

**PENGARUH PEMAKAIAN KLEM SELANG TERHADAP BEBAN  
MAKSIMUM PADA SAMBUNGAN BALOK-KOLOM BETON  
BERTULANGAN BAMBU**

**NASKAH PUBLIKASI  
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**LUCKY YANUAR  
NIM. 135060101111005**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**

# **PENGARUH PEMAKAIAN KLEM SELANG TERHADAP BEBAN MAKSIMUM PADA SAMBUNGAN BALOK-KOLOM BETON BERTULANGAN BAMBU**

*(The Influence of Hose Clamps Hook with The maximum Load of Beam-Column's Connection of Bamboo Reinforced Concrete)*

Lucky Yanuar, Sri Murni Dewi, Devi Nuralinah

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

## **ABSTRAK**

Beton merupakan material utama yang digunakan dalam bidang konstruksi karena kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk dan perawatannya mudah. Dalam pelaksanaan dilapangan sering dikombinasikan dengan tulangan baja karena kuat tarik baja yang tinggi. Namun, tulangan baja merupakan material yang relatif mahal dan sumber daya alam tak terbarukan maka, diperlukan alternatif pengganti baja yaitu menggunakan tulangan bambu. Tulangan bambu memiliki kuat tarik tinggi yang mendekati baja namun kuat lekat pada bambu masih rendah. Kuat lekat pada bambu dapat diminimalisir dengan menggunakan kait dan pemberian lapisan kedap air. Dalam penelitian ini tulangan bambu diberikan klem selang sebagai kait dan cat serta sikadur sebagai lapisan kedap air. Dengan adanya penambahan klem selang diharapkan kapasitas beban maksimum pada tulangan bambu dapat meningkat. Penelitian ini menggunakan pengujian beban siklik. Benda uji sambungan balok-kolom berdimensi 18x25x160 cm pada kolom dan 25x18x75 cm pada balok. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh belum adanya pengaruh akibat penggunaan klem selang pada rasio tulangan kecil 0.76% terhadap peningkatan kapasitas beban maksimum sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu. Namun, pada rasio tulangan besar 1.21% penggunaan klem selang berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas beban maksimum pada sambungan balok kolom beton bertulangan bambu sebesar 14.21%.

**Kata Kunci:** sambungan balok-kolom bertulang bambu dengan kait, klem selang, beban maksimum, lendutan, pola retak.

## **ABSTRACT**

*Concrete is the main material used in construction because of its high compressive strength, easy to form and easy maintenance. In the field implementation is often combined with steel reinforcement due to high tensile strength of steel. However, steel reinforcement is a relatively expensive material and natural resources are not renewed then, it is necessary alternative to steel that is using bamboo reinforcement. Bamboo reinforcement has a high tensile strength approaching steel but strong adhesion to bamboo is still low. Strong attachment to bamboo can be minimized by using hooks and giving waterproof coating. In this study bamboo reinforcement is given hose clamps as hook and paint as well as sikadur as waterproof layer. With the addition of hose clamps it is expected that maximum load capacity on bamboo reinforcement can increase. This study uses cyclic load testing. The beam-column beam connection object is 18x25x160 cm in the column and 25x18x75 cm on the beam. Based on the result of the research, there is no influence due to the use of hose clamp at small reinforcement ratio 0.76% to increase the maximum load capacity of bamboo reinforced concrete-beam column connection. However, the large reinforcement ratio of 1.21% of hose clamps has an effect on the maximum load capacity on beam bamboo reinforced concrete beam joints of 14.21%.*

**Keywords:** bamboo reinforced beam-column connection with hook, hose clamp, maximum load, deflection, crack pattern.

## PENDAHULUAN

Dalam bidang konstruksi beton merupakan material utama yang masih digunakan, hal ini dikarenakan beton material yang memiliki kuat tekan tinggi, mudah dibentuk dan perawatan yang relatif mudah. Meskipun beton memiliki banyak keunggulan, namun beton juga memiliki kelemahan yaitu kuat tarik yang rendah. Oleh karena itu untuk memperoleh kuat tarik dan kuat tekan yang tinggi beton dikombinasikan dengan tulangan.

Penggunaan baja sebagai tulangan hingga sampai saat ini terus meningkat, perlu diketahui bahwa baja merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan baja secara bijak dan alternatif dalam menggantikan baja sebagai tulangan. Bambu dapat dijadikan material alternatif pengganti baja yang sudah banyak diteliti.

