

# KAPASITAS AKSIAL-LENTUR KOLOM BERTULANGAN BAMBU WULUNG DENGAN TAKIKAN TIDAK SEJAJAR

Budhi Triyana<sup>1)</sup>, Agus Setyabudi<sup>2)</sup>, Antonius Mediyanto<sup>3)</sup>

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

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

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 Telp: 0271-634524.

Email : budhitriyana@yahoo.com

## Abstract

*Residential development due to the rapid population constantly increases, triggering the prices of building materials, especially steel concrete reinforcing growing up and experiencing scarcity, making it very burdensome to lower middle class society. To overcome this, then look for a new alternative materials as a substitute for steel reinforcement is using a reinforcement of bamboo slats. This study aims to determine the axial-flexural capacity of concrete columns reinforced wulung bamboo with parallel notches when compared to axial-flexural capacity of concrete columns steel reinforced and axial-flexural capacity of the columns without reinforcement.*

*This study uses an experimental method with a total of 7 samples objects. The experimental thing used in this research is a concrete block measuring 150 x 150 x 1500 mm. The two columns using plain steel reinforcement, two columns not using any reinforcement and three others using plain wulung bamboo not parallel notches. The quality of concrete is planned  $f_c' = 15$  MPa. Bending test performed at 28 days with third-point loading method. Testing is done by testing the axial-flexural capacity of the column using a loading frame, the eccentricity of the axial load of 200 mm from the axis of the column.*

*Based on the test results, the average value of the maximum axial load of the column reinforcement wulung bamboo not parallel notches is 22,833 N. The Average value of the maximum flexural capacity of the column reinforcement wulung bamboo not parallel notches is 4,921,567 N.mm. The average value of the maximum axial load of the steel reinforcement column is 36,500 N. The Average value of the maximum flexural capacity of the steel reinforcement column is 8,132,600 N.mm. The average value of the maximum axial load of unreinforced column is 10,750 N. The Average value of the maximum flexural capacity of unreinforced column is 2,157,955 N.mm. Based on the value of the maximum flexural capacity, the concrete columns reinforcement wulung bamboo not parallel notches can increase the flexural capacity of the column about 56.153 % when compared with unreinforced concrete columns.*

**Key words:** bamboo, column, axial, flexural, reinforced.

## Abstrak

Semakin pesatnya pembangunan pemukiman akibat penduduk yang terus-menerus bertambah, memicu harga bahan bangunan terutama baja tulangan beton semakin naik dan mengalami kelangkaan, sehingga sangat memberatkan masyarakat kalangan menengah ke bawah. Mengatasi hal tersebut, maka dicari bahan alternatif baru sebagai pengganti tulangan baja pada beton diantaranya adalah menggunakan tulangan dari bilah bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar kapasitas aksial-lentur kolom beton bertulangan bambu wulung dengan takikan tidak sejajar bila dibandingkan dengan kapasitas aksial-lentur kolom bertulangan baja dan kapasitas aksial-lentur kolom tanpa tulangan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 7 buah. Benda uji yang digunakan adalah kolom beton berukuran 150 x 150 x 1500 mm. Dua kolom menggunakan tulangan baja, dua kolom tanpa tulangan dan tiga kolom menggunakan tulangan bambu wulung takikan tidak sejajar. Mutu beton yang direncanakan adalah  $f_c' = 15$  MPa. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian yang dilakukan dengan menguji kapasitas aksial-lentur kolom menggunakan alat *loading frame*, dengan eksentrisitas beban aksial 200 mm dari sumbu kolom.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai rerata beban aksial maksimum kolom bertulangan bambu wulung takikan sejajar sebesar 22.833 N. Nilai rerata kapasitas lentur maksimum kolom bertulangan bambu wulung takikan tidak sejajar sebesar 4.921.567 N.mm. Nilai rerata beban aksial maksimum kolom bertulangan baja sebesar 36.500 N. Nilai rerata kapasitas lentur maksimum kolom bertulangan baja sebesar 8.132.600 N.mm. Nilai rerata beban aksial maksimum kolom tanpa tulangan sebesar 10.750 N. Nilai rerata kapasitas lentur maksimum kolom tanpa tulangan sebesar 2.157.955 N.mm. Berdasarkan nilai kapasitas lentur maksimum, kolom beton bertulangan bambu wulung takikan tidak sejajar dapat meningkatkan kapasitas lentur kolom sekitar 56,153 % bila dibandingkan dengan kolom beton tanpa tulangan.

