

# **PENGARUH RASIO TULANGAN TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BERTULANGAN BAMBU DENGAN KAIT**

Ronny Setiawan, Sri Murni Dewi, Eva Arifi

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

E-mail : ronnysetiawan0512@gmail.com

## **ABSTRAK**

Penggunaan bambu sebagai pengganti tulangan baja pada balok beton bertulang telah banyak digunakan pada saat ini. Bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi mendekati kekuatan tarik baja, namun bambu juga memiliki kelemahan yaitu bambu memiliki sifat higroskopis yang tinggi sehingga berpengaruh pada lemahnya kuat lekat bambu dengan beton. Berdasarkan kelemahan bambu tersebut maka pada penelitian ini dilakukan perbaikan pada kuat lekat bambu dengan cara pemberian cat dan juga penambahan kait pada tulangan bambu. Pada Penelitian ini benda uji berupa balok beton dengan ukuran panjang 160 cm, lebar 18 cm, dan tinggi 28 cm. Benda uji balok diuji untuk mendapatkan kuat lentur, sedangkan untuk mendapatkan tegangan lekat, dilakukan pengujian *pull out* terhadap tulangan bambu. Variasi pada penelitian ini yaitu mutu beton 20 Mpa dan 30 Mpa, Jarak kait 6 cm dan 12 cm, rasio tulangan 0,8 % dan 1,6 %, sedangkan jenis kait menggunakan bambu petung dan kayu kamper. Hasil dari percobaan ini yang dilakukan dengan menggunakan metode analisa varian (anova) diperoleh nilai F tabel =  $F_{0,005; 1; 23} = 4,3$ . Karena nilai F hitung  $> F$  tabel ( $44,415 > 4,3$ ), maka  $H_0$  ditolak. Sehingga terdapat pengaruh signifikan variasi rasio tulangan terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait. Berdasarkan uji hipotesis menggunakan metode analisa regresi, persamaan yang didapatkan yaitu  $Y = 2671,875 X + 3391,6667$ . Nilai koefisien regresi yang positif menunjukkan bahwa rasio tulangan 1,6 % menghasilkan  $P_{maks}$  yang lebih besar dibandingkan dengan rasio tulangan 0,8 %. Rasio tulangan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur balok beton bertulangan bambu dengan kait.

Kata kunci: beton, bambu, kait, rasio tulangan, *pull out*, kuat lentur

## **ABSTRACT**

*The use of bamboo as a substitute for steel reinforcement in reinforced concrete beam has been widely used nowadays. Bamboo has a high tensile strength comparable to the tensile strength of steel, while bamboo has a disadvantage being highly hygroscopic making bamboo has a weak bonding strength with concrete. Considering the weakness of bamboo, this research enhanced bamboo bonding strength with painting and the addition of hooks on the bamboo reinforcement. This research used concrete blocks as samples with a length of 160 cm, width 18 cm, height 28 cm. These samples were tested to get the beam flexural strength and using pull-out method to get bamboo reinforcement bonding strength. These samples use some variation such as the quality of concrete 20 MPa and 30 MPa, hook's distance 6 cm and 12 cm, reinforcement ratio of 0.8% and 1.6%, while using petung bamboo and camphor wood as the hooks. The results of these experiments were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and obtained value of  $F_{table} = F_{0,005; 1; 23} = 4.3$ . Because the  $F_{count} > F_{table}$  ( $44.415 > 4.3$ ), then  $H_0$  is rejected. So there is a significant influence on the reinforcement ratio variations with beam flexural strength of bamboo with hooks. Based on hypothesis using regression analysis, obtained equation was  $Y = 2671.875 X + 3391.6667$ . Positive regression coefficient indicates that the reinforcement ratio 1.6% yield  $P_{maximum}$  larger than the reinforcement ratio of 0.8%. Reinforcement ratio has a significant effect on the flexural strength of concrete beams with hooks.*

*Keywords : concrete , bamboo , hooks , reinforcement ratio , pull out , flexural strength*