Penelitian bambu sebagai bahan pengganti baja sudah banyak dilakukan, hal ini dikarenakan banyak keunggulan dari tanaman yang tergolong dalam keluarga rumput-rumputan (*graminae*) ini, diantaranya laju pertumbuhan bambu yang cepat, harga relatif murah dan kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm<sup>2</sup>. Selain memiliki keunggulan, bambu juga memiliki kelemahan yaitu kuat lekat bambu dengan beton yang kurang baik di bandingkan dengan tulangan baja. Pada penelitian Dewi (2005) didapatkan kuat lekat bambu yang rendah dibandingkan dengan tulangan baja, hal ini dikarenakan sifat higroskopis pada bambu.

Penambahan kait pada bambu dapat meningkatkan kuat lekat bambu sampai 80.39% dan kapasitas beban maksimum hingga 32.05% dibuktikan pada penelitian Lestari(2015). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan penambahan klem selang dikarenakan pemasangan klem selang yang relatif mudah dibandingkan dengan pemberian tonjolan, takikan dan kait yang harus menggunakan lem sebagai

penyambungannya yang selama ini sering ditemukan permasalahan dalam pemasangan. Selain variasi pemakaian klem selang, juga ditambahkan variasi rasio tulangan untuk menguji pengaruh klem selang terhadap beban maksimum yang dihasilkan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian *eksperimental* ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Pengujian sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu dalam penelitian ini yaitu pengujian beban siklik. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan klem selang dan tidak menggunakan klem selang. Sedangkan untuk variabel terikat adalah beban maksimum, lendutan dan pola retak.

### Rancangan Penelitian

Mutu beton ( $f'c$ ) benda uji sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu ini sebesar 30 Mpa. Pengujian menggunakan alat uji tekan silinder. Ragam yang terdapat dalam penelitian ini melibatkan dua 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>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>1</sub> = Tanpa klem selang.

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

B<sub>1</sub> = Rasio Tulangan 0,76%.

B<sub>2</sub> = Rasio Tulangan 1,21%.

Pembutan benda uji yang sebanyak 14 buah termasuk benda uji kontrol (tanpa klem selang). Pengujian beban berulang atau beban siklik dilakukan ketika benda uji sambungan balok-kolom mencapai 28

hari dan pengujian tekan silinder saat mencapai 14 hari.

### Klem Selang

Klem selang yang digunakan dalam penelitian memiliki dimensi berbeda. Dimensi 3/4" untuk tulangan dengan rasio 1,2x12 cm (0,76%) dan 7/8" untuk tulangan dengan rasio 1,5x1,5 cm (1,21%). Ukuran kait klem selang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Ukuran kait klem selang.

### Tulangan Bambu

Jenis bambu yang digunakan sebagai tulangan adalah bambu petung kota malang. Bambu yang sudah sesuai dimensi rencana diberi lapisan cat kayu kemudian dikeringkan. Diatas lapisan cat bambu kembali diberi lapisan sikadur 31CF dan dilanjutkan penaburan pasir pada permukaan bambu.



Gambar 2. Hasil pemberian lapisan pada tulangan bambu.

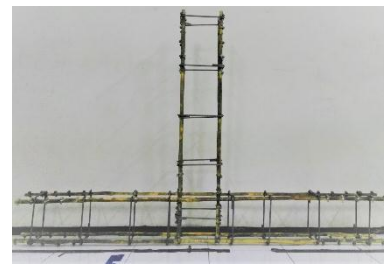
Pengujian beban siklik yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan pada dua variasi tulangan. Tulangan bambu tanpa klem selang (A<sub>1</sub>), dan tulangan bambu dengan jarak 6 cm (A<sub>2</sub>).



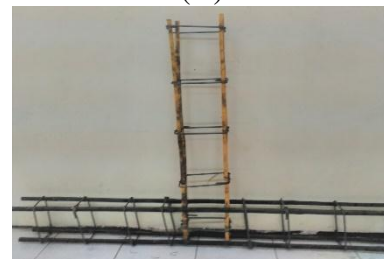
Gambar 3. Variasi tulangan bambu.

### Balok Bertulangan Bambu

Benda uji sambungan balok-kolom memiliki dimensi 18 x 25 x 160 cm pada kolom dan 25 x 18 x 75 cm pada balok. Dengan menggunakan tulangan bagi atau sengkang jarak pemasangan 200 mm dan menggunakan baja polos dimensi 6 mm. klem selang dipasang di kedua ujung tulangan berjumlah masing-masing 5 buah.