**Kata kunci:** bambu, kolom, aksial, lentur, tulangan

## PENDAHULUAN

Pesatnya pembangunan tersebut memicu harga-harga bahan bangunan terutama baja tulangan beton semakin naik dan mengalami kelangkaan karena semakin menurunnya ketersediaan bahan bijih besi di alam. Bahan bijih besi merupakan sumber daya alam yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui, sehingga lama kelamaan bahan



Kuat tekan sejajar serat merupakan kemampuan benda untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang cenderung memperpendek atau menekan bagian-bagian benda secara bersama-sama. Pengujian kuat tekan sejajar serat bambu berdasarkan prosedur ISO 3132-1975.

$$\sigma_{tk//} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots(5)$$

Ket:  $\sigma_{tk//}$  = Kuat tekan sejajar serat (MPa)  $P_{maks}$  = Gaya tekan maksimal bambu (N)  
 $A$  = tebal x lebar = luas bidang yang tertekan (mm<sup>2</sup>)

**Kuat tarik sejajar serat**

Kuat tarik merupakan ketahanan suatu benda menahan gaya luar yang berupa gaya tarik yang bekerja pada benda tersebut. Pengujian kuat tarik sejajar serat bambu berdasarkan prosedur ISO 3346-1975.

$$\sigma_{tr//} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots(6)$$

Ket:  $\sigma_{tr//}$  = Kuat tarik sejajar serat (MPa)  $P_{maks}$  = Gaya tarik maksimal bambu (N)  
 $A$  = tebal x lebar = luas bidang yang tertarik (mm<sup>2</sup>)

**Modulus of Rupture (MOR) dan Modulus of Elasticity (MOE)**

MOE merupakan ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan lentur tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap. MOR adalah tegangan pada batas patah yang merupakan ukuran kekuatan suatu bahan pada saat menerima beban maksimum yang menyebabkan terjadinya kerusakan. Pengujian MOR dan MOE bambu berdasarkan prosedur ISO 3133-1975 dan ISO 3349-1975.

$$MOR = \frac{3P_{maks}L}{2bt^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$MOE = \frac{PL^3}{4bt^3\delta} \dots\dots\dots(8)$$

Ket: MOR = Modulus lentur bambu (MPa) MOE = Modulus elastisitas bambu (MPa)  
 $P_{maks}$  = Beban maksimum (N) L = Panjang (mm)  
 $b$  = Lebar bambu (mm) t = Tebal bambu (mm)  
 $\delta$  = Lendutan proporsional (mm)

**Kolom**

**Kolom pendek dengan beban sentris**

Kolom dengan beban sentris mengalami gaya aksial dan tidak mengalami momen lentur. Kapasitas beban sentris maksimum diperoleh dengan menambah kontribusi beton yaitu  $(A_g - A_{st}) \cdot 0,85 \cdot f_c'$  dan kontribusi baja tulangan yaitu  $A_{st} \cdot f_y$ . Kapasitas beban sentris maksimum ( $P_o$ ) dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 9.

$$P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots(9)$$

Ket:  $P_o$  = Kuat beban aksial nominal (N)  $f_c'$  = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)  
 $A_g$  =  $(b \cdot xh)$  = Luas bruto penampang (mm<sup>2</sup>)  $A_{st}$  =  $(A_s + A_s')$  = Luas total tulangan (mm<sup>2</sup>)  
 $f_y$  = Tegangan leleh tulangan yang disyaratkan (MPa)

Batas eksentrisitas minimal ( $e_{min}$ ) untuk kolom sengkang dalam arah tegak lurus sumbu lentur adalah 10% ( $e_{min} = 10\% \cdot h$ ) dari tebal kolom dan 5% untuk kolom bulat ( $e_{min} = 5\% \cdot h$ ) (Edward G. Nawy, 1998).

