

**UJI CABUT TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI JARAK KAIT
DARI KLEM SELANG**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IMAM NAWAWI
NIM. 135060101111047**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**UJI CABUT TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI JARAK KAIT DARI KLEM
SELANG**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IMAM NAWAWI
NIM. 135060101111047**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 2 Juni 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS
NIP. 19511211 1981 03 2001

Dr. Eng. Ming Narto W, ST., M.Sc.
NIP. 201102 840705 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr. Eng Indradi W, ST, M..Eng (Prac)
NIP. 19810220 200604 1 002

UJI CABUT TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI JARAK KAIT DARI KLEM SELANG

(Pull Out Test of Bamboo Reinforcement with Hose Clamp Hook Spacing Variations)

Imam Nawawi, Sri Murni Dewi, Ming Narto Wijaya

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia – Telp (0341) 566710, 587711

E-mail: imam.nawawi.ixb@gmail.com

ABSTRAK

Beton bertulang adalah material komposit yang sangat baik untuk konstruksi bangunan. Tulangan yang digunakan umumnya adalah material baja sebagai penahan tegangan tarik. Salah satu pengganti tulangan baja adalah bambu karena pertumbuhan cepat di Indonesia dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Tetapi bambu memiliki kelemahan yaitu tegangan lekat yang rendah maka perlu adanya upaya untuk mengatasi kelemahan tersebut salah satunya dengan menambahkan kait klem selang pada tulangan bambu. Dalam penelitian ini akan diteliti mengenai variasi jarak kait menggunakan klem selang. Benda uji *pull out* berukuran 15 cm x 30 cm x 40 cm, dengan variasi jarak klem selang 6 cm dan 12 cm sebanyak 18 buah. Hasil uji *pull out* ketika perpindahan 2,75 mm tegangan lekat pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm sebesar 0,336 MPa. Dari hasil uji hipotesis dengan metode anova didapatkan bahwa belum ada pengaruh yang signifikan variasi jarak kait klem selang terhadap tegangan lekat tulangan bambu ($F_2 = 0,760 < F \text{ tabel} = 3,885$).

Kata-kata kunci: Tulangan bambu, klem selang, jarak kait, tegangan lekat

ABSTRACT

Concrete reinforced is an excellent composite material in building construction. The material commonly used for reinforcement is steel to increase tensile strength. One of the the best replacement of steel is bamboo because it is fast growth in Indonesia and the advantage is high tensile. But, the weakness of bamboo is low bond stress then it is necessary to effort the weakness of bamboo is one of attached hose clamp to the bamboo reinforcement. In this research will be studied about variation of hook spacing using hose clamp. The pull out test with specimens 15 cm x 30 cm x 40 cm size, with variations of hose spacing are 6 cm and 12 cm as many as 18 pieces. In displacement 2.75 mm pull out test resulted bond stress with 12 cm spacing of hose clamp and 1.5 x 1.5 cm dimension of reinforcement was 0.336 MPa. The hypothesis tested with anova method was the variations of hose hook clamp spacing were not significant influence for bamboo reinforcement bond stress to concrete ($F_2 = 0,760 < F \text{ table} = 3,885$).

Keywords : *Bamboo reinforcement, hose clamp, hook spacing, bond stress*

I. PENDAHULUAN

Beton bertulang adalah material komposit yang sangat baik untuk konstruksi bangunan. Tulangan yang digunakan umumnya adalah material baja sebagai penahan tegangan tarik. Namun penggunaan baja menyebabkan dampak kekurangan sumber daya alam yang suatu saat nanti akan habis. Salah satu pengganti tulangan baja adalah bambu karena pertumbuhan cepat di Indonesia dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Tetapi bambu memiliki kelemahan yaitu tegangan lekat yang rendah. Dalam penelitian ini akan diteliti mengenai variasi jarak kait menggunakan klem selang. Klem selang mempunyai sifat yang ringan dan lebih kencang menempel pada tulangan bambu karena mempunyai baut yang bisa diatur sekencang mungkin. Sehingga klem selang ini dapat menjadi alternatif yang baik sebagai bahan penambah tegangan lekat tulangan bambu yang efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut Dipohusodo (1994) beton adalah material yang memiliki nilai daktilitas dan kuat tekan yang tinggi dibandingkan kuat tariknya. Karena itu beton hanya diperhitungkan bekerja dengan baik di daerah tekan pada penampangnya, sedangkan gaya tarik dipikul oleh tulangnya, baik tulangan dari baja maupun dari bahan lainnya.