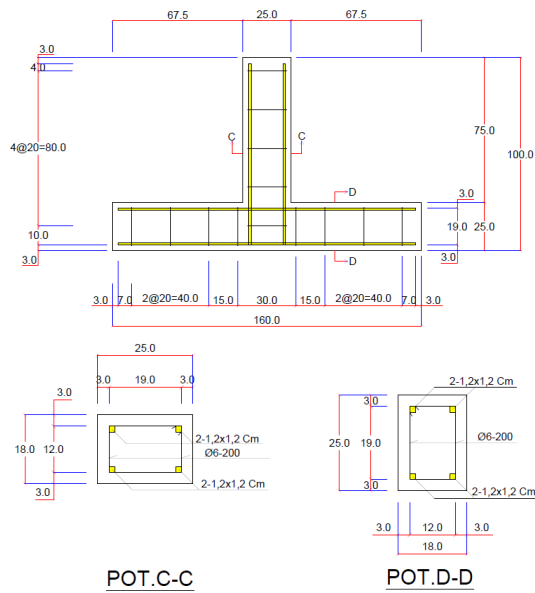
(A)



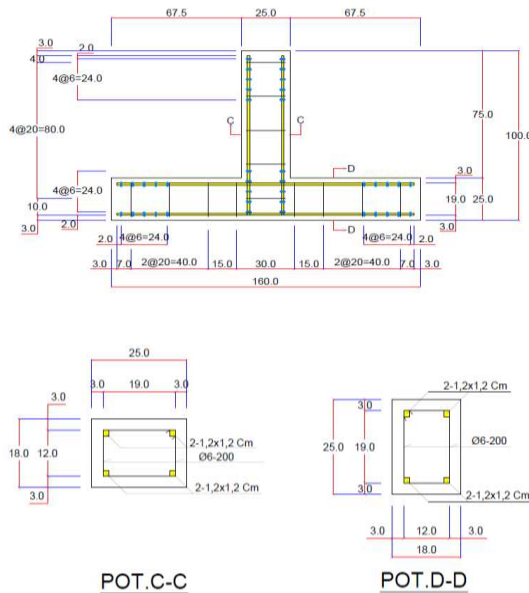
(B)

Gambar 4. (A)Pemasangan tulangan dengan klem selang (B) Pemasangan tulangan tanpa klem selang.

Gambar 7 menjelaskan contoh rancangan benda uji sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu.



(a)



(b)

Gambar 7. Rancangan benda uji balok (a) A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> - 1 (Tanpa klem) (b) A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> - 1 (Dengan klem selang).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Kuat Tekan Silinder

Pengujian tekan bertujuan untuk mendapatkan karakteristik campuran beton atau mutu beton pada umur 14 hari. Benda uji silinder ini memiliki tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder.

Benda Uji	f' <sub>c</sub> Mpa	Rata-rata f' <sub>c</sub> Mpa
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	26.776	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	23.031	28.486
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	35.651	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	34.066	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	30.558	33.481
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	35.820	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 1	34.010	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	33.670	33.387
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	34.632	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 4	31.237	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 1	34.915	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	34.123	29.384
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	29.539	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 4	18.957	

Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton karakteristik pada umur 14 hari rata-rata sebesar 31.213 Mpa, sedangkan mutu beton yang direncanakan sebesar 31.213 Mpa. Pada Tabel 2 terlihat benda uji A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> - 4 nilai kuat tekan sangat rendah hanya 18.95 Mpa. Hal ini dikarenakan benda uji silinder tidak sepenuhnya terisi campuran beton dikarenakan tusukan yang dilakukan tidak maksimal sehingga terdapat rongga udara dalam beton dan terjadi keropos.

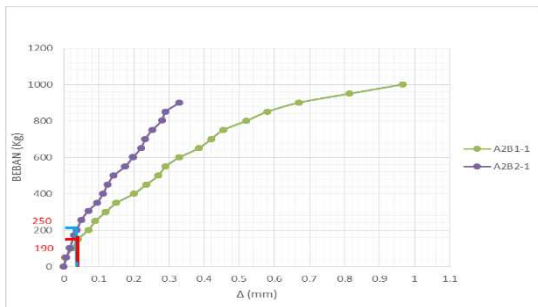
### Pengujian Beban Lateral Satu Arah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui batas elastis dari benda uji untuk dapat menentukan pembebanan pada pengujian beban siklik. Benda uji sambungan balok-kolom diuji dengan tumpuan jepit-bebas. Pembacaan lendutan dilakukan dengan memasang LVDT.



Gambar 6. Pemodelan beban Lateral Satu Arah.

Pengujian beban lateral Satu Arah dilakukan pada benda uji  $A_2B_1 - 1$  dan  $A_2B_2 - 1$ . Selain batas elastis dari benda uji hasil lain dari pengujian ini adalah besar nilai beban maksimum.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian beban lateral satu arah.