**Kolom pendek dengan beban eksentris**

Kolom yang menahan beban eksentris mengakibatkan baja pada sisi yang tertarik akan mengalami tarik dengan garis netral dianggap kurang dari tinggi efektif penampang ( $d$ ). Berdasarkan regangan yang terjadi pada baja tulangan yang tertarik, kondisi awal keruntuhan digolongkan menjadi dua yaitu:

- Keruntuhan tarik diawali dengan luluhnya tulangan tarik dimana  $P_n < P_{nb}$ .
- Keruntuhan tekan diawali dengan kehancuran beton dimana  $P_n > P_{nb}$ .

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_s \dots\dots\dots(10)$$

$$M_n = P_n \cdot e = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot (\bar{y} - \frac{a}{2}) + A_s' \cdot f_s' \cdot (\bar{y} - d') + A_s \cdot f_s \cdot (d - \bar{y}) \dots\dots\dots(11)$$

**Ragam keruntuhan kolom**

**Keruntuhan balance ( $P_n = P_{nb}$ )**

Kondisi keruntuhan seimbang (balance) tercapai apabila baja tulangan tarik mengalami regangan leleh ( $\epsilon_s = \epsilon_y$ ), dan pada saat itu pula beton mengalami regangan batasnya/mengalami regangan hancur ( $\epsilon_s = 0,003$ ). Berdasarkan segitiga regangan yang sebangun, dapat diperoleh persamaan tinggi garis netral pada kondisi seimbang (balance)  $c_b$  yaitu :

$$c_b = \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \cdot d \quad \dots\dots\dots(12)$$

Kapasitas penampang:

$$P_{nb} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_y \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$M_{nb} = P_{nb} \cdot e_b = 0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b \cdot \left( y - \frac{a_b}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' \cdot (y - d') + A_s \cdot f_y \cdot (d - y) \quad \dots\dots\dots(14)$$

**Keruntuhan tarik ( $P_n \leq P_{nb}$ )**

Keruntuhan tarik terjadi pada kondisi eksentrisitas yang besar dengan lelehnya tulangan baja di daerah tarik dengan ditandai  $P_n < P_{nb}$  yang berarti juga  $c < c_b$  atau  $\epsilon_s > \epsilon_y$ . Bila tulangan tekan belum leleh, digunakan cara coba-coba dengan  $c < c_b$ . Apabila tulangan tekan diasumsikan telah leleh dan  $A_s' = A_s$  dan bila  $e$  diketahui, maka  $P_n$  dapat dicari:

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[ \left( \frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left( \frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2A_s \cdot f_y \cdot (d - d')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}} \right] \quad \dots\dots\dots(15)$$

Dalam mempermudah penghitungan, persamaan tersebut disederhanakan :

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[ K_e + \sqrt{K_e^2 + K_s} \right] \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$K_e = \frac{h}{2} - e \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$K_s = \frac{2 \sum A_s f_y (d - d')}{0,85 f_c' b} \quad \dots\dots\dots(18)$$

