bambu (mm) |

Tegangan lekat pada Persamaan (2) adalah tegangan lekat diambang keruntuhan atau disebut tegangan lekat kritis. Menurut ASTM C-234-91a yang disebut dengan tegangan lekat kritis adalah tegangan terkecil yang menyebabkan terjadinya peng gelinciran 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.



Gambar 3. Sesar antara Tulangan dan Beton.

Tegangan lekat dari beton menahan tulangan tetap berada pada posisinya sebagaimana Gambar 3. Modulus elastisitas tulangan berperan dalam terjadinya pertambahan panjang tulangan sampai terjadi penggelinciran ketika beban tarik (P) bekerja.

Sesar (Δs) yang terjadi setelah pembebanan adalah

$$\Delta s = z - \Delta L \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta L = \frac{P L_0}{A E} \quad \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

- |                |   |   |                                  |
|----------------|---|---|----------------------------------|
| Δs             | = sesar (mm)                              | z | = pertambahan panjang total (mm) |
| ΔL             | = pertambahan panjang bambu (mm)          | P | = beban (N)                      |
| L <sub>0</sub> | = panjang bambu mula-mula (mm)            | E | = modulus elastisitas (MPa)      |
| A              | = luas penampang bambu (mm <sup>2</sup> ) |   |                                  |

## METODE PENELITIAN

Metode yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium. Pada penelitian ini digunakan benda uji silinder dengan penanaman bambu ori bernodia maupun tanpa nodia takikan bentuk V dengan jarak antar takikan 2 cm dan 3 cm dengan dimensi bambu lebar 20 mm dan tebal 5,2 mm. Perawatan sample mengalami tiga tahap, yaitu direndam, ditutup dengan karung goni dan diangin-anginkan.

### Tahap Penelitian

#### Tahap I (Persiapan)

Pada tahap ini merupakan tahap awal seperti melakukan studi literatul. Selain itu juga mempersiapkan seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

#### Tahap II (Pengujian Bahan)

Pada tahap ini dilakukan penelitian karakteristik bambu ori dan tulangan baja dan material agregat kasar dan halus.

Bambu : Uji kadar air dan kerapatan, uji tarik, uji tekan, uji geser, dan uji elastisitas.

Baja : Uji kuat tarik.

Pasir : Uji kadar lumpur, uji kadar organik, uji grafity, uji gradasi.

Kerikil : Uji abrasi, uji grafity, uji gradasi.

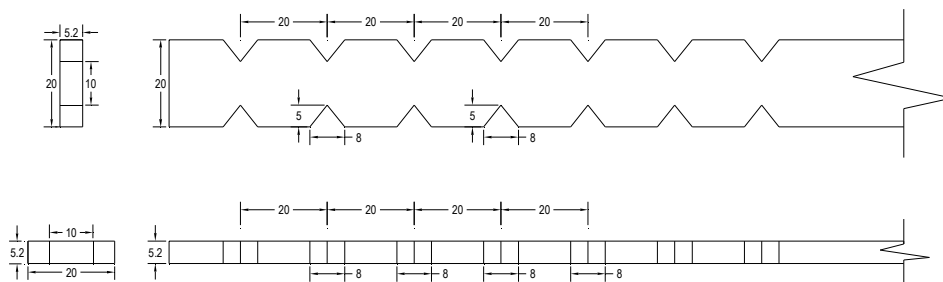
#### Tahap III (Pembuatan Benda Uji)

Langkah-langkah pembuatan benda uji tersebut adalah sebagai berikut:

- Membuat adukan beton.
- Campuran dimasukkan ke dalam alat adukan dan diaduk sampai merata.
- Untuk mengetahui kuat tekan beton dibuat benda uji silinder dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm masing-masing sebanyak 3 buah untuk beton normal.
- Untuk keperluan penelitian kuat lekat dibuat benda uji silinder dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm, di bagian tengah ditanam tulangan baja dan tulangan bambu.
- Setelah berumur 28 hari dilakukan *pull out* dengan menggunakan *Universal Testing Machine*.

