

**PENGARUH KAIT KLEM SELANG DENGAN VARIASI  
JARAK KAIT TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON  
BERTULANGAN BAMBU**

**NASKAH PUBLIKASI  
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD ARIF RACHMAN  
NIM. 135060107111017**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**

# PENGARUH KAIT KLEM SELANG DENGAN VARIASI JARAK KAIT TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BERTULANGAN BAMBU

*(The Influence of Hose Clamps Hook with Variation of Hook's Distance Against The Flexural Strength of Bamboo Reinforced Concrete Beam)*

Muhammad Arif Rachman, Sri Murni Dewi, Ming Narto Wijaya

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145-Telp (0341) 567886  
Email : marifrachmaan@gmail.com

## ABSTRAK

Bahan material beton banyak digunakan dalam bidang konstruksi dikarenakan memiliki kelebihan diantaranya kuat akan tekan yang tinggi dan mudah dalam perawatan. Namun, disisi lain juga memiliki kekurangan yaitu kuat akan tarik yang lemah sehingga dalam pembuatan sering dikombinasikan dengan tulangan. Tulangan bambu merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan tulangan baja. Meskipun tegangan tarik bambu bisa dibandingkan dengan baja, tetapi bambu memiliki kuat lekat yang rendah dengan beton sehingga beton bertulang bambu masih kurang efektif dalam menerima beban. Sehingga beton bertulang bambu dengan penambahan pemasangan kait berupa klem selang diharapkan mampu menambah tegangan lekat pada beton. Pada penelitian ini, pembuatan benda uji berupa balok bertulang bambu dengan kait klem selang berdimensi 18x25x160cm dan variasi jarak pemasangan kait klem selang adalah 12 dan 6 cm sebanyak 16 benda uji termasuk benda uji kontrol (tanpa kait). Besar kapasitas beban yang diterima oleh balok tanpa kait klem selang ( $A_0$ ) rata-rata sebesar 2783.09 kg. Sedangkan pada balok dengan kait klem selang dengan jarak 12 cm ( $A_1$ ) rata-rata sebesar 3213,74 kg dan jarak 6 cm ( $A_2$ ) rata-rata sebesar 3215.21 kg. Berdasarkan uji statistik dengan metode *Two-Way ANNOVA* dan analisis regresi didapatkan adanya pengaruh yang signifikan dengan dipasangnya kait klem selang terhadap kuat lentur balok bertulang bambu dan terdapat interaksi antara pemasanganjarak kait klem selang dengan rasio tulangan.

**Kata Kunci:** balok bertulang bambu dengan kait, klem selang, jarak kait, kuat lentur, pola retak, lebar retak

## ABSTRACT

*Concrete material is widely used in construction due to its high compressive strength and easy maintenance. However, on the other hand it also has shortcomings, such as poor tensile strength so in its making, concrete material often combined with reinforcement. Bamboo reinforcement is an alternative to reduce the use of steel reinforcement. Although bamboo is comparable to steel build upon its tensile strength, it has poor adhesive strength towards concrete so that the bamboo reinforced concrete is less effective in receiving load. So, bamboo reinforced concrete with addition of hose clamps hooks are expected to increase adhesive strength onto the concrete. In this research, the specimens are 16 pieces of 18x25x160 cm bamboo reinforced concrete with hose clamps hook using variations of hook's distance (12 and 6 cm) including the control specimen (without hooks). The largest load the beam without hose clamps hook ( $A_0$ ) received are in the average of 2783.09 kg. While on the beam with hose clamps hook at distance of 12 cm ( $A_1$ ) is 3213.74 kg and at distance of 6 cm ( $A_2$ ) is 3215.21 kg. Based on statistical tests with ANNOVA two-way methods and regression analysis obtained a significant influence by the application of hose clamps hook against the compressive strength of bamboo reinforced beams and an interaction between the hook's distance with reinforcement ratio.*

**Keywords:** hose clamp, petung bamboo, bamboo reinforcement size, bamboo pull out strength, bond stress

## PENDAHULUAN

Di Indonesia perkembangan material beton pada saat ini, membuat bahan material beton banyak digunakan sebagai bahan konstruksi. Konstruksi yang terbuat dari bahan beton ini memiliki banyak kelebihan seperti memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan yang diinginkan, dan mudah dalam perawatan. Namun disisi lain, beton juga memiliki kekurangan salah satunya adalah kuat tarik yang rendah. Sehingga dalam penggunaannya, beton dikombinasikan dengan tulangan yang memiliki kuat tarik yang tinggi salah satunya adalah tulangan baja.

Untuk mengatasi ketergantungan akan penggunaan tulangan baja karena semakin terbatasnya sumber daya alam sebagai bahan dasar pembuatan tulangan baja dan nilai jualnya semakin tinggi. Maka digunakan inovasi sebagai pengganti ulangan baja dengan material lain yang memiliki harga cukup terjangkau, mudah didapatkan, dan ramah lingkungan, yaitu berupa tulangan bambu. Penggunaan bambu sebagai pengganti tulangan aja dapat dilakukan mengingat kekuatan tarik bambu yang mendekati kekuatan tarik tulangan baja. Namun dalam penggunaan beton bertulangan bambu terdapat kelemahan yaitu kuat lekat bambu yang kurang baik dibandingkan dengan tulangan baja. Pada saat pasta beton mengeras, bambu tidak dapat menyerap air sehingga mengalami penyusutan. Penyusutan bambu tersebut akan menimbulkan rongga udara di sekeliling tulangan bambu yang mengakibatkan kuat lekat beton dengan bambu akan menurun. Untuk mengatasi masalah mengenai kuat lekat antara beton dan tulangan bambu, maka pada penelitian ini digunakan kait berupa klem selang. Penggunaan kait berupa klem selang ini diharapkan mampu menambah kuat lekat antara beton dengan tulangan bambu. Kait klem selang juga memiliki banyak kelebihan diantaranya adalah pemasangan yang praktis dan bahan

material yang kuat. Selain memperhatikan pemasangan klem selang, penelitian juga disertai dengan pengkajian mengenai variasi jarak pemasangan klem selang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil FT-UB. Pemasangan kait klem selang pada tulangan bambu dengan jarak kait sebesar 12 cm dan 6 cm merupakan variabel bebas. Sedangkan untuk kuat lentur, lendutan, dan pola retak merupakan variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Jarak kait 12 cm (b) Jarak kait 6 cm.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pengujian mutu beton dengan menggunakan alat uji tekan dan *Hammer test*.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Uji tekan silinder (b) *Hammer test*.

## Rancangan Penelitian

Kait yang digunakan adalah berupa klem selang yang digunakan sebagai pelekat antara beton dengan tulangan. Kait yang digunakan memiliki 2 ukuran yang berbeda dikarenakan tulangan yang digunakan memiliki perbedaan dimensi. Ukuran klem selang yang digunakan adalah 3/4" dan 7/8". Mutu beton ( $f'c$ ) yang digunakan adalah sebesar 30 MPa. Ragam yang terdapat dalam penelitian ini melibatkan dua faktor yaitu faktor A (jarak klem selang) dan faktor B (rasio tulangan). Faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Benda Uji Kuat Lentur

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>
A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>
A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>

Keterangan:

A<sub>0</sub> = Tanpa Klem Selang.

A<sub>1</sub> = Jarak Klem Selang 12 cm.

A<sub>2</sub> = Jarak Klem Selang 6 cm.

B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,96%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,5%.

Benda uji yang dibuat sebanyak 18 buah dengan setiap kombinasi dilakukan 3 kali pengulangan termasuk benda uji kontrol (tanpa klem selang). Untuk pengujian kuat lentur dilakukan saat balok bertulangan bambu sudah mencapai umur 28 hari. Dan pengujian tekan benda uji silinder dilakukan saat umur beton sudah mencapai 14 hari.

## Klem Selang

Klem selang yang digunakan dalam penelitian ini berdimensi 3/4" untuk tulangan dengan rasio 1,2x12 cm (0,96%) dan 7/8" untuk tulangan dengan rasio 1,5x1,5cm (1,5%). Ukuran kait klem selang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ukuran kait klem selang.

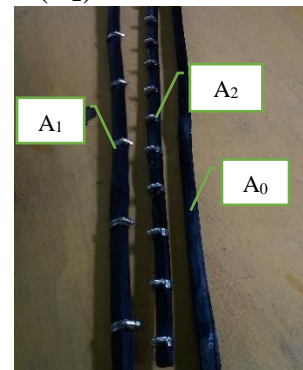
## Tulangan Bambu

Tulangan bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis bambu Petung. Sebelum diberi lapisan cat, tulangan bambu dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari. Kemudian pemberian lapisan dengan cat kayu dan dilanjutkan dengan proses pengeringan kembali. Proses selanjutnya dilakukan pelapisan dengan sikadur tipe 31CF Normal dan dilanjutkan dengan penaburan pasir.



Gambar 4. Hasil pemberian lapisan pada tulangan bambu.

Pada penelitian ini, pengujian kuat lentur dilakukan pada tiga variasi tulangan bambu, diantaranya adalah tulangan bambu tanpa kait klem selang (A<sub>0</sub>), tulangan bambu dengan jarak kait 12 cm (A<sub>1</sub>), dan tulangan bambu dengan jarak 6 cm (A<sub>2</sub>).



Gambar 5. Variasi tulangan bambu.

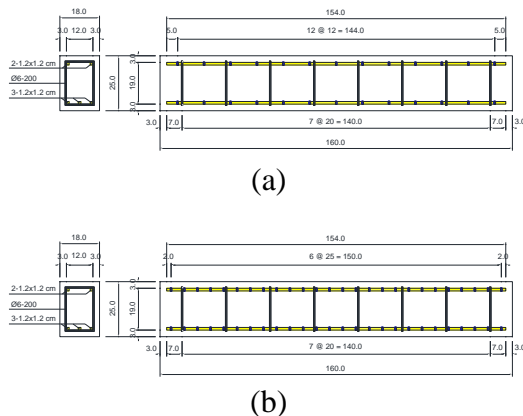
## Balok Bertulangan Bambu

Penelitian yang dilakukan menggunakan balok bertulangan bambu yang memiliki dimensi 18 x 25 x 160 cm. Ukuran agregat kasar yang digunakan adalah maksimum 20 mm, dengan selimut beton sebesar 30 mm. Balok memiliki tulangan atas (tekan) berjumlah 2 buah dan tulangan bawah (tarik) berjumlah 3 buah. Untuk tulangan bagi atau sengkang digunakan tulangan baja polos berdimensi 6 mm dengan jarak pemasangan sebesar 200 mm. Gambar 6 menjelaskan tentang detail pemasangan tulangan.



Gambar 6. Detail pemasangan tulangan.

Dan Gambar 7 menjelaskan contoh rancangan benda uji balok.



Gambar 7. Rancangan benda uji balok (a) Jarak kait 12 cm, (b) Jarak kait 6 cm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Kuat Tekan Silinder

Tujuan dari pengujian kuat tekan beton adalah untuk mengetahui kekuatan benda uji yang sudah dibuat. Pengujian

yang dilakukan ketika beton silinder sudah berusia 14 hari sehingga perlu dikonversikan menjadi kuat tekan beton pada umur 28 hari. Untuk nilai konversi dapat dilihat pada PBI 1971 Tabel 4.4. Jumlah benda uji silinder berjumlah 18 buah yang jumlahnya sama dengan jumlah benda uji balok agar bisa mendapatkan karakteristik campuran beton pada balok. Hasil pengujian kuat tekan untuk mutu beton rencana 30 MPa ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder.

Benda Uji	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )		Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	
	14 hari	28 hari		
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	1	208.2454	236.643	212.421
	2	180.5171	205.133	
	3	172.0288	195.487	
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	1	201.4548	228.926	295.803
	2	273.3221	310.593	
	3	306.1434	347.890	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	1	212.7725	241.787	266.223
	2	293.1280	333.100	
	3	196.9277	223.781	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1	237.6714	270.081	268.581
	2	234.8420	266.866	
	3	236.5396	268.795	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1	271.0586	308.021	279.298
	2	316.8952	360.108	
	3	149.3934	169.765	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1	203.1524	230.855	296.232
	2	248.9891	282.942	
	3	329.9105	374.898	

Keterangan:

A<sub>0</sub> = Tanpa Klem Selang.

A<sub>1</sub> = Jarak Klem Selang 12 cm.

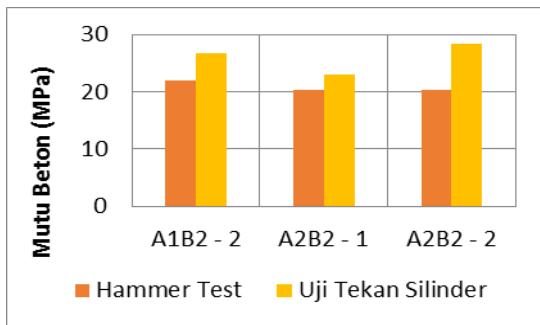
A<sub>2</sub> = Jarak Klem Selang 6 cm.

B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,96%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,5%.

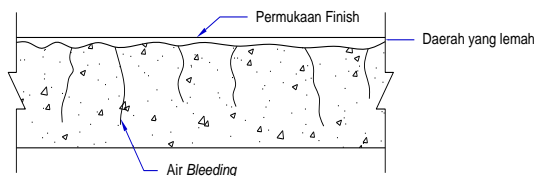
Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari rata-rata sebesar 269.760 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil dari pengujian kuat tekan silinder kemudian dibandingkan dengan hasil dari

*Hammer Test.* Pengujian dengan *Hammer Test* merupakan cara pengujian untuk mengetahui mutu beton tanpa harus merusak benda uji. Pengujian ini dilakukan pada balok A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>-2, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>-1, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>-2. Hasil perbandingan dari pengujian tekan dan *Hammer Test* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan hasil uji tekan silinder dan *Hammer Test*.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan dari kedua pengujian tersebut. Hal ini disebabkan metode perawatan yang berbeda antara benda uji silinder dan balok. Dan dari kedua hasil pengujian tidak didapatkan mutu beton yang sesuai dengan yang direncanakan dikarenakan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi, diantaranya adalah kurangnya kualitas bahan, banyak variasi pada hasil *Slump Test*, serta pemakaian *Vibrator* saat pengecoran yang terlalu lama dapat mengakibatkan *Bleeding*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 bagaimana terjadinya *Bleeding* pada benda uji balok.

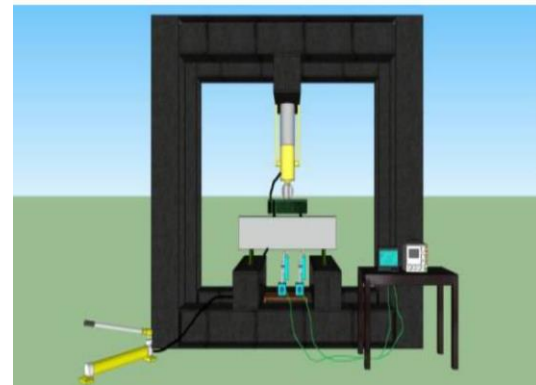


Gambar 9. *Bleeding* yang terjadi balok balok beton.

### Pengujian Kuat Lentur Balok

Pengujian kuat lentur balok ini digunakan untuk mengetahui berapa besar kapasitas beton dalam menahan

beban serta mengetahui bagaimana pengaruh variasi jarak kait dan rasio tulangan bambu terhadap kuat lentur balok balok bertulangan bambu. Benda uji balok diuji sebagai balok sederhana dengan tumpuan sendi dan *roll*. Pembacaan lendutan dilakukan dengan memasang LVDT.



Gambar 10. Pemodelan beban pada benda uji balok.

Hasil dari pengujian lentur balok beton ini salah satunya adalah berapa besar nilai beban maksimum yang dapat ditahan dengan berbagai variasi yang sudah direncanakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Beban Maksimum Balok Beton Bertulangan Bambu.

Benda Uji	Pmaks (kg)	Pmaks Rata-rata (kg)
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	1	5400
	2	5100
	3	6700
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	1	11500
	2	5900
	3	9000
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	1	6900
	2	8100
	3	6500
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1	7200
	2	5900
	3	6500
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1	6500
	2	6100
	3	6000
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1	6800
	2	8000
	3	9800



Keterangan:

A<sub>0</sub> = Tanpa Klem Selang.

A<sub>1</sub> = Jarak Klem Selang 12 cm.

A<sub>2</sub> = Jarak Klem Selang 6 cm.

B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,96%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,5%.

Hasil lain yang didapatkan dalam pengujian lentur balok beton adalah nilai lendutan yang terjadi. Hasil lendutan maksimum pada masing-masing benda uji balok ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Lendutan Maksimum Balok Beton Bertulangan Bambu

Benda Uji		Δ (mm) Titik 1	Δ (mm) Titik 2	Δ (mm) Rata-rata
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	1	-18.6	-27.33	-22.965
	2	-15.99	-24.2	-20.095
	3	-18.84	-25.54	-22.19
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	1	-66.83	-42.05	-54.44
	2	-34.72	-15.2	-24.96
	3	-28.36	-12.62	-20.49
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	1	-40.44	-23.59	-32.015
	2	-30.6	-15.21	-22.905
	3	-23.84	-12.63	-18.235
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1	-23.97	-14.27	-19.12
	2	-24.85	-13.76	-19.305
	3	-26.23	-11.56	-18.895
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1	-68.8	-16.87	-42.835
	2	-20.74	-11.16	-15.95
	3	-27.23	-25.35	-26.29
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1	-22.38	-10.7	-16.54
	2	-30.39	-21.11	-25.75
	3	-31.57	-14.58	-23.075

Keterangan:

A<sub>0</sub> = Tanpa Klem Selang.

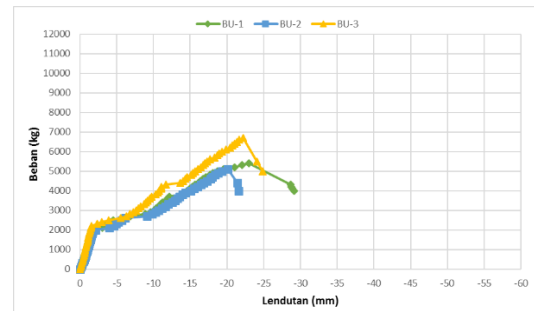
A<sub>1</sub> = Jarak Klem Selang 12 cm.

A<sub>2</sub> = Jarak Klem Selang 6 cm.

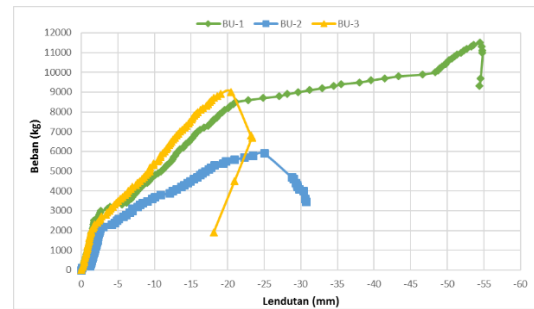
B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,96%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,5%.

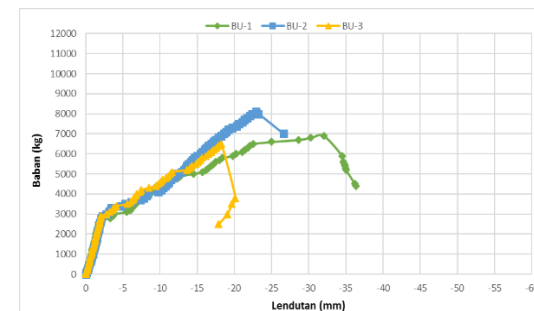
Keruntuhan yang terjadi pada setiap benda uji tidak sama. Hal ini dikarenakan beberapa faktor seperti mutu benda uji dan banyaknya terjadi selip pada setiap benda uji. Pengecoran yang berbeda menyebabkan porositas yang berbeda pada setiap benda uji. Grafik hubungan antara beban dan lendutan yang terjadi pada balok dapat dilihat pada Gambar 10.



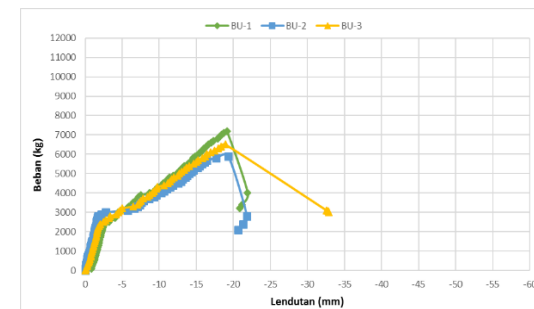
(a)



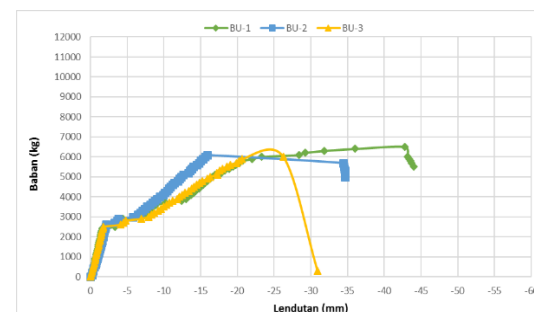
(b)



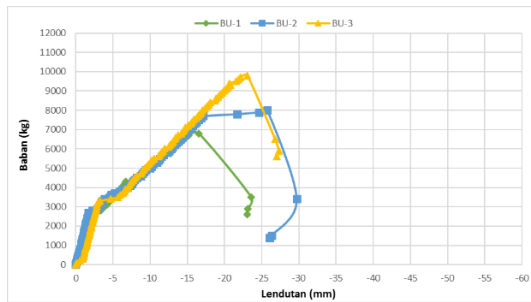
(c)



(d)



(e)

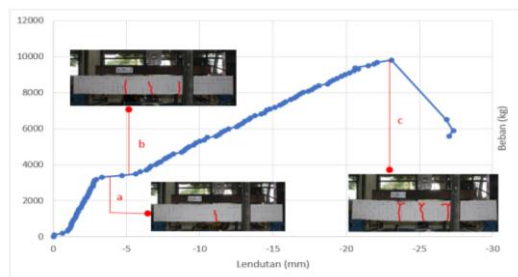


(f)

Gambar 10. Grafik hubungan beban dan lendutan (a) A<sub>0</sub>B<sub>1</sub>, (b) A<sub>0</sub>B<sub>2</sub>, (c) A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, (d) A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, (e) A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, (f) A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>.

### Pola Retak

Pengamatan pola retak dilakukan untuk mengetahui korelasi antara pola retak dengan beban maksimum yang dapat dipikul oleh balok. Korelasi pola retak dilakukan dengan mengelompokkan hasil pola retak seluruh benda uji menjadi sesuai dengan jarak klem selang dan besarnya rasio tulangan. Pengamatan ini juga bertujuan untuk mengetahui proses terjadinya retak dalam menentukan perilaku retak dan keruntuhan yang terjadi pada balok.



Gambar 11. Pola retak balok A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>-3.

### Tegangan Bambu

Keruntuhan pada balok beton bertulangan bambu dengan atau tanpa klem selang diasumsikan terjadinya selip antara tulangan beton pada uji kuat lentur balok. Asumsi diambil karena pada hasil uji kuat lentur tidak ada tulangan bambu yang mengalami kehancuran. Selip atau gelincir dapat dilihat saat bertambahnya retak secara terus menerus pada balok. Hasil dari perhitungan tegangan leleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tegangan Leleh

Benda Uji	Pull Out $\sigma$ (MPa)	Balok $\sigma$ (MPa)
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> - 1	29.0625	120.2778
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> - 2	121.2500	110.1104
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> - 3	17.5000	122.8699
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> - 1	73.8812	109.7458
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> - 2	38.4838	84.3873
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> - 3	96.6435	115.6616
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	39.9219	146.7019
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	58.2407	163.5424
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	47.0500	166.5817
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 1	88.3970	101.8036
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	140.1910	102.6127
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	107.6389	106.5073
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 1	79.0000	138.8465
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	40.5000	139.9761
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	48.3333	135.6309
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	125.5129	118.4629
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	88.7587	122.1526
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	67.3077	113.9043

Keterangan:

A<sub>0</sub> = Tanpa Klem Selang.

A<sub>1</sub> = Jarak Klem Selang 12 cm.

A<sub>2</sub> = Jarak Klem Selang 6 cm.

B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,96%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,5%.

Dari Tabel 5 diketahui bahwa benda uji tidak ada satupun yang melebihi nilai tegangan leleh penelitian sebelumnya yaitu sebesar 190 MPa. Jadi, dapat dipastikan bahwa keruntuhan balok bertulangan bambu diakibatkan oleh kehilangan lekatan antara tulangan dengan beton dan tulangan bambu masih belum mengalami leleh. Gambar 12 memperlihatkan terjadinya selip pada benda uji balok.



Gambar 12. Keruntuhan lekatan pada balok.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada jarak kait klem selang 6 cm ( $A_2$ ) diperoleh pertambahan kapasitas lentur yang lebih besar dibandingkan jarak kait klem selang dengan jarak 12 cm ( $A_1$ ) yaitu sebesar 15.53%. besar kapasitas beban yang dapat diterima oleh balok beton bertulangan bambu pada tulangan yang tidak dipasang kait klem selang ( $A_0$ ) rata-rata sebesar 2783.09 kg. Sedangkan pada tulangan bambu yang dipasang kait klem selang dengan jarak kait 12 cm ( $A_1$ ) rata-rata sebesar 3213.74 kg dan pada tulangan bambu yang dipasanga kait klem selang dengan jarak kait 6 cm ( $A_2$ ) sebesar rata-rata 3215.21 kg. Berdasarkan uji statistik dengan metode *Two-Way Anova* dan analisis regresi didapatkan adanya pengaruh yang signifikan dengan dipasangnya kait klem selang terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dan terdapat interaksi antara pemangan jarak kait klem selang dengan rasio tulangan.
2. Pada balok bertulangan bambu, retak awal yang terjadi adalah retak lentur baik pada balok yang tidak dipasang kait klem selang maupun yang dipasang kait klem selang. Pada peneltian ini balok bertulangan bambu memiliki dimensi yang cukup tinggi sehingga keruntuhan lekatan kemungkinan lebih besar akan terjadi. Perpindahan retak lentur menuju retak geser dipengaruhi oleh kecepatan penyebaran dan tegangan geser yang terjadi pada balok. Jumlah pemasangan kait klem selang yang lebih banyak, maka jumlah retak yang terjadi pada balok lebih banyak pula.

3. Hasil dari grafik hubungan interaksi antara beban yang diberikan pada balok (P) dengan lendutan ( $\Delta$ ) menunjukkan bahwa nilai hubungan beban dan lendutan memiliki perbedaan dikarenakan terdapat variasi dalam bahan penyusun beton yaitu jarak pemasangan kait klem selang serta rasio tulangan.

Dalam penelitian ini masih memiliki keterbatasan, diantaranya adalah keterbatasan dimensi balok dan jumlah benda uji. Dan juga terdapat kesalahan yang terjadi akibat pembuatan dan pengujian benda uji. Maka dari itu, untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa memperbaiki keterbatasan dan kesalahan pada penelitian ini agar dapat memperkecil peluang terjadinya data-data yang menyimpang (*outlier*) yang bisa mempengaruhi hasil dan analisis. Serta penggunaan ukuran diameter yang sama dengan variasi tulangan yang berbeda pada penelitian selanjutnya, diharapkan bisa lebih mengetahui bagaimana pengaruh kait klem selang terhadap tulangan bambu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arjiantoro, F., & Budi, A. S. (2014). Kajian Kuat Lentur dan Kuat Lekat Balok Beton Bertulangan Bambu Petung Polos. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*.
- Chiquita, Theadeira. (2016). Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Dewi, Sri Murni. (2005). Perilaku Pelat Lapis Komposit Bambu Spesi pada Beban In-plane dan Beban Lentur. *Disertasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

- Dewi, Sri Murni. (2010). Penggunaan Bambu untuk Infrastruktur. Surabaya: Seminar Nasional Teknik Sipil VI.
- Fintel, Mark. (1985). *Handbook of Concrete Engineering*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Ghavarni, K., (2005). *Bamboo As Reinforcement Instructural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, Elsevier, 27, pp. 637-649.
- Lestari, A. D. (2015). Pengaruh Penambahan Kait Pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu. *Jurnal Rekayasa Sipil./Volume 9*.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Nanda, K. P. (2016). Pengaruh Jarak Kait Terhadap Balok Beton Bertulangan Bambu dengan. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil./Volume 1 Nomor 2*.
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Setiawan, Ronny. (2016). Pengaruh Rasio Tulangan Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Setya Budi, A. s., & Sugiarto., (2013). *Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 24-26 Oktober 2013, S245-S252.
- SNI-03-2847-2002. (n.d.). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Beta Version.
- Suseno, W., 2001, Tinjauan Kuat Lekat Bambu Dalam Beton Untuk Perencanaan Bamboocrete, *Jurnal Teknik Sipil "SIPIL SOEPRA"*, volume 3 No.8, hal 66-76. Wibisono, Yusuf. (2009). *Metode Statistik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wang, C.K. & Salmon, C.G. (1986). *Disain Beton Bertulang*. Edisi IV. Terjemahan Binsar.