**Keruntuhan tekan ( $P_n \geq P_{nb}$ )**

Keruntuhan tekan adalah keruntuhan yang diawali dengan runtuhnya beton yang tertekan. Eksentrisitas gaya normal yang terjadi lebih kecil dari pada eksentrisitas balance ( $e < e_b$ ), dan beban  $P_n$  melampaui kekuatan berimbang  $P_{nb}$  ( $P_n > P_{nb}$ ). Penyelesaian pendekatan dalam kasus seperti ini digunakan prosedur yang diusulkan whitney, yaitu:

$$P_n = \frac{A_s' f_y}{\left( \frac{e}{d - d'} + 0,5 \right)} + \frac{b h f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18} \quad \dots\dots\dots[32]$$

**METODE PENELITIAN**

Metode sangat diperlukan dalam suatu penelitian. Metode penelitian adalah langkah-langkah atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, gejala, fenomena atau lainnya dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang dapat dipertanggung jawabkan agar suatu penelitian dapat tercapai seperti yang diharapkan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu metode dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data sebagai hasil penelitian. Kemudian data dianalisis untuk pengambilan kesimpulan. Hitungan campuran beton akan digunakan rencana campuran (mix design) berdasarkan data-data yang diperoleh dari uji bahan dasar dengan kekuatan tekan ( $f_c$ ) 15 MPa dengan slump sedang.

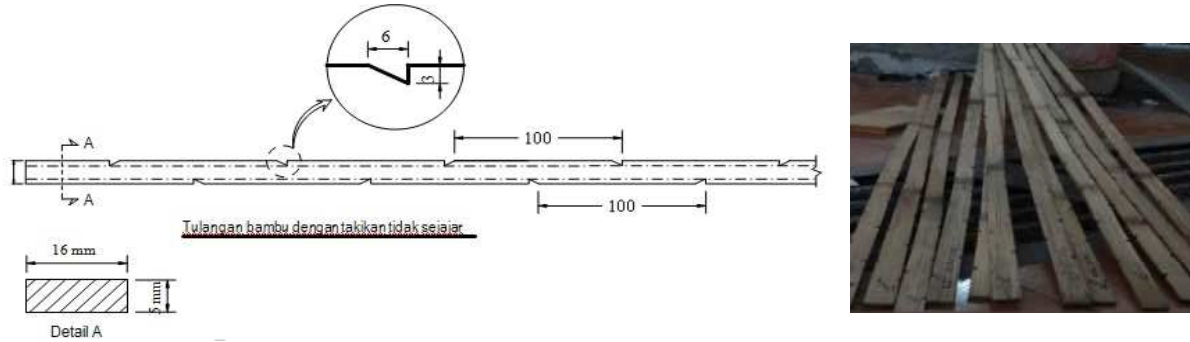
**Benda uji kolom**

Benda uji kolom dibuat dalam bentuk dan dimensi seperti pada Gambar 1. Penambahan tulangan baja pada kolom dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan terjadinya keruntuhan pada pangkal dan ujung kolom. Adapun jumlah dan tipe benda uji kolom yang dibuat dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

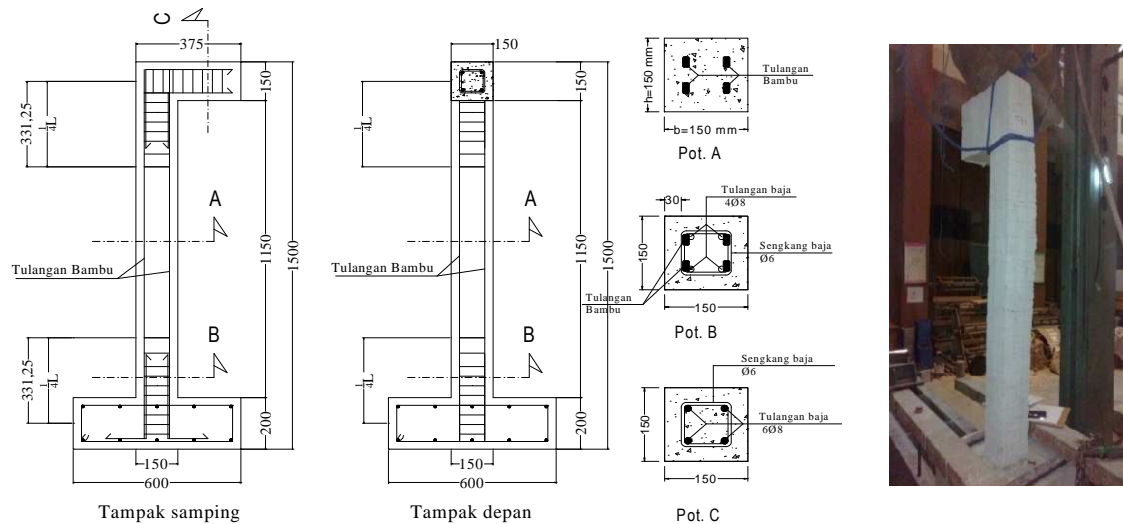
Tabel 1. Jumlah benda uji kapasitas lentur kolom