Kuat tekan beton akan semakin bertambah sesuai dengan umur beton. Kekuatan beton akan mengalami peningkatan secara cepat pada umur satu hari sampai 28 hari, namun peningkatan kekuatan yang terjadi pada beton akan semakin melambat setelah umur 28 hari.

2.2 Klem Selang

Klem selang adalah material yang umumnya dipakai untuk mengencangkan selang ke suatu material lainnya. Klem

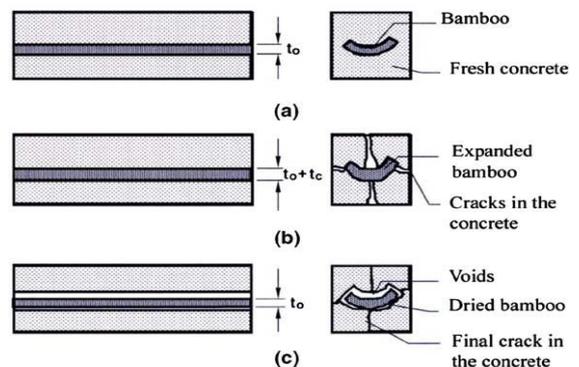
selang mempunyai beberapa ukuran dipasaran. Umumnya bahan pembuatan klem selang ini terbuat dari stainless steel.



Gambar 2.1 Klem selang
Sumber : Jason-tools.com

2.3 Sifat Mekanik Bambu

Bambu akan memiliki perilaku yang berbeda pada saat proses pengerasan pada beton apabila tidak dilapisi dengan lapisan kedap air. Pada saat mortar masih dalam keadaan basah tulangan bambu akan mengembang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.a. Pada saat bambu menyerap air dari mortar bambu akan mengembang sehingga menimbulkan retakan pada mortar setelah mengering seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.b. Pada waktu yang lama mortar akan mengering dan retakan yang timbul akan semakin membesar, bambu akan mengalami pengerutan dan pembusukan akibat adanya kontak dengan udara luar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.c.



Gambar 2.2 Perilaku bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air. (a) bambu dalam beton segar. (b) bambu menyerap air dan mengembang pada masa perawatan mortar.

(c) bambu mengerut setelah masa perawatan beton

2.4 Kuat Tarik Bambu

Menurut Meyer dan Ekuland bambu memiliki kuat mekanis yang baik terhadap gaya tarik dan gaya tekan namun lemah terhadap gaya geser. Bambu memiliki serat yang rapat dan kuat sehingga bambu memiliki kuat tarik yang tinggi.

Tabel 2.1 Tegangan Tarik Bambu Oven

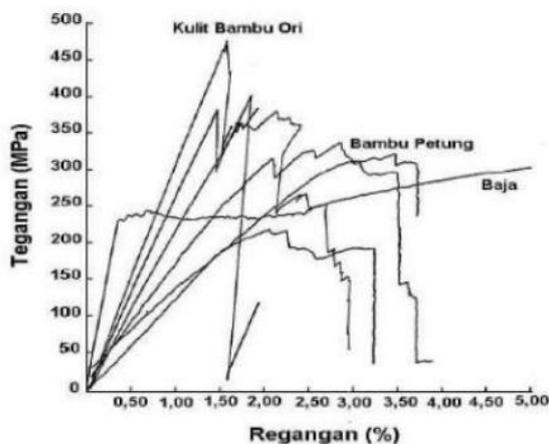
Jenis Bambu	Tegangan Tarik (Mpa)	
	Tanpa Nodia	Dengan Nodia
Ori	291	128
Petung	190	116
Wulung	166	147
Tutul	216	74

Sumber : Morisco (1999)

Tabel 2.2 Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu

Macam Tegangan	Kuat Batas (kg/cm ²)	Tegangan Ijin (kg/cm ²)
Tarik	981-3920	294.20
Lentur	686-2940	98.07
Tekan	245-981	78.45
E /tarik	196.1x10 ³	196.1x10 ³