Pada gambar 6 dapat dilihat batas elastis benda uji  $A_2B_1 - 1$  sebesar 190 kg dan  $A_2B_2 - 1$  sebesar 250 kg, sehingga dari hasil pengujian diambil batas elastis sebesar 200 kg.

### Pengujian Lentur Sambungan Balok-Kolom Bertulangan Bambu

Pengujian Lentur pada sambungan balok-kolom menggunakan pembeban berulang atau siklik. Dimana benda uji dimodelkan terjepit pada kolom dengan ujung bebas.



Gambar 8. Pemodelan beban lateral dua arah.

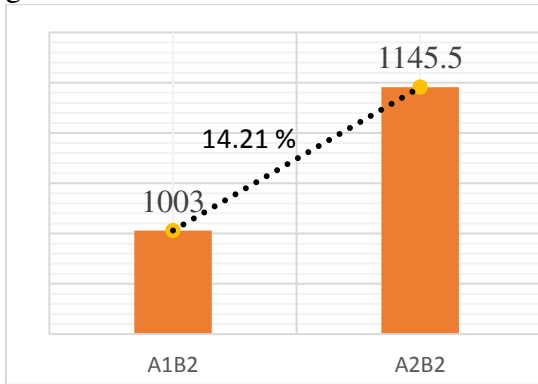
Pengujian siklik menggunakan 3 LVDT, dan 2 loadcell. Pembebanan yang dilakukan meliputi beban 200 kg, -200 kg, 400kg, -400 kg dan  $P_{maks}$  serta pembacaan setiap interval 50kg. Nilai beban maksimum yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Beban maksimum

Benda Uji	$P_{maks}$ (Kg)	Rata- Rata $P_{maks}$ (Kg)
$A_1B_1 - 1$	1050	
$A_1B_1 - 2$	1004	928.000
$A_1B_1 - 3$	730	
$A_1B_2 - 1$	1301	
$A_1B_2 - 2$	1005	1102.333
$A_1B_2 - 3$	1001	
$A_2B_1 - 2$	864	
$A_2B_1 - 3$	683	849.000
$A_2B_1 - 4$	1000	
$A_2B_2 - 2$	1140	
$A_2B_2 - 3$	900	1063.667
$A_2B_2 - 4$	1151	

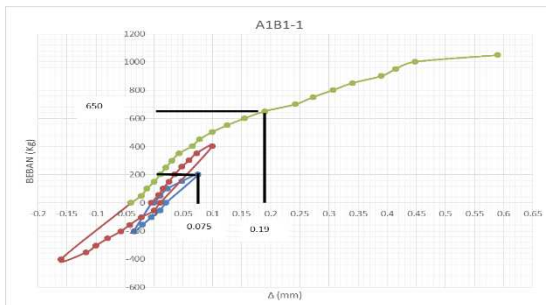
Dari hasil pengujian didapatkan beban maksimum pada benda uji  $A_1B_1$  rata-rata 928 Kg dan benda uji  $A_2B_1$  rata rata 849 kg. Maka dapat disimpulkan bahwa belum terjadi peningkatan beban maksimum akibat penggunaan klem selang ( $A_1$ ) pada rasio tulangan 0.76% ( $B_1$ ). Pada tabel 3 dapat dilihat nilai beban maksimum benda uji  $A_1B_2 - 1$  dan  $A_2B_2 - 3$  mengalami perbedaan nilai beban maksimum dibandingkan dua data lain, hal ini akan sangat berpengaruh terhadap nilai rata-rata karena nilai kedua data tersebut menyimpang. Oleh karena itu, jika data tersebut tidak digunakan maka terjadi peningkatan beban maksimum akibat penggunaan klem selang pada rasio

tulangan 1.21% (B2) sebesar 14.21%. peningkatan beban maksimum benda uji dengan klem selang (A2) pada rasio tulangan 1.21% (B2) dapat dilihat pada gambar 9.

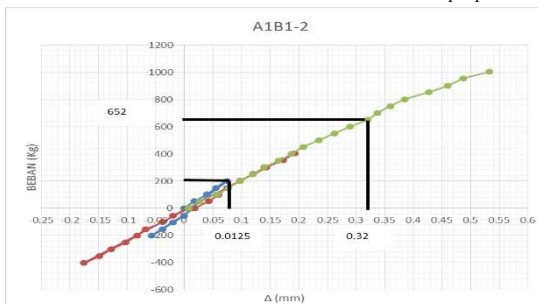


Gambar 9. Peningkatan beban maksimum pada rasio tulangan 1.21%.