No.	Jenis Pengujian	Dimensi (mm)			Jumlah
		Sisi a	Sisi b	Tinggi bersih	
1.	Uji axial-lentur kolom tulangan bambu	150	150	1150	3 buah
2.	Uji axial-lentur kolom tulangan baja	150	150	1150	2 buah
3.	Uji axial-lentur kolom tanpa tulangan	150	150	1150	2 buah

Tulangan bambu dibentuk sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan, kemudian ditakik pada bagian sisi kiri dan kanan tulangan dengan arah yang tidak sejajar dengan jarak antar takikan yaitu 100 mm seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Penampang tulangan bambu



Gambar 2. Penampang benda uji kolom bambu

### Pengujian kapasitas lentur kolom

*Dial gonge* bagian atas dipasang 10 cm dari tepi atas kolom, kolom bagian bawah dipasang 5 cm dari permukaan plat. Pengujian kapasitas lentur kolom dilakukan dengan membaca *dial gonge*, memplotting pola retak pada permukaan beton, kemudian memompa *hydraulic pump* dan membaca *transducer*. Pembebanan kolom dilakukan dengan interval pembacaan setiap 50 kg hingga kolom runtuh atau tidak mampu lagi menerima beban dan angka pada *transducer* terus menurun tidak mau naik lagi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengujian pendahuluan bambu wulung dan baja

Pengujian sifat fisika bambu meliputi pengujian kadar air, berat jenis dan kerapatan bambu wulung. Pengujian sifat mekanika bambu wulung meliputi pengujian kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat bambu, kuat tarik sejajar serat bambu, dan kuat lentur bambu. Pengujian pada baja hanya dilakukan pengujian tarik.

Tabel 2. Hasil pengujian pendahuluan bambu wulung

Pengujian	Hasil pengujian							
	Benda uji 1		Benda uji 2		Benda uji 3		Rerata	
Kadar air	50,37	%	50,37	%	71,52	%	57,42	%
Kerapatan	0,279	gr/cm <sup>3</sup>	0,237	gr/cm <sup>3</sup>	0,264	gr/cm <sup>3</sup>	0,26	gr/cm <sup>3</sup>
Kuat tekan // serat	149,12	MPa	96,19	MPa	95,52	MPa	113,61	MPa
Kuat geser // serat	1,62	MPa	2,25	MPa	1,35	MPa	1,74	MPa
Kuat tarik // serat	255,66	MPa	388,507	MPa	350,33	MPa	331,49	MPa
Modulus of elasticity	42043,975	MPa	23394,223	MPa	17450,636	MPa	27629,611	MPa
Modulus of rupture	48.63	MPa	73.17	MPa	60.64	MPa	60.81	MPa