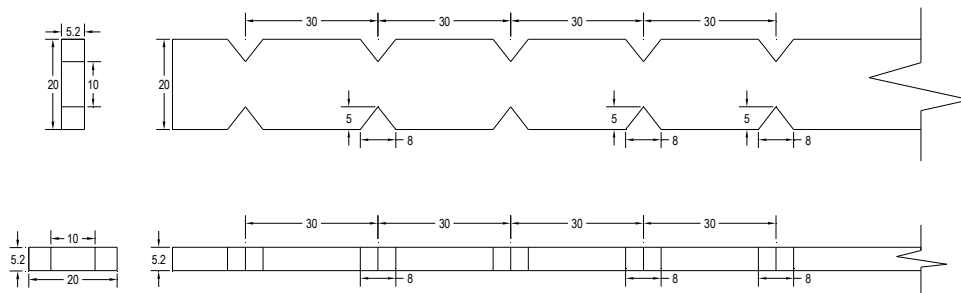
Tabel 1. Jumlah Benda Uji

No	Jenis Tulangan	Jumlah Benda Uji
1	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 20 mm bernodia	3
2	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 30 mm bernodia	3
3	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 20 mm tanpa nodia	3
4	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 30 mm tanpa nodia	3
5	Baja Polos Diameter 8 mm	3



Keterangan : satuan dalam mm

Gambar 4. Benda Uji Bambu Ori Bertakik Jarak 2 cm.



Keterangan : satuan dalam mm

**Gambar 5.** Benda Uji Bambu Ori Bertakik Jarak 3 cm.

#### Tahap IV (Pengujian Kuat Lekat)

Disebut tahap utama yaitu pembuatan benda uji lekat bambu-beton dan pengujian *Pull out* dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

#### Tahap IV (Pengolahan Data)

Disebut tahap akhir. Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara variabel yang diteliti dalam penelitian.

### HASIL PENELITIAN

Material yang akan digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu diuji untuk mengetahui apakah layak digunakan untuk pembuatan beton atau tidak dan sebagai salah satu *input* perencanaan *Mix Design*. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat halus, meliputi pengujian kadar lumpur, kandungan zat organik, berat jenis (*specific gravity*), dan gradasi; pengujian agregat kasar, meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), keausan (abrasi), dan gradasi. Hasil selengkapnya untuk pengujian material dan perencanaan *Mix Design* yang akan digunakan dalam penelitian.

#### 1. Kuat Lekat Tulangan Bambu Ori Tanpa Nodia Takikan Bentuk V Jarak 20 mm (OTN2).

Dimensi rerata dari 3 benda uji tulangan bambu bambu Ori bernodia takikan bentuk V jarak 20 mm adalah lebar 20 mm dan tebal 5,2 mm. Pengujian pull out dilakukan dengan panjang penanaman ( $L_d$ ) 150 mm. Analisis hasil pengujian pull out tulangan dari beton adalah sebagai berikut:

Hasil analisis benda uji 1 tulangan bambu ori tanpa nodia takikan bentuk V jarak 20 mm (OTN2 I):

Dimensi tulangan bambu

Lebar ( $l$ )	= 20 mm
Tebal ( $t$ )	= 5,2 mm
Luas penampang bambu ( $A_b$ )	= 52,00 mm <sup>2</sup>
Luas penanaman ( $A_d$ )	= 7395,20 mm <sup>2</sup>
Panjang penanaman ( $L_d$ )	= 150 mm
Jarak penjepitan ( $L_o$ )	= 125 mm
Modulus elastisitas ( $E_{ori}$ )	= 134642,930 Mpa
Beban ( $P$ )	= 4500 N

#### 1. Menghitung pertambahan panjang ( $\Delta L$ )

$$\Delta L = \frac{P L_o}{A_b E_{ori}} = \frac{4500 \cdot 125}{104 \cdot 134642,930}$$

$$= 0,04 \text{ mm}$$

#### 2. Menghitung sesar ( $\Delta s$ )

$$\Delta s = z - \Delta L$$

$$= 5,101 - 0,04 = 5,061 \text{ mm}$$

Analisis hasil pengujian *pull out* terhadap 3 benda uji tulangan bambu Ori tanpa nodia takikan bentuk V jarak 20 mm dilakukan setiap kenaikan beban tarik sebesar 500 N hingga beban tarik maksimum. Nilai sesar antara beton dan tulangan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Ori Tanpa Nodia Takikan Bentuk V Jarak 20 mm.