## 1. PENDAHULUAN

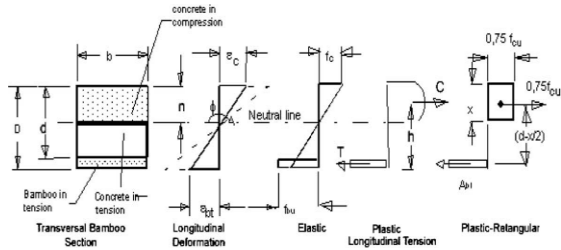
Beton telah banyak digunakan masyarakat sebagai bahan struktur pada saat ini. Beton bertulangan baja merupakan gabungan dari kedua bahan struktur yaitu beton dan baja tulangan. Beton memiliki kuat tekan yang sangat tinggi tetapi kekuatan tarik beton sangat rendah, sehingga diperlukan penambahan baja tulangan agar kekuatan tarik pada beton terpenuhi. Penggunaan bahan lain sebagai pengganti baja yaitu bambu. Bambu yang digunakan sebagai pengganti baja pada beton bertulang memiliki keunggulan dan kekurangan. Kuat lekat merupakan hal terpenting yang harus diperhatikan dalam penggunaan bambu sebagai tulangan beton bertulang. Bambu yang baik untuk digunakan sebagai tulangan pada beton yaitu bambu yang berusia tua, karena bambu yang berusia tua memiliki daya serap dan kelembaban yang kecil. Penyusutan pada bambu dapat dihindari dengan cara bambu di vernis, diberi cat serta diberi perekat cair. Licin pada permukaan bambu akibat pemakaian bahan-bahan tersebut juga harus dihindari karena dapat mengurangi daya lekat antara bambu dan beton. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada balok beton bertulangan bambu, Selain itu pada penelitian ini akan

digunakan variasi rasio tulangan. Rasio tulangan bambu yang akan digunakan ialah 0,8% dan 1,6%. Variasi rasio tulangan pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kapasitas lentur pada balok bertulangan bambu. Untuk meningkatkan kuat lekat bambu dengan beton dan juga kapasitas lentur balok bertulangan bambu maka dalam penelitian ini bambu akan dilapisi cat dan pasir.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton bertulang menurut (SNI 03-2847 2002) adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan prategang atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya.

Penelitian Morisco (1999) tentang pemilihan bambu sebagai bahan bangunan berdasarkan pada harga bambu yang relatif murah, pertumbuhan bambu yang cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta keunggulan memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Ghavarni (2005) menyatakan bahwa lekatan yang terjadi antara tulangan dengan beton dapat mencegah terjadinya selip, daya lekat tulangan bambu terhadap beton dapat ditingkatkan dengan memberi lapisan kedap air dan dilumuri dengan pasir sehingga permukaan bambu menjadi kasar.



**Gambar 1.** Distribusi Tegangan dan Regangan pada Balok Beton Bertulangan Bambu.

Gaya tekan (C) dan gaya tarik (T) pada struktur beton bertulang harus saling mengimbangi agar kesetimbangan gaya horisontal terpenuhi ( $C=T$ ). Analisis mengenai kapasitas lentur pada balok bertulangan bambu telah dilakukan. Balok beton bertulangan bambu juga mengalami tahapan distribusi tegangan dan regangan (Ghavami,2005).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian *pull-out* yang akan dilakukan di dalam penelitian ini hanya menggunakan tiga faktor yaitu mutu beton, jarak kait dan jenis kait. Berikut ini penjelasan tentang rancangan benda uji *pull out*.