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tarik baja beton

Benda uji	Diameter (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>yield</sub> (N)	f <sub>yield</sub> (MPa)	P <sub>Maks.</sub> (N)	f <sub>maks</sub> (MPa)	Es (MPa)
1	7.60	45.342	21200	467.562	29610	653.04	299240
2	7.83	48.168	21400	444.274	29810	618.87	236946
3	7.72	46.744	22000	470.645	30740	657.62	297250
<b>Rerata</b>	<b>7.72</b>	<b>46.751</b>	<b>21533</b>	<b>460.827</b>	<b>30053</b>	<b>643.18</b>	<b>277812</b>

### Hasil pengujian silinder beton

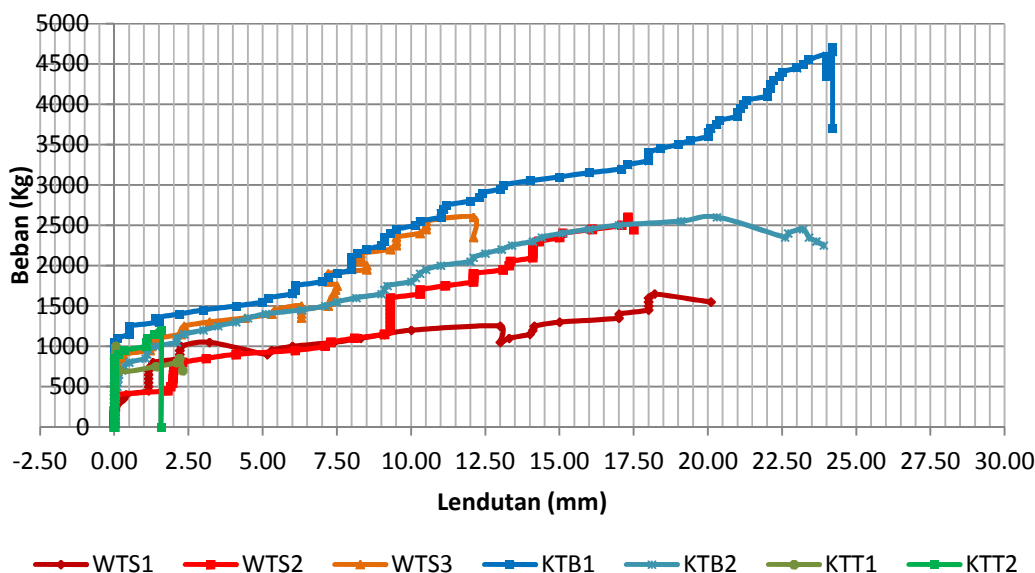
Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan silinder beton umur 28 hari hasil pengecoran kolom

Benda uji umur 28 hari	Luas tampang (mm <sup>2</sup> )	Beban tekan (kN)	Kuat tekan, fc' (MPa)
SP1	17662,5	325	18,40
SP2	17662,5	390	22,08
SP3	17662,5	350	19,82
<b>Kuat tekan rerata (fc')</b>			<b>20,099</b>

### Hasil pengujian kapasitas axial-lentur kolom

Pengujian kapasitas axial-lentur kolom juga diperoleh data mengenai besarnya lendutan yang terjadi pada kolom. Dial bagian atas pada kolom digunakan sebagai acuan dalam menentukan besarnya lendutan yang terjadi.

**GRAFIK HUBUNGAN BEBAN DAN LENDUTAN KOLOM TULANGAN BAMBU  
WULUNG DENGAN TAKIKAN TIDAK SEJAJAR KOLOM TULANGAN BAJA DAN  
KOLOM TANPA TULANGAN**



Gambar 3. Grafik hubungan beban dan lendutan kolom.

Berdasarkan grafik hubungan beban dan lendutan pada gambar di atas, maka diperoleh nilai P<sub>leleh</sub>, P<sub>maks</sub>, P<sub>runtuh</sub>, Δ<sub>leleh</sub>, Δ<sub>maks</sub>, dan Δ<sub>runtuh</sub>. Nilai-nilai tersebut disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Nilai beban dan lendutan pada saat leleh, maksimum, dan runtuh hasil pengujian.