Sumber : Morisco (1999)



Gambar 2.3 Hubungan Tegangan-Regangan Bambu dan Baja

Sumber : Morisco (1999)

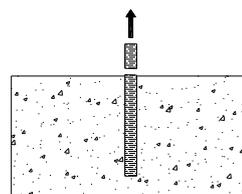
2.5 Tegangan Lekat Tulangan pada Bambu

Menurut Nawy (1998) kekuatan lekatan tergantung pada faktor-faktor sebagai berikut:

1. Adesi antara unsur penyusun beton dan bahan penguatnya (tulangan)
2. Efek gripping akibat dari penyusutan beton waktu pemeliharaan yang terjadi disekeliling tulangan dan tergesernya tulangan dari beton
3. Tahanan gesek (friksi)
4. Pengaruh mutu beton
5. Pengaruh mekanis sistem penanaman pada ujung tulangan
6. Diameter, bentuk dan jarak tulangan

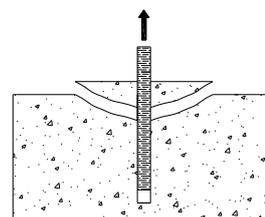
Adapun pola keruntuhan tulangan menurut ACI (*American Concrete Institute*) *Structural Journal* title No. 90-S53 dibedakan menjadi tiga jenis yang terjadi dalam pengujian pull out, yaitu:

1. Jenis 1 adalah kegagalan pada angkur ketika mendapatkan beban tarik, pada keadaan ini tegangan lekatan tidak didapatkan.



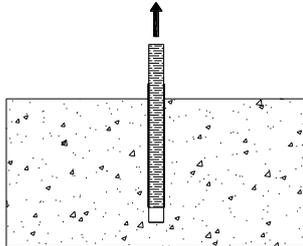
Gambar 2.4 Jenis Keruntuhan 1

2. Jenis 2 adalah keruntuhan pada beton bagian atas diikuti dengan tercabutnya beton dari besi angkurnya atau berjenis kerucut (cone)

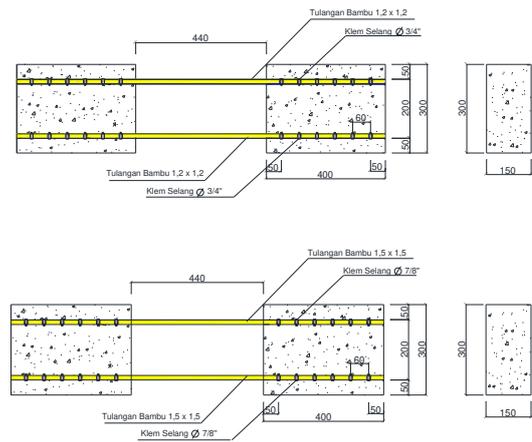


Gambar 2.5 Jenis Keruntuhan 2

- Jenis 3 adalah keruntuhan ditandai dengan tercabutnya keluar besi angkur dan tidak diikuti keruntuhan baik pada beton maupun besinya



Gambar 2.6 Jenis Keruntuhan 3



Gambar 3.1 Rancangan benda uji pull out

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

- Rancangan Benda Uji Tekan**

Benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan mutu 30 MPa. Setiap benda uji pull out dibuat satu benda uji tekan dengan total 18 buah.

- Rancangan Benda Uji Pull Out**

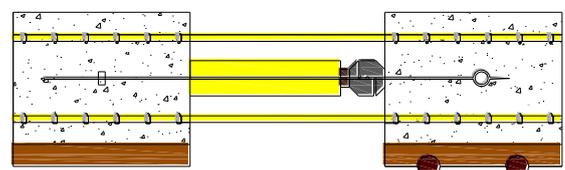
Benda uji berupa sepasang balok bertulang bambu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran 15 cm x 30 cm x 40 cm. Setiap benda uji memiliki 3 ulangan dengan total keseluruhan 18 buah.