**Tabel 1.** Variasi Benda Uji *Pull Out*

	a <sub>1</sub>		a <sub>2</sub>	
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> d <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> d <sub>2</sub>

Keterangan :

a<sub>1</sub> : mutu beton 20 MPa

a<sub>2</sub> : mutu beton 30 MPa

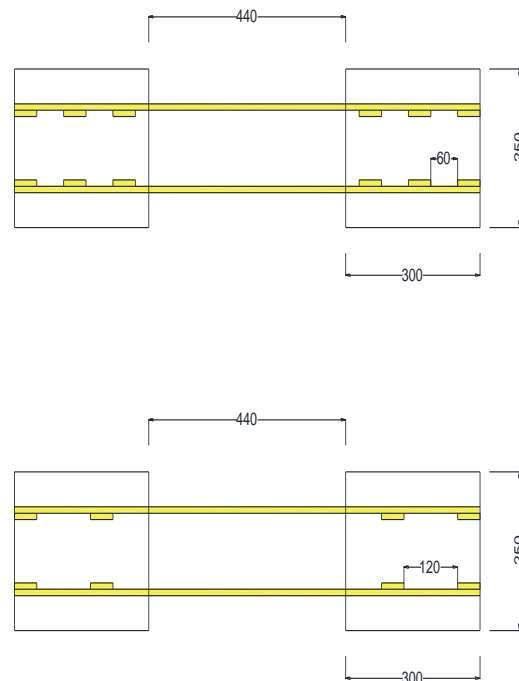
b<sub>1</sub> : jarak kait 6 cm

b<sub>2</sub> : jarak kait 12 cm

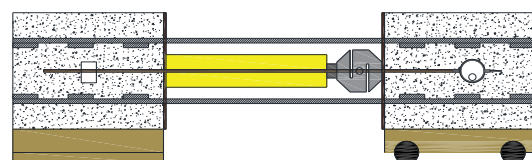
d<sub>1</sub> : jenis kait bambu petung

d<sub>2</sub> : jenis kait kayu kamper

Benda uji *pull out* akan dicetak menggunakan cetakan dengan ukuran 30cm x 15cm x 25 cm. Rancangan benda uji *pull out* serta skema pengujian benda uji *pull out* dapat dilihat pada gambar di bawah.



**Gambar 2.** Rancangan Benda Uji *Pull Out*



**Gambar 3.** Skema Pengujian *Pull Out*

Benda uji balok dibuat berdasarkan perhitungan sampel dengan percobaan faktorial sebagian. Faktorial sebagian memiliki keuntungan untuk menghemat waktu pengujian dan juga biaya dari penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan penjelasan tentang rancangan benda uji balok.

**Tabel 2.** Faktor Benda Uji Kuat Lentur

Faktor	Taraf	Keterangan	
A (Mutu Beton)	a <sub>1</sub>	20 MPa	-
	a <sub>2</sub>	30 MPa	+
B (Jarak Kait)	b <sub>1</sub>	6 cm	-
	b <sub>2</sub>	12 cm	+
C (Rasio Tulangan)	c <sub>1</sub>	0,80%	-
	c <sub>2</sub>	1,60%	+
D (Jenis Kait)	d <sub>1</sub>	Bambu Petung	-
	d <sub>2</sub>	Kayu Kamper	+

Dengan asumsi:

- 1 = Taraf rendah (-)
- 2 = Taraf tinggi (+)