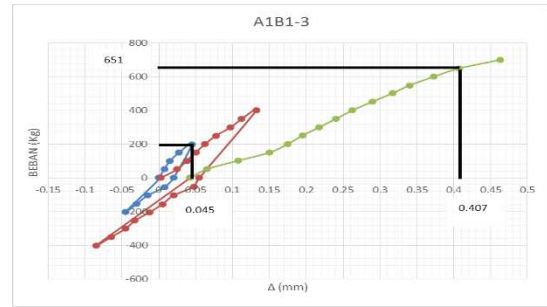
Selain beban maksimum, hasil lain yang di dapatkan dalam pengujian siklik adalah lendutan maksimum benda uji sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu.



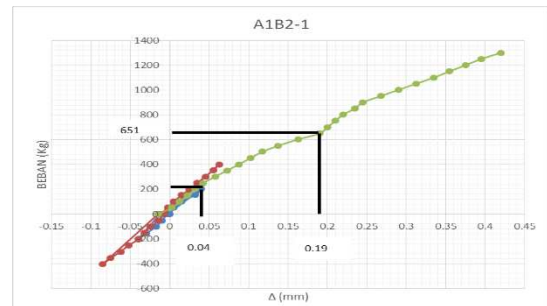
Gambar 10. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> - 1



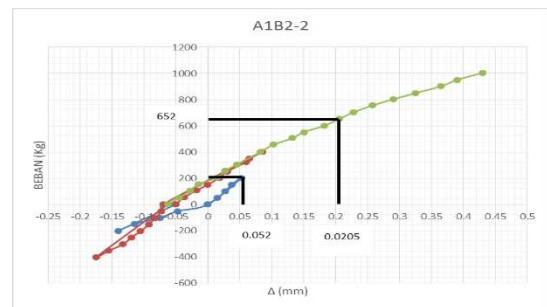
Gambar 11. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> - 2



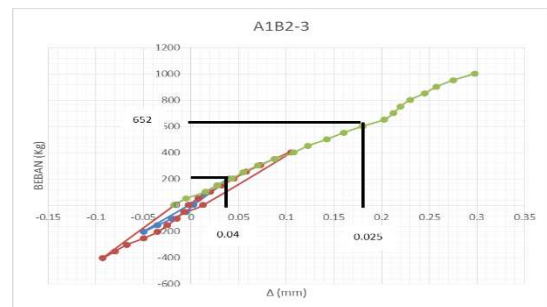
Gambar 12. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> - 3



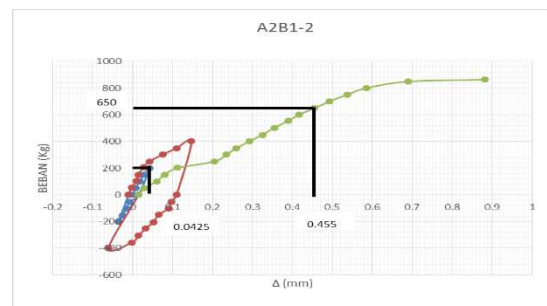
Gambar 13. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> - 1



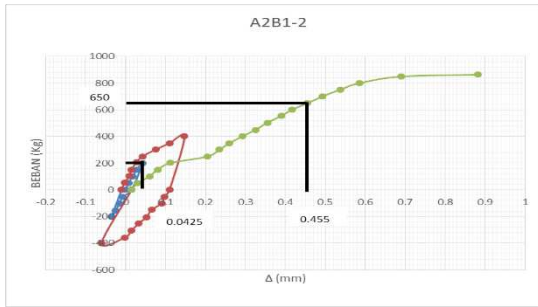
Gambar 14. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> - 2



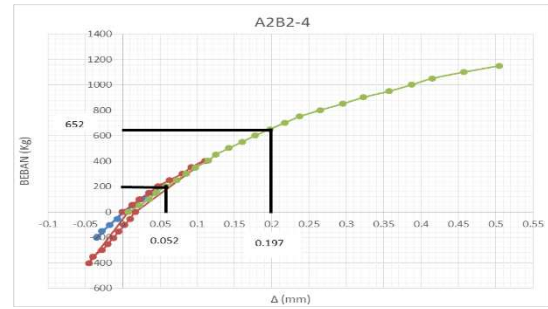
Gambar 15. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> - 3



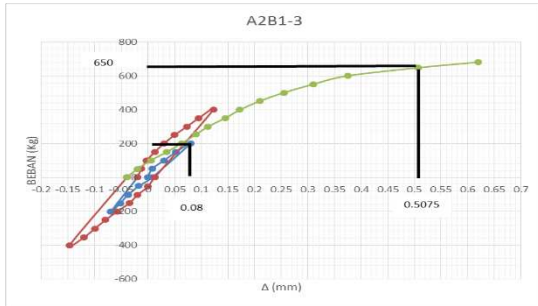
Gambar 16. Beban dan lendutan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> - 3