Tabel 3.1 Faktor Benda Uji Pull Out

Faktor	Taraf/Level	Keterangan
A (Jarak Klem Selang)	a_0	Tanpa klem selang
	a_1	6 cm
	a_2	12 cm
B (Ukuran Tulangan)	b_1	1,2 x 1,2 cm
	b_2	1,5 x 1,5 cm

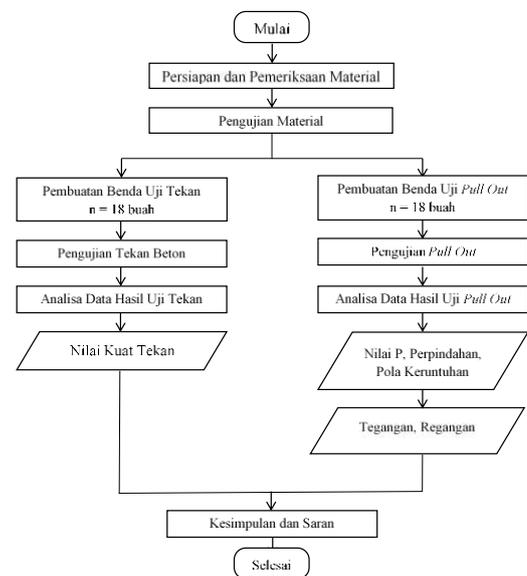
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Pull out

	a_0	a_1	a_2
b_1	$a_0 b_1$	$a_1 b_1$	$a_2 b_1$
b_2	$a_0 b_2$	$a_1 b_2$	$a_2 b_2$



Gambar 3.2 Pembebanan Uji pull out

3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan ketika umur beton 14 hari. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton saat umur 28 hari digunakan nilai konversi 0,88,

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda Uji	Ke-	Pmax (N)	Uji Kuat Tekan Beton Silinder (N/mm ²)		
			Kuat Tekan (14 Hari)	Kuat Tekan (28 Hari)	Kuat Tekan Rata-Rata
a ₀ b ₁	1	376000	21,277	24,179	
	2	518000	29,313	33,310	26,622
	3	348000	19,693	22,378	
a ₀ b ₂	1	479000	27,106	30,802	
	2	560000	31,690	36,011	34,768
	3	583000	32,991	37,490	
a ₂ b ₁	1	356000	20,145	22,893	
	2	483000	27,332	31,059	29,580
	3	541000	30,614	34,789	
a ₂ b ₂	1	420000	23,767	27,008	
	2	415000	23,484	26,687	26,858
	3	418000	23,654	26,880	
a ₁ b ₁	1	368000	20,825	23,664	
	2	319000	18,052	20,513	21,242
	3	304000	17,203	19,549	
a ₁ b ₂	1	264000	14,939	16,977	
	2	359000	20,315	23,086	22,785
	3	440000	24,899	28,294	
Rata-Rata Benda Uji					26,976

Hasil ini menunjukkan bahwa mutu beton tidak sesuai dengan yang direncanakan. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hasil pengujian mutu beton tidak sesuai dengan rencana yaitu faktor air semen yang tidak terkontrol dalam proses pengecoran dan agregat yang digunakan tidak dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*).

4.2 Pengujian Pull Out

Pengujian *Pull Out* bertujuan untuk mengetahui tegangan lekat antara beton normal dengan tulangan bambu kait klem selang. Pada pengujian ini dilakukan variasi jarak klem selang antara 6 cm dan 12 cm dengan mutu beton rencana yaitu 30 MPa. Benda uji *pull out* dibuat 6 jenis yang berbeda dengan 3 kali ulangan sehingga berjumlah 18 benda uji.