**Tabel 3.** Rancangan Benda Uji Kuat

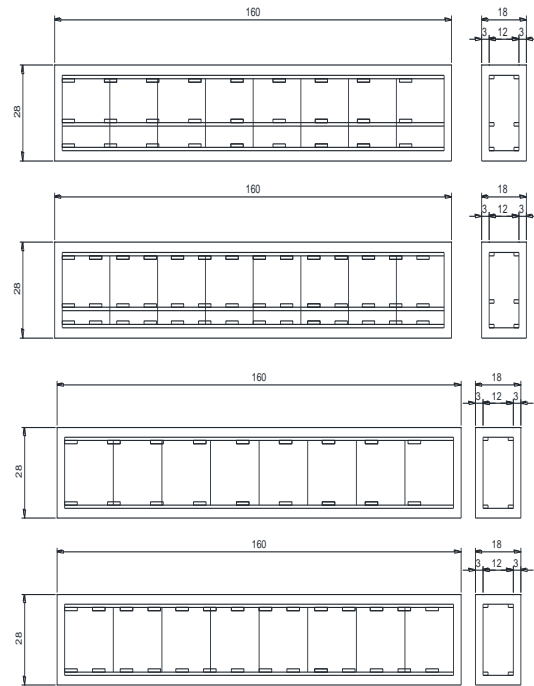
Lentur

		a <sub>1</sub>		a <sub>2</sub>	
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>1</sub>
	d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub> d <sub>2</sub>
c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>1</sub>
	d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub> d <sub>2</sub>

		a <sub>1</sub>		a <sub>2</sub>	
		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	+	-	-	+
	d <sub>2</sub>	-	+	+	-
c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	-	+	+	-
	d <sub>2</sub>	+	-	-	+

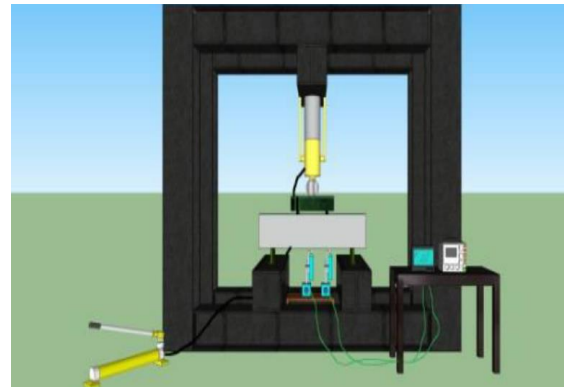
Benda uji balok yang akan digunakan dalam pengujian yang bertanda negatif dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Rancangan benda uji balok dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.** Rancangan Benda Uji Kuat Lentur

Pengujian balok menggunakan skema seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 5.** Skema Pengujian Benda Uji Kuat Lentur

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kuat Tekan Beton Silinder

Pengujian kuat tekan beton silinder dilakukan pada saat umur beton silinder 28 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas

Brawijaya. Benda uji silinder menggunakan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Silinder yang di uji berjumlah 48 buah yang masing-masing dibagi menjadi 24 silinder untuk mutu beton rencana 20 Mpa dan 24 silinder untuk mutu beton rencana 30 Mpa. Pengujian kuat tekan silinder mutu beton rencana 20 Mpa menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 25,092 Mpa, sedangkan untuk mutu beton rencana 30 Mpa menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 29,733 Mpa.

### **Pull Out**

Pengujian *pull out* dilakukan untuk mencari beban maksimum tulangan bambu. Beban maksimum yang didapatkan dari pengujian *pull out* digunakan untuk mencari tegangan lekatan antara bambu dengan beton. Beban maksimum paling besar dihasilkan oleh benda uji pull out  $a_2b_1d_2$  dengan rata-rata sebesar 3600 kg. Tegangan lekat rata-rata paling besar dihasilkan oleh benda uji  $a_2b_1d_2$  sebesar 0,5 Mpa.

### **Pengujian Kuat Lentur Balok**

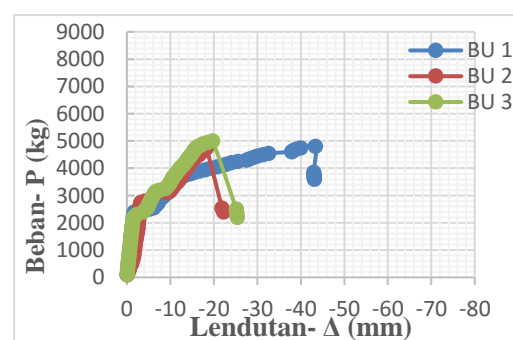
Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh dari faktor mutu beton, jarak kait, rasio tulangan, dan jenis kait terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait. Pengujian ini menggunakan balok dengan dimensi 18 cm x 28 cm x 160 cm.