Kolom	$P_{leleh}$ (ton)	$P_{maks}$ (ton)	$P_{runtuh}$ (ton)	$\Delta_{leleh}$ (mm)	$\Delta_{maks}$ (mm)	$\Delta_{runtuh}$ (mm)
KTB 1	3.05	4.7	4.05	14	24.2	21.3
KTB 2	2.45	2.6	2.5	16	20.3	17
<b>Rerata</b>	<b>2.75</b>	<b>3.65</b>	<b>3.275</b>	<b>15</b>	<b>22.25</b>	<b>19.15</b>
KTT 1	0.85	1	1	-	0.05	0.2
KTT 2	0.85	1.2	1.2	-	1.34	1.34
<b>Rerata</b>	<b>0.85</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>-</b>	<b>0.695</b>	<b>0.77</b>
WTS 1	1.25	1.65	1.55	14.15	18.2	20.1
WTS 2	1.7	2.6	2.45	1.03	17.3	17.5
WTS 3	1.75	2.6	2.35	0.75	12.1	12.1
<b>Rerata</b>	<b>1.567</b>	<b>2.283</b>	<b>2.12</b>	<b>10.65</b>	<b>15.87</b>	<b>16.57</b>

Berdasarkan data-data di atas kemudian dipergunakan untuk menghitung momen lentur yang terjadi dengan menggunakan rumus  $M=P.(e+\Delta)$ . Hasil penghitungan momen lentur disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Data penghitungan momen lentur berdasarkan  $P_{uji}$  dan  $e_{uji}$ 

Benda uji kolom	Eksentrisitas, e (mm)	Momen lentur $M=P.(e+\Delta)$ (ton mm)		
		$M_{leleh}$	$M_{maks}$	$M_{runtuh}$
<b>KTB 1</b>	200	652.70	1053.74	829.54
<b>KTB 2</b>	200	529.20	572.78	533.76
<b>Rerata</b>		<b>590.95</b>	<b>813.26</b>	<b>681.65</b>
<b>WTS1</b>	200	267.688	360.03	341.155
<b>WTS2</b>	200	357.51	564.98	532.875
<b>WTS3</b>	200	363.125	551.46	498.435
<b>Rerata</b>		<b>329.44</b>	<b>492.157</b>	<b>475.488</b>

#### Hasil analisis beban aksial tekan dan momen lentur kolom

Analisis yang digunakan adalah analisis dengan pembebanan eksentris pada kondisi keruntuhan tarik. Hasil analisis beban aksial tekan (P) dan momen lentur (M) kolom beton bertulangan bambu wulung takikan sejajar dan kolom bertulangan baja polos diameter 8 mm pada kondisi keruntuhan tarik disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Beban aksial tekan dan momen lentur berdasarkan hasil analisis.

Benda uji kolom	Beban aksial, P (ton)	Momen lentur, M (ton mm)
<b>KTB</b>	2.51	501.511
<b>WTS</b>	2.611	522.36

#### Rekapitulasi beban aksial tekan (P) dan momen lentur (M) berdasarkan hasil analisis dan pengujian

Hasil pengujian dan hasil analisis aksial tekan nominal ( $P_n$ ) dan momen lentur nominal ( $M_n$ ) kolom pada tabel di atas kemudian direkapitulasi di dalam Tabel 8 berdasarkan nilai rerata maksimum.

Tabel 8. Rekapitulasi momen lentur hasil analisis dan pengujian

Benda uji kolom	Momen (ton mm)	Momen hasil pengujian (ton mm)		
		M leleh	M maks	M runtuh
<b>KTB</b>	501.511	590.95	813.26	681.65
<b>WTS</b>	522.36	329.44	492.157	457.49
<b>KK</b>	-	-	215.80	201.70

#### Pembahasan

##### Kuat Tarik Tulangan

Pengujian baja tulangan luasan 46,5 mm<sup>2</sup> menghasilkan tegangan leleh