Benda Uji	Dimensi		Beban (N)	Z (mm)	Lo (mm)	$\Delta L = \frac{P L_0}{A_b E_{wulung}}$ (mm)	$\Delta s = z - \Delta L$ (mm)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)					
OTN2 I	20	5,2	0	0	125	0	0
			500	0,210	125	0,004	0,206
			1000	0,420	125	0,007	0,412
			1500	0,871	125	0,011	0,859
			2000	1,301	125	0,015	1,286
			2500	1,890	125	0,019	1,871
			3000	2,111	125	0,022	2,089
			3500	2,560	125	0,026	2,534
			4000	3,211	125	0,029	3,191
			4500	5,101	125	0,034	5,067

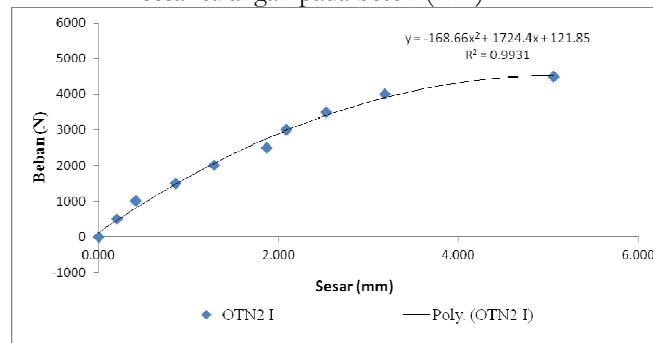
Dari Tabel 2. dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara beban tarik dengan sesar tulangan seperti pada Gambar 4.2. Persamaan trend regressi dari benda uji OTN2 I adalah:

$$y = -168,66x^2 + 1724,4x + 121,85$$

dengan,

y = beban (N)

x = sesar tulangan pada beton (mm)



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Beban-Sesar antara Beton dan Tulangan Bambu Ori Tanpa Nodia Takikan Bentuk V Jarak 20 mm.

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 OTN2 adalah:

$$y = -168,66x^2 + 1724,4x + 121,85$$

dengan x = 0,25 diperoleh:

$$y = -168,66(0,25)^2 + 1724,4(0,25) + 121,85 = 542,409 \text{ N}$$

Jadi didapat beban (P) pada sesar 0,25 mm = 542,409 N

$$\text{Kuat lekat, } \mu = \frac{P}{Ad} = \frac{542,409}{7395,20} = 0,0734 \text{ MPa}$$

Gambar 6. menunjukkan bahwa benda uji OTN2 I ini mengalami gagal geser yaitu adanya retakan atau patahan yang terjadi diantar takikan.

Hasil kuat lekat antara beton dan tulangan bambu Ori tanpa nodia takikan bentuk V jarak 20 mm disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kuat Lekat antara Beton dan Tulangan Bambu Ori Tanpa Nodia Takikan Bentuk V Jarak 20 mm.

Benda Uji	Kegagalan	Beban pada sesar 0,25 mm (N)	Kuat lekat (MPa)	Kuat lekat rerata (MPa)
OTN2 I	gagal geser	542,409	0,0734	
OTN2 II	gagal geser	167,062	0,0226	0,0571
OTN2 III	gagal geser	556,688	0,0753	

**Gambar 7.** Bambu Ori Tanpa Nodia Takikan Jarak 20 mm Setelah diuji**Tabel 4.** Hasil Kuat Lekat Tulangan Baja dan Tulangan Bambu Ori Bertakik

No	Jenis Tulangan	Panjang Penanaman (mm)	Kuat Lekat Rerata (MPa)
1	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 20 mm bernodia	150	0,1254
2	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 30 mm bernodia	150	0,1092
3	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 20 mm tanpa nodia	150	0,0571
4	Bambu Ori Takikan bentuk V jarak 30 mm tanpa nodia	150	0,0385
5	Baja Polos Diameter 8 mm	150	0,2782