Hasil dari pengujian kuat lentur pada balok yaitu beban maksimum dan lendutan yang terjadi. Hasil beban maksimum dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

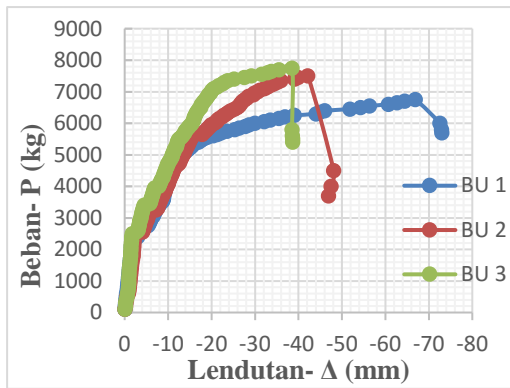
**Tabel 4.** Beban maksimum pada balok

Variasi Sampel	Beban Maksimum (kg)	Jumlah (kg)	Rata-Rata (kg)
$a_1b_1c_2d_1$	7050	24300	8100
	8750		
	8500		
$a_1b_2c_2d_2$	7500	24000	8000
	8000		
	8500		
$a_2b_2c_2d_1$	6650	21900	7300
	7500		
	7750		
$a_2b_1c_2d_2$	7550	21800	7266,67
	8050		
	6200		
$a_1b_2c_1d_1$	6700	17250	5750
	5550		
	5000		
$a_1b_1c_1d_2$	5800	18650	6216,67
	6900		
	5950		
$a_2b_1c_1d_1$	4800	14550	4850
	4750		
	5000		
$a_2b_2c_1d_2$	6200	15900	5300
	5500		
	4200		

### **Grafik Beban-Lendutan**



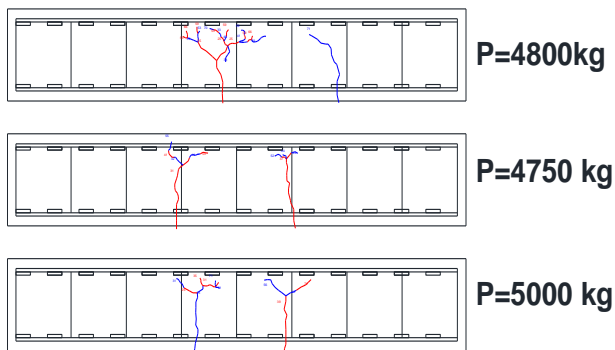
**Gambar 6.** Grafik hubungan P- $\Delta$  benda uji  $a_2b_1c_1d_1$



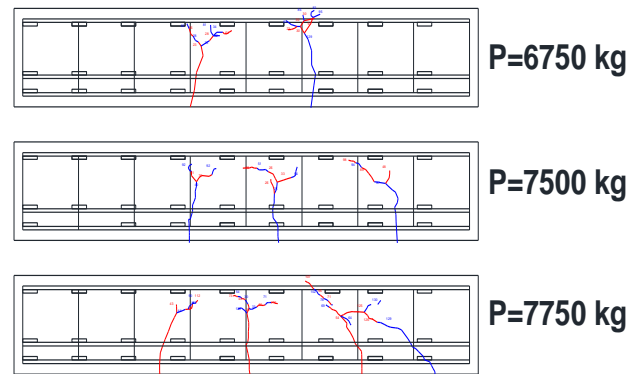
**Gambar 7.** Grafik hubungan P- Δ benda uji  $a_2b_2c_2d_1$

Hasil pengujian kuat lentur benda uji  $a_2b_1c_1d_1$  dan benda uji  $a_2b_2c_2d_1$  mengalami perbedaan pada faktor b (jarak kait) dan faktor c (rasio tulangan), tetapi faktor c lebih berpengaruh dibandingkan dengan faktor b sehingga faktor b dapat diabaikan. Benda uji dengan pengaruh  $c_1$  memiliki beban maksimum yang kecil namun lendutan yang terjadi juga kecil, berbeda dengan benda uji dengan pengaruh  $c_2$  yang mengalami beban maksimum besar namun lendutan yang terjadi juga besar. Sehingga dapat dikatakan bahwa rasio tulangan berpengaruh terhadap beban maksimum dan lendutan.

### Pola Retak



**Gambar 8.** Pola Retak benda uji  $a_2b_1c_1d_1$



**Gambar 9.** Pola retak benda uji  $a_2b_2c_2d_1$

Berdasarkan gambar diatas, pengaruh rasio tulangan terlihat jelas. Pada benda uji  $a_2b_1c_1d_1$  dengan rasio tulangan 0,8% hasil beban maksimum rata-rata yaitu sebesar 4850 kg, sedangkan pada benda uji  $a_2b_2c_2d_1$  dengan rasio tulangan 1,6% hasil beban maksimum rata-rata yaitu sebesar 7333,33 kg.

### UJI HIPOTESIS ANALISA VARIAN

**Tabel 5.** Hasil pengujian kuat lentur

		a1		a2	
		b1	b2	b1	b2
c1	d1		6700	4800	
			5550	4750	
			5000	5000	
c1	d2	5800			6200
		6900			5500
		5950			4200
c2	d1	7050			6750
		8750			7500
		8500			7750
c2	d2		7500	7550	
			8000	8050	
			8500	6200	

### Kontras

$$\begin{aligned} \text{Kontras C} = & (a_1b_1c_2d_1 + a_1b_2c_2d_2 + a_2b_2c_2d_1 \\ & + a_2b_1c_2d_2) - (a_1b_2c_1d_1 + \\ & a_1b_1c_1d_2 + a_2b_1c_1d_1 + \\ & a_2b_2c_1d_2) = 25750 \end{aligned}$$

### Pengaruh Efek

$$\begin{aligned} \text{Pengaruh Efek B} &= \frac{\text{Kontras}_{(C)}}{4n} \\ &= \frac{25750}{4(3)} = 2145,83 \end{aligned}$$

### Derajat Bebas

$$\begin{aligned} \text{DB Perlakuan} &= \text{DB (C)} \\ &= c - 1 \\ &= 2 - 1 = 1 \\ \text{DB Total} &= nabcd - 1 \\ &= (2 \times 2 \times 2 \times 2) - 1 \\ &= 23 \\ \text{DB Galat} &= \text{DB total} - \text{DB perlakuan} \\ &= 23 - 1 = 22 \end{aligned}$$

### Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK (C)} &= \frac{[\text{Kontras}_{(C)}]^2}{2^{4-1}n} \\ &= \frac{[25750]^2}{2^3 \cdot 3} \\ &= 27627604,17 \end{aligned}$$

$$\text{JK Perlakuan} = \text{JK (C)}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \sum \sum \sum y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{\frac{1}{2}n2^4} \\ &= 1087412500 - \frac{158450^2}{\frac{1}{2}3(2^4)} \\ &= 41312395,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 41312395,83 - 27627604,17 \\ &= 13684791,67 \end{aligned}$$

### Kuadrat Tengah (KT)

$$\begin{aligned} \text{KT (C)} &= \frac{\text{JK (C)}}{\text{DB (C)}} \\ &= \frac{27627604,17}{1} \\ &= 27627604,17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} \\ &= \frac{13684791,67}{22} \\ &= 622035,985 \end{aligned}$$

### F Hitung

$$\begin{aligned} \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT (C)}}{\text{KT (G)}} \\ &= \frac{27627604,17}{622035,985} \\ &= 44,415 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan *level of significance* ( $\alpha$ ) = 0,05 diperoleh nilai F tabel =  $F_{0,005; 1; 23} = 4,3$ . Karena nilai F hitung > F tabel ( $44,415 > 4,3$ ), maka  $H_0$  ditolak. Sehingga terdapat pengaruh signifikan variasi rasio tulangan terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait.

### UJI HIPOTESIS ANALISA REGRESI

Regresi Linear Sederhana adalah suatu metode di dalam statistik yang mempunyai fungsi untuk menguji seberapa jauh hubungan sebab akibat antara variabel X (faktor penyebab) terhadap variabel Y (faktor akibat), metode ini juga biasa digunakan dalam produksi untuk suatu prediksi yang berhubungan dengan karakteristik kualitas maupun kuantitas.

**Tabel 6.** Perhitungan  $X^2$ ,  $Y^2$ , XY

No	Rasio Tulangan (X)	P maks (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	0,8	6700	0,64	44890000	5360
2	0,8	5550	0,64	30802500	4440
3	0,8	5000	0,64	25000000	4000
4	0,8	5800	0,64	33640000	4640



5	0,8	6900	0,64	47610000	5520
6	0,8	5950	0,64	35402500	4760
7	1,6	7050	2,56	49702500	11280
8	1,6	8750	2,56	76562500	14000
9	1,6	8500	2,56	72250000	13600
10	1,6	7500	2,56	56250000	12000
11	1,6	8000	2,56	64000000	12800
12	1,6	8500	2,56	72250000	13600
13	0,8	4800	0,64	23040000	3840
14	0,8	4750	0,64	22562500	3800
15	0,8	5000	0,64	25000000	4000
16	0,8	6200	0,64	38440000	4960
17	0,8	5500	0,64	30250000	4400
18	0,8	4200	0,64	17640000	3360
19	1,6	6650	2,56	44222500	10640
20	1,6	7500	2,56	56250000	12000
21	1,6	7750	2,56	60062500	12400
22	1,6	7550	2,56	57002500	12080
23	1,6	8050	2,56	64802500	12880
24	1,6	6200	2,56	38440000	9920
Σ	28,8	158450	38,4	108741250 0	200440

### Perhitungan persamaan Regresi Linier

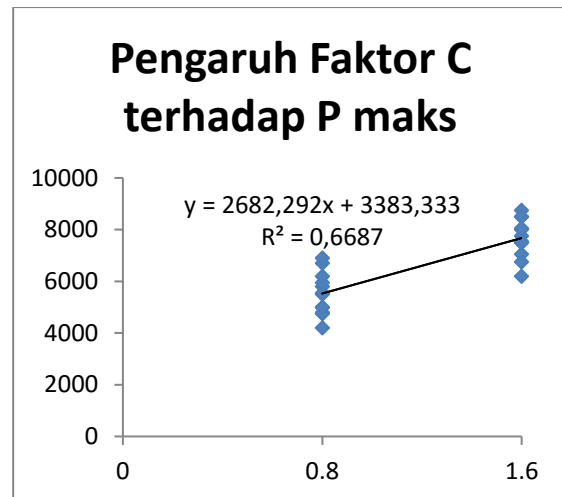
$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{(158350)(38,4) - (28,8)(200280)}{24(38,4) - (28,8)^2} = 3383,333$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{24(200280) - (28,8)(158350)}{24(38,4) - (28,8)^2} = 2682,292$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai a (konstanta) dan b (koefisien regresi), maka didapatkan rumus persamaan regresi  $Y = 2682,292 X + 3383,333$  untuk pengaruh Faktor C (Rasio Tulangan). Dimana nilai X adalah besarnya rasio tulangan dalam persen (%) dan Y adalah besarnya P maks yang dihasilkan. Garis regresi akibat pengaruh Faktor C dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 10.** Grafik pengaruh faktor C terhadap beban maksimum

Berdasarkan Gambar diatas, dapat dilihat pada grafik bahwa rasio tulangan 0,8 % berada dibawah dari rasio tulangan 1,6 % sehingga terlihat bahwa rasio tulangan berpengaruh signifikan terhadap beban maksimum dan kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Kapasitas beban maksimum yang didapatkan dari pengujian lentur balok beton bertulangan bambu dengan kait mengalami peningkatan yang diakibatkan oleh rasio tulangan 1,6%.

Uji hipotesis yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis varian (anova) didapatkan nilai f hitung yang lebih besar dari f tabel yang menggunakan *level of significance* ( $\alpha$ )= 95 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa rasio tulangan memiliki

pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait.

Berdasarkan uji hipotesis menggunakan metode analisa regresi, persamaan yang didapatkan yaitu  $Y = 2671,875 X + 3391,6667$ . Rasio tulangan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur balok beton bertulangan bambu dengan kait. Keruntuhan yang terjadi pada balok beton bertulangan bambu merupakan kombinasi antara keruntuhan lentur dan terjadinya slip sehingga mengakibatkan hilangnya tegangan lekatan antara tulangan bambu dengan beton.

## SARAN

Dalam penelitian ini masih banyak terdapat keterbatasan dan juga kesalahan yang terjadi, antara lain tidak sesuainya mutu beton yang direncanakan dengan keadaan yang sebenarnya, frame yang digunakan untuk pengujian balok memiliki kapasitas yang masih kurang, serta keterbatasan dalam benda uji. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk lebih teliti sehingga kesalahan pada saat pembuatan benda uji dapat dihindari dan juga dapat memperbaiki keterbatasan yang ada. Memperbanyak benda uji dapat mempermudah dalam pengamatan masing-masing variabel. Penelitian ini tidak menggunakan benda uji kontrol sebagai

pembandingan dalam setiap variasi sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk membuat benda uji kontrol. Perencanaan mutu beton dengan menggunakan mix design lebih diperhatikan agar mutu yang ingin dicapai dapat sesuai dengan yang direncanakan dan juga pada saat pelaksanaan pengecoran faktor air semen (fas) lebih diperhatikan lagi. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian sebaiknya di periksa kembali, sehingga pada saat pengujian berlangsung tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan sehingga data yang diinginkan bisa tercapai.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C-33 02a. 2002. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. USA: Annual Books of ASTM Standards.
- Azadeh, A. 2013. *New Approaches to Bond Between Bamboo and Concrete*. 14th International Conference on *Non-Conventional Materials and Technologies*. Federal University of Paraiba. Brasil, 24th-27th March 2013.
- Bandar Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: ICS.

- Bandar Standarisasi Nasional. 2004. SNI 15-2049-2004 *Semen Portland*. Jakarta: BSN.
- Budi, A.S., Sambowo, K. A & Kurniawati, L. 2013. Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja. *Konferensi Nasioanal Teknik Sipil 7*:245-252. Universitas Sebelas Maret. Surakarta, 24-26 Oktober 2013.
- Frick, H. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu (Pengantar Konstruksi Bambu)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ghavami, K. 2005. *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Element*. *Journal of Cement & Concrete Composites*. XXVII: 637-649.
- Lestari, A.D. 2015. Pengaruh Penambahan Kait Pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu. *Jurnal Rekayasa Sipil*. IX (2): 81-87.
- Liesse, W. 1980. Preservation of Bamboo, in Lessard, G. & Chouinard, A. *Bamboo Research in Asia*: 165-172. Canada: IDRC.
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Publishing.
- Nawy, E.G. 1998. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*. Cetakan II. Terjemahan Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Rochman, A. 2005. Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu Pada Balok Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Gelagar*. XVI (1): 1-9.
- Suryadi, H., Agung, M.T., & Bangun, E.B. 2013. Pengaruh Modifikasi Tulangan Bambu Gembong Terhadap Kuat Cabut Bambu Pada Beton. *Konfereasi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)*: 229-236. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Suseno, W. 2001. Tinjauan Kuat Lekat Bambu dalam Beton Untuk Perencanaan Bamboocrete. *Jurnal Teknik Sipil "SIPIL SOEPRA"*. III (8): 66-76.
- Triwiyono, A. 2004. *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton – Topik Bahan Ajar*. Yogyakarta: UGM.
- Wang, C.K. & Salmon, C.G. 1993. *Disain Beton Bertulang*. Edisi IV. Terjemahan Binsar Hariandja. Jakarta: Erlangga.