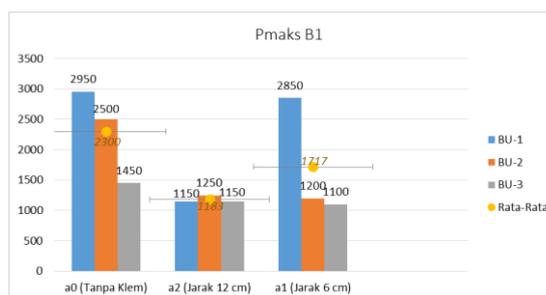


Gambar 4.1 Pengujian Benda Uji Pull Out

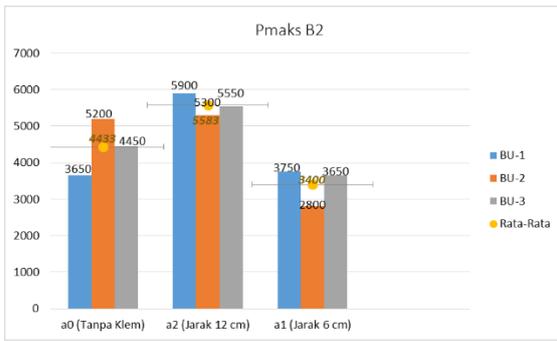
Data hasil pengujian *Pull Out* bervariasi maka perlu adanya penyeragaman untuk memudahkan dalam membandingkan hasil yang didapat sehingga dalam penelitian ini diambil dua kondisi yaitu ketika runtuh dan ketika perpindahan 2,75 mm.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika runtuh

	a ₀	a ₂	a ₁
b ₁	2950 kg	1150 kg	2850 kg
	2500 kg	1250 kg	1200 kg
	1450 kg	1150 kg	1100 kg
b ₂	3650 kg	5900 kg	3750 kg
	5200 kg	5300 kg	2800 kg
	4450 kg	5550 kg	3650 kg



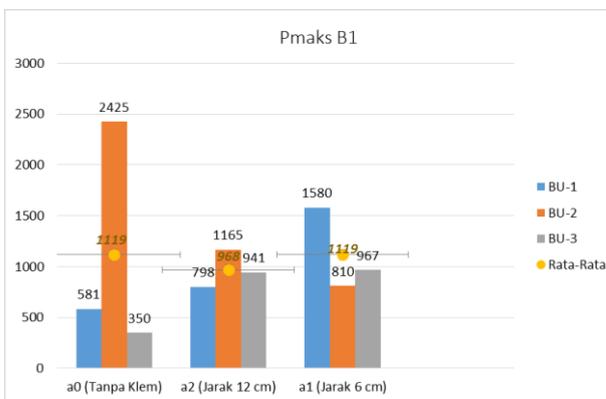
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm



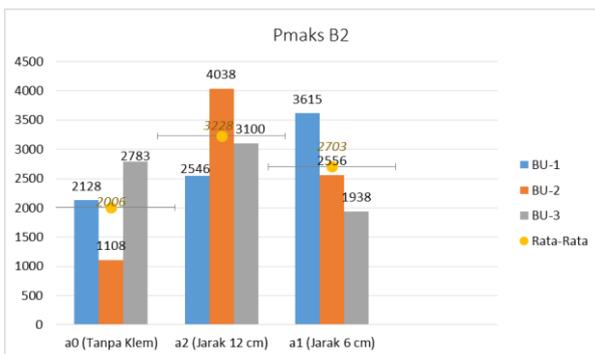
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika perpindahan 2,75 mm

	a₀	a₂	a₁
b₁	581,250 kg	798,438 kg	1580,000 kg
	2425,000 kg	1164,815 kg	810,000 kg
	350,000 kg	941,000 kg	966,667 kg
b₂	2127,778 kg	2545,833 kg	3614,773 kg
	1108,333 kg	4037,500 kg	2556,250 kg
	2783,333 kg	3100,000 kg	1938,462 kg



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm

4.3 Perhitungan Kuat Cabut dan Tegangan Lekat Pengujian *Pull Out*

Perhitungan kuat cabut setiap batang dihitung dengan cara membagi dua beban maksimum karena terdapat dua tulangan bambu kait klem selang atas dan bawah yang terpasang pada balok beton. Untuk perhitungan tegangan lekat dengan cara kuat cabut satu batang dibagi dengan luas permukaan geser tulangan bambu.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika Runtuh

Benda Uji	ke-	f'c (Mpa)	Pmaks Pull Out (kg)
a ₀ b ₁	1	24,179	2950
	2	33,310	2500
	3	22,378	1450
a ₀ b ₂	1	30,802	3650
	2	36,011	5200
	3	37,490	4450
a ₂ b ₁	1	22,893	1150
	2	31,059	1250
	3	34,789	1150
a ₂ b ₂	1	27,008	5900
	2	26,687	5300
	3	26,880	5550
a ₁ b ₁	1	23,664	2850
	2	20,513	1200
	3	19,549	1100
a ₁ b ₂	1	16,977	3750
	2	23,086	2800
	3	28,294	3650