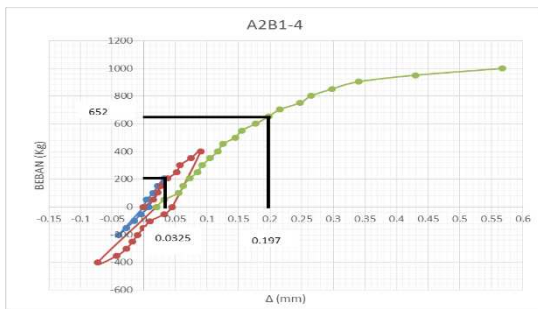
Gambar 17. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> - 2



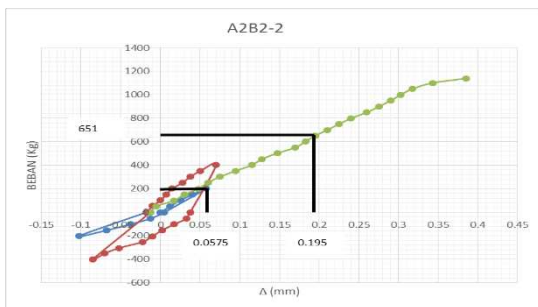
Gambar 22. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> - 4



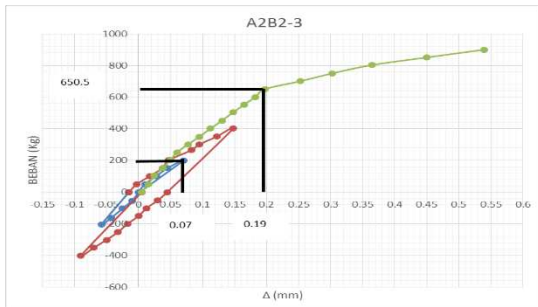
Gambar 18. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> - 3



Gambar 19. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> - 4



Gambar 20. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> - 2



Gambar 21. Beban dan lendutan A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> - 3

Pada gambar 10 sampai gambar 22 adalah grafik hubungan beban dan lendutan yang terjadi pada benda uji. Lendutan maksimum yang diambil dalam pengujian ini ketika benda uji mengalami pembebanan 650 kg. Hal ini dikarenakan lendutan maksimum yang dihasilkan nilainya sangat beragam.

Tabel 4. Lendutan maksimum

BENDA UJI	ΔLENTUR		RATA- RATA (mm)	RATA- RATA (mm)
	Δ <sub>1</sub> (mm)	Δ <sub>2</sub> (mm)		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	0.660	0.520	0.590	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	0.650	0.415	0.533	0.575
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	0.625	0.580	0.603	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	0.460	0.380	0.420	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.410	0.450	0.430	0.383
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.365	0.230	0.298	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	0.895	0.870	0.883	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	0.740	0.500	0.620	0.690
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 4	0.620	0.515	0.568	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.500	0.270	0.385	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.550	0.530	0.540	0.477
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 4	0.470	0.540	0.505	

Tabel 5. Lendutan maksimum 650kg

BENDA UJI	ΔLENTUR		RATA- RATA (mm)	RATA- RATA (mm)
	Δ <sub>1</sub> (mm)	Δ <sub>2</sub> (mm)		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	0.280	0.100	0.190	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	0.410	0.230	0.320	0.306
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	0.475	0.340	0.408	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	0.170	0.210	0.190	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.210	0.200	0.205	0.199
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.205	0.200	0.203	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	0.470	0.440	0.455	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	0.540	0.475	0.508	0.387
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 4	0.210	0.185	0.198	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.250	0.140	0.195	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.195	0.200	0.198	0.197
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 4	0.195	0.200	0.198	



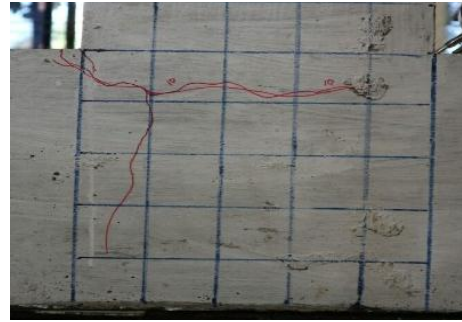
Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan grafik yang hampir sama. Hasil lendutan pada beban 650 menunjukkan penggunaan klem selang (A2) pada rasio tulangan 0.76% (B2) belum berpengaruh terhadap lendutan yang dihasilkan, benda uji  $A_2B_1$  mengalami lendutan yang lebih besar dibandingkan  $A_1B_1$ . Hal ini dikarenakan klem selang yang dipasangkan pada rasio tulangan 0.76 % tidak berpengaruh. Klem selang tidak melekat secara sempurna dan gaya yang bekerja ditulangan relatif masih kecil sehingga tulangan belum membutuhkan klem selang akibatnya klem selang merusak tulangan. Sedangkan dapat dilihat pada tabel 5 penggunaan klem selang pada rasio tulangan 1.21% (B2) berpengaruh terhadap lendutan namun belum signifikan. Hal ini dikarenakan klem selang melekat secara sempurna, klem selang mampu menahan lendutan secara perlahan dengan melepaskan ikatan klem selang dengan beton tanpa merusak tulangan bambu dan gaya yang bekerja pada tulangan besar sehingga membutuhkan penggunaan klem selang untuk menahan gaya yang terjadi.