Dari tabel diatas terlihat bahwa kuat lekat pada tulangan bambu ori lebih kecil dibandingkan dengan kuat lekat tulangan baja.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian *pull out* benda uji, dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kuat lekat baja polos lebih besar dibandingkan kuat lekat bambu ori.
2. Kuat lekat beton dengan tulangan bambu ori bernodia jarak antar takikan 2 cm sebesar 0,1254 MPa dan bambu ori bernodia jarak antar takikan 3 cm sebesar 0,1092 MPa, sehingga, nilai kuat lekat antara beton normal dengan tulangan bambu bernodia jarak antar takikan 2 cm lebih besar 1,1484 kali dari tulangan bambu bernodia jarak antar takikan 3 cm.
3. Kuat lekat beton dengan tulangan bambu ori tanpa nodia jarak antar takikan 2 cm sebesar 0,0571 MPa dan bambu ori tanpa nodia jarak antar takikan 3 cm sebesar 0,0385 MPa, sehingga, nilai kuat lekat antara beton normal dengan tulangan bambu tanpa nodia jarak antar takikan 2 cm lebih besar 1,3859 kali dari tulangan bambu tanpa nodia jarak antar takikan 3 cm.
4. Semakin kecil jarak antar takikan bambu semakin besar nilai kuat lekatnya dan sebaliknya, semakin besar jarak antar takikan bambu semakin kecil nilai kuat lekatnya.
5. Nilai kuat lekat rerata beton dengan tulangan polos diameter 8 mm adalah 0,2782 Mpa, sehingga, Nilai rerata kuat lekat tulangan bambu ori sebesar 3,3427 kali dari nilai rerata kuat lekat tulangan baja polos diameter 8 mm.

## 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 Petung, Wulung dan lain-lain.
2. 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.



3. Penggunaan tulangan bambu pada material pengganti beton misalnya campuran semen-tanah (*soil cement*), *rammed earth*, dengan kuat tekan berkisar antara 5-20 MPa.
4. Bambu termasuk benda non metal yang tidak mempunyai konsistensi yang baik sehingga diperlukan jumlah benda uji yang banyak (minimal 5 benda uji) agar mendapatkan hasil yang akurat.

## 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 TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. dan Bapak Purnawan Gunawan S.T., 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

- ASTM C 33 99a, 1999, "Standard Specification for Concrete Agregate", ASTM Book of Standards, ASTM International, West Conshokocken, PA.
- ASTM C234-91a, 1991, "Standard Test Method for Comparing Concretes on the Basis of the Bond Developed with Reinforcing Steel", ASTM Book of Standards, ASTM International, West Conshokocken, PA.
- Arif, D.P., 2011, "Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Polos dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu ", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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 Parabi, Brasil.
- Dipohusodo, I., (1994). "Struktur Beton Bertulang", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Frick, H., 2004, "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Ganie, Candra Nurikhsan. 2008. Pengaruh Isian Mortar Terhadap Kuat Tekan Bambu Ori. Universitas Islam Indonesia.
- Gilang, C.P., 2011, "Kajian KuatLekat Tulangan Bambu Pilinan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis Bambu ", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Janssen, J.J. A. 1980. The Mechanical Properties of Bambu Used in Construction, in Lessard, G. & Chouinard, A: Bamboo Research in Asia, pp. 173 – 198, IDRC, Canada.
- 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.
- Nawy, E. G., (alih bahasa : Bambang Suryoatmono), 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.
- Rochman,A., 2005, "Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu pada Balok Beton Bertulang", Jurnal Teknik Gelagar, Vol. 16 No. 01 April.
- Suryanto,2013. " Kajian kuat Lekat Tulangan Bambu Takikan dan Tulangan Baja Polos pada Beton Normal dengan Variasi Jenis". Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Suseno, W., 2001. Tinjauan Kuat Lekat Bambu dalam Beton Untuk Perencanaan Bamboo concrete. Jurnal Teknik Sipil "SIPIL SOEPRA", volume 3 no. 8, hal 66-76.
- Tjokrodimulyo, 1996, Teknologi Beton, Gajah Mada Press, Yogyakarta.