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Tegangan lekat ketika runtuh

Benda Uji	ke	Pmaks (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Tegangan lekat (MPa)
a ₀ b ₁	1	1475	1150	0,299
	2	1250		
	3	725		
a ₀ b ₂	1	1825	2216,667	0,462
	2	2600		
	3	2225		
a ₂ b ₁	1	575	591,667	0,154
	2	625		
	3	575		
a ₂ b ₂	1	2950	2791,667	0,582
	2	2650		
	3	2775		
a ₁ b ₁	1	1425	858,333	0,224
	2	600		
	3	550		
a ₁ b ₂	1	1875	1700	0,354
	2	1400		
	3	1825		

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika perpindahan 2,75 mm

Benda Uji	ke-	f'c (Mpa)	Pmaks Pull Out (kg)
a ₀ b ₁	1	24,179	581,250
	2	33,310	2425
	3	22,378	350
a ₀ b ₂	1	30,802	2127,778
	2	36,011	1108,333
	3	37,490	2783,333
a ₂ b ₁	1	22,893	798,438
	2	31,059	1164,815
	3	34,789	941
a ₂ b ₂	1	27,008	2545,833
	2	26,687	4037,500
	3	26,880	3100
a ₁ b ₁	1	23,664	1580
	2	20,513	810
	3	19,549	966,667
a ₁ b ₂	1	16,977	3614,773

2	23,086	2556,250
3	28,294	1938,462

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Tegangan lekat ketika perpindahan 2,75 mm

Benda Uji	ke-	Pmaks (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Tegangan lekat (MPa)
a ₀ b ₁	1	290,625	559,375	0,146
	2	1212,5		
	3	175		
a ₀ b ₂	1	1063,8889	1003,241	0,209
	2	554,16667		
	3	1391,6667		
a ₂ b ₁	1	399,21875	484,042	0,126
	2	582,40741		
	3	470,5		
a ₂ b ₂	1	1272,9167	1613,88889	0,336
	2	2018,75		
	3	1550		
a ₁ b ₁	1	790	559,444	0,146
	2	405		
	3	483,33333		
a ₁ b ₂	1	1807,3864	1351,580711	0,282
	2	1278,125		
	3	969,23077		

Pengaruh jarak kait terhadap tegangan lekat yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat dengan presentase perbandingan pengaruh faktor. Perhitungan perbandingan pengaruh faktor jarak kait dalam penelitian ini dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_0 &= a_0 b_1 + a_0 b_2 \\ &= 0,299 + 0,462 \\ &= 0,761 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_2 &= a_2 b_1 + a_2 b_2 \\ &= 0,154 + 0,582 \\ &= 0,736 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } a_1 &= a_1 b_1 + a_1 b_2 \\ &= 0,224 + 0,354 \\ &= 0,578 \end{aligned}$$

Presentase faktor jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan terhadap beton:

$$\begin{aligned} \text{Presentase } a_1 \text{ terhadap } a_0 &= \\ &= \frac{a_0 - a_1}{a_0} \times 100\% = \frac{0,761 - 0,578}{0,761} \times 100\% \\ &= 24,12\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai presentase jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan terhadap beton a_1 terhadap a_0 sebesar 24,12%. Dari hasil tersebut nilai tegangan lekat benda uji a_2 (jarak kait 12 cm) memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai benda uji a_1 (jarak kait 6 cm). Penggunaan jarak kait yang lebih besar dapat meningkatkan tegangan lekat antara tulangan dengan beton karena jarak yang terlalu rapat akan merusak tulangan bambu.

4.4 Analisis Tegangan Tarik Bambu Petung

Analisis tegangan tarik pada tulangan bambu petung bertujuan untuk membuktikan tulangan bambu petung yang digunakan pada pengujian *pull out* telah mengalami keruntuhan selip. Bambu petung yang digunakan dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian tegangan lelehnya sehingga tegangan leleh bambu petung diambil sebesar 190 MPa sesuai dengan hasil penelitian Morisco tentang tegangan tarik bambu petung tanpa nodia.