### Pola Retak

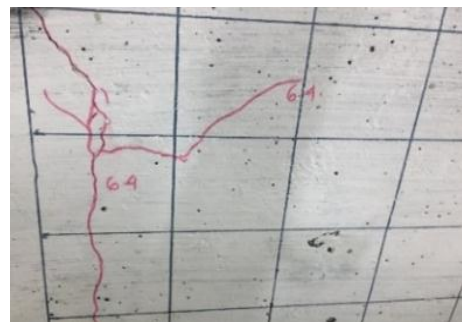
Pengamatan pola retak bertujuan untuk melihat korelasi antara beban maksimum dan pola retak serta proses terjadinya retak. Selain itu dalam pengamatan pola retak juga didapatkan panjang, jumlah dan lebar retak, Untuk mempermudah dalam pengamatan dilakukan penggambaran *grid* berdimensi 5 x 5 cm pada setiap benda uji.



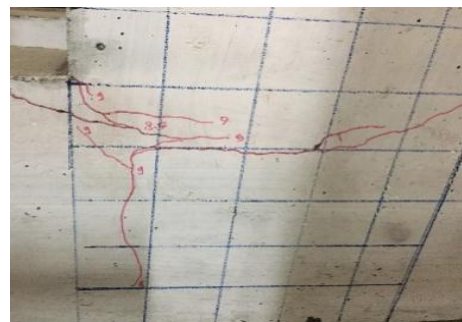
Gambar 11. Pola retak balok  $A_1B_1$ -1.



Gambar 11. Pola retak balok  $A_1B_2$ -1.



Gambar 11. Pola retak balok  $A_2B_1$ -3



Gambar 11. Pola retak balok  $A_2B_2$ -3

Pola retak benda uji dalam penelitian ini hanya dapat diamati kasat mata pada saat pembebanan maksimum, hal ini dikarenakan selama mengalami pembebanan secara bertahap. Retak benda uji terjadi didalam beton dan beban yang diberikan secara berulang sehingga memungkinkan benda uji mengalami penurunan pada saat pergantian beban dari positif ke beban negatif. Pola retak yang terjadi pada sambungan balok-kolom diawali dengan adanya retak lentur dan merambat ke daerah lain dan terjadi retak geser, seiring dengan beban yang diberikan akan terbentuk panjang dan lebar retak yang berbeda beda.

Tabel 5. Jumlah retak

BENDA UJI	Jumlah retak		
	Depan	Belakang	Samping
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	3	3	1
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	3	1	1
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	2	3	1
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	2	2	1
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	3	2	1
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	1	1	1
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	5	3	3
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	4	2	2
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 4	5	2	2
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	2	1	1
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	5	3	1
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 4	3	2	2

Tabel 5. Panjang dan Lebar retak

BENDA UJI	Lebar retak (mm)		Panjang (cm)	Rata-rata (cm)
	Depan	Belakang		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 1	0.108	0.703	58.5	57.533
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 2	0.633	0.468	57.4	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> - 3	1.566	0.48	56.7	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 1	0.732	1.128	62.4	65.767
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.324	0.613	67.2	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.389	0.558	67.7	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 2	1.031	1.431	60	56.867
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 3	0.316	0.503	48.5	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> - 4	1.581	0.975	62.1	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 2	0.457	0.449	62.2	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 3	0.525	0.839	60.5	62.200
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> - 4	1.089	0.665	63.9	

Dari tabel penggunaan klem selang berpengaruh terhadap jumlah retak dan panjang retak yang dihasilkan oleh benda uji. Benda uji yang menggunakan klem selang (A2) memiliki jumlah retak yang lebih banyak namun panjang retak yang dihasilkan relatif rendah. Sedangkan, jumlah retak pada benda uji yang tidak menggunakan klem selang (A1) lebih sedikit tetapi panjang retak yang dihasilkan relative lebih tinggi. Maka dapat disimpulkan benda uji yang menggunakan klem selang (A2) memiliki kualitas lebih baik hal ini dikarenakan klem selang bekerja secara maksimal dengan menahan beban lebih awal sebelum tulangan bambu menahan beban.