Perhitungan tegangan tarik tulangan bambu petung sebagai berikut :

Benda uji *pull out* a_0b_2-2 dengan beban maksimum satu tulangan sebesar 2600 kg.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P}{A} = \frac{2600}{1,5 \times 1,5} = 1155,556 \frac{kg}{cm^2} \\ &= 115,555 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Benda uji *pull out* a_2b_2-1 dengan beban maksimum satu tulangan sebesar 2950 kg.

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1875}{1,5 \times 1,5} = 1311,111 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 131,111 \text{ MPa}$$

Benda uji *pull out* a_1b_2-1 dengan beban maksimum satu tulangan sebesar 1875 kg.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P}{A} = \frac{1875}{1,5 \times 1,5} = 833,3333 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 83,33 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Perbandingan Tegangan Tarik pada Tulangan Bambu Petung

Tegangan Tarik Bambu Petung (MPa)	Tegangan Tarik Benda Uji Pull Out (MPa)		
	a_0	a_2	a_1
190	115,555	131,111	83,333

Tabel diatas membuktikan bahwa tulangan bambu petung belum mencapai titik lelehnya sebesar 190 MPa sehingga menyebabkan keruntuhan selip antara tulangan bambu dengan beton. Bambu yang digunakan dalam penelitian ini lebih lemah dari bambu yang digunakan pada penelitian Morisco.

4.5 Uji Hipotesis

- Uji ANOVA

Analisis varian pada penelitian ini digunakan untuk membandingkan kelompok jarak klem 6 cm (dengan jumlah 6 buah klem) dan jarak klem 12 cm (dengan jumlah 3 buah klem) sehingga pengaruh jarak klem terhadap tegangan lekat dapat diketahui.

Hipotesis

H_0' : tidak ada pengaruh yang signifikan variasi ukuran tulangan pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

H_0'' : tidak ada pengaruh yang signifikan variasi jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

Ho''' : tidak ada interaksi antara variasi ukuran tulangan dan jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

Pada analisis ini didapatkan tiga hipotesis, namun dalam penelitian ini diperhatikan pengaruh jarak klem selang terhadap kuat cabut beton saja. Sehingga yang diperhatikan adalah Ho'' (pengujian hipotesis nol antar baris).

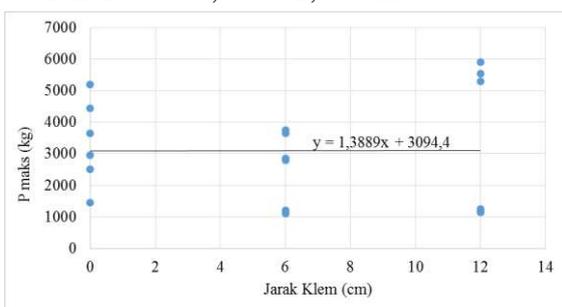
Ketika runtuh hasil uji anova dengan menggunakan *Level significance* (α) = 0,05 nilai $F_2 = 3,170 < F_{0,05} [2:12] = 3,885$ maka Ho'' diterima, tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap variasi jarak kait klem selang pada pengujian *pull out* beton bertulang bambu.

Ketika perpindahan 2,75 mm menghasilkan nilai $F_2 = 0,760 < F_{0,05} [2:12] = 3,885$ maka Ho'' diterima, sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap variasi jarak kait klem selang pada pengujian *pull out* beton bertulang bambu.

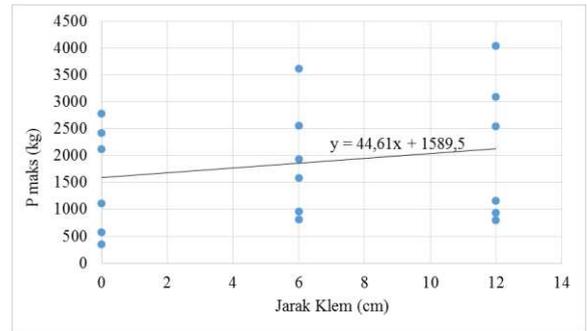
• **Metode Regresi**

Analisa regresi adalah metode statistik yang berfungsi untuk memperoleh hubungan fungsional antara variabel bebas terhadap variabel terikat berdasarkan rata-rata dari kedua variabel tersebut. Dalam penelitian ini variabel bebas (X) adalah jarak kait klem selang dan variabel terikat (Y) adalah beban maksimum cabutnya

Ketika runtuh persamaan regresinya adalah $Y = 3094,444 + 1,389 X$.



Ketika perpindahan 2,75 mm persamaan regresinya adalah $Y = 1589,533 + 44,6096 X$.



Dari kedua persamaan regresi diatas membuktikan bahwa pengaruh jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan beton tidak terlalu signifikan karena perbedaannya relatif kecil.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan uji statistik variasi jarak kait klem selang terhadap kuat lekat bambu dengan beton belum memiliki pengaruh yang signifikan karena koefisien variasi dalam kelompok besar. Anova dengan *level of significance* (α) = 0,05 menghasilkan $F_2 < F$ tabel ($3,170 < 3,885$) ketika runtuh dan ($0,760 < 3,885$) ketika perpindahan 2,75 mm. Sedangkan persamaan regresinya adalah $Y = 3094,444 + 1,389 X$ ketika runtuh dan $Y = 1589,533 + 44,6096 X$ ketika perpindahan 2,75 mm.
2. Jarak kait belum berpengaruh secara signifikan terhadap hubungan tegangan dan regangan pada analisis kuat lekat tulangan bambu. Pada grafik hubungan tegangan dan regangan variasi dalam kelompok masih besar.

5.2. Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga hasil pengujian masih belum terlihat pengaruhnya secara signifikan. Pada pengujian benda uji *pull out* seharusnya bambu tidak pecah sebelum tercabut. Sebelum melakukan penelitian, bambu yang akan digunakan seharusnya diuji tegangan tariknya sehingga didapatkan nilai tegangan tarik bambu yang sesuai. Kurangnya jumlah benda uji silinder pada penelitian ini sebagai pengontrol kuat tekan balok membuat uji kuat tekan beton silinder banyak yang tidak sesuai. Seharusnya jumlah benda uji silinder lebih dari satu buah sehingga didapatkan nilai rata-rata kuat tekan beton dan didapatkan mutu beton rencana.

Memperbanyak jumlah ulangan benda uji dapat memperkecil peluang error akibat data yang menyimpang (outlier) yang dapat mempengaruhi *level of significance* (α) hasil analisis. Untuk mendapatkan pengaruh jarak kait yang signifikan maka diperlukan kehati-hatian yang lebih tinggi dalam proses pelapisan pasir dan pemasangan klem selang pada tulangan bambu. Kesalahan dalam penelitian bisa juga disebabkan oleh kurang kencangnya klem selang yang terpasang ditulangan bambu sehingga mengakibatkan selip.

Dalam pembuatan benda uji *pull out* terdapat beberapa kesalahan yang mengakibatkan hasil kuat tekan aktual tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Kesalahan tersebut antara lain kurangnya pengontrolan kualitas bahan, kurangnya kontrol penambahan air pada adukan beton dan kurang tepat waktu dalam perawatan beton. Dalam pengujian perlu diperhatikan seperti pada tumpuan apabila tumpuan sendi bergeser akan menyebabkan data menyimpang (outlier).

DAFTAR PUSTAKA

- Chiquita, Theadeira. (2016). *Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait*. Publikasi Ilmiah. Malang: Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Ditjen Cipta Karya. (1971). *Peraturan Beton Indonesia 1971*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya.
- Ghavami, K. (2005). *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, *elevier*, 27, 637-649.
- Janssen, J. J. A. (2000). *Designing and Building with Bamboo*. Technical Report No. 20. INBAR
- Lestari, A. D. (2015). *Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulang Bambu*. Jurnal Rekayasa Sipil./Volume9. Malang: Universitas Brawijaya.
- Morisco. (1990). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Putri, N. K. (2016). *Pengaruh Jarak Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait*. Naskah Terpublikasi. Malang: Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Suryoatmono, B. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan Nawy, E., G. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Wang, C. K. & Salmon, C. G. (1985). *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Pradnya Paramita.