## UJI HIPOTESIS

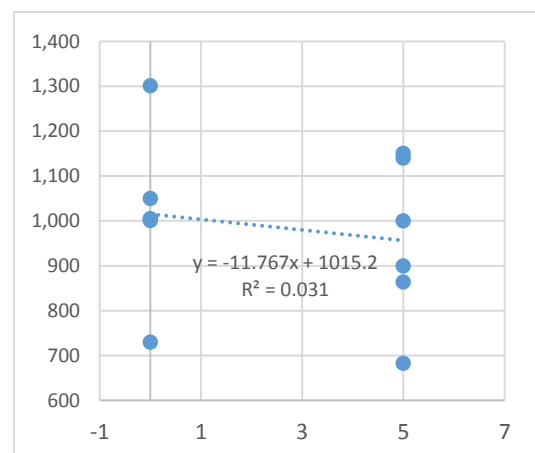
Dalam penelitian ini dilakukan uji hipotesis untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan klem selang dan interaksi dengan rasio tulangan. Metode yang digunakan dalam hipotesis meliputi *Two-way* ANOVA dan Regresi.

### 1. Metode *Two-way* ANOVA

Dari hasil metode *two-way* ANOVA saat beban maksimum didapatkan  $F_1 = 4.33 < 5.32$  maka  $H_0$  diterima dan disimpulkan belum ada pengaruh yang signifikan variasi rasio tulangan pada beban maksimum sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu dengan klem selang,  $F_2 = 0.40 < 5.32$  maka  $H_0$  diterima dan disimpulkan belum ada pengaruh yang signifikan penggunaan klem selang pada beban maksimum sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu dengan klem selang,  $F_3 = 0.05 < 5.32$  maka  $H_0$  diterima dan disimpulkan bahwa belum ada interaksi antara variasi rasio tulangan dan penggunaan klem selang pada sambungan balok-kolom beton bertulangan bambu dengan klem selang.

### 2. Metode Analisis Regresi

Dari hasil analisis regresi linier didapatkan pada saat beban maksimum persamaan regresi adalah  $Y = 1015.2 - 11.767X$ .



Gambar 11. Grafik pengaruh Penggunaan Klem selang

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan klem selang belum berpengaruh terhadap beban maksimum.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada rasio tulangan kecil 0.76% (B1) penggunaan klem selang belum berpengaruh terhadap kapasitas beban maksimum. Sedangkan, pada rasio tulangan besar 1.21 % (B2) penggunaan klem selang berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas beban maksimum sebesar 14.21%. Namun, berdasarkan uji statistik dengan metode *two-way* ANOVA dan analisis regresi didapatkan belum adanya pengaruh dengan dipasangnya klem selang terhadap kapasitas beban maksimum, hal ini dikarenakan benda uji yang digunakan jumlahnya sedikit dan koefisien variasi benda uji relatif besar.
2. Pada rasio tulangan kecil 0.76% (B1) penggunaan klem selang belum berpengaruh terhadap lendutan yang mampu dipikul, sedangkan pada rasio tulangan besar 1.21% (B2) penggunaan klem selang berpengaruh terhadap lendutan yang dipikul. Pada benda uji tanpa klem selang (A1) rasio tulangan besar 1.2% (B2) rata-rata 0.197 mm dibandingkan pada benda uji tanpa klem selang (A1) rasio tulangan besar 1.21% (B2) rata-rata 0.199 mm.
3. Pola retak yang terjadi pada semua benda uji diawali dengan adanya retak lentur. Retak lentur merambat ke daerah lain dan membentuk retak geser. Pada benda uji menggunakan klem selang (A2) jumlah retak relatif banyak namun pendek dibandingkan dengan benda uji tanpa klem selang (A1) dimana jumlah retak relatif sedikit namun panjang.

Dalam penelitian ini masih memiliki keterbatasan, diantaranya adalah keterbatasan jumlah benda uji dan pembuatan benda uji mengalami permasalahan dalam pemasangan sambungan tulangan balok dan kolom. Oleh karena itu, perlu diperhatikan dalam penentuan dimensi tulangan kolom dan balok. Selain itu dalam pengujian siklik harus diperhatikan prosedur kerja dan kinerja alat karena pembebanan dilakukan secara berulang memungkinkan benda uji mengalami penurunan kekuatan apabila terjadi kesalahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Ghavami, 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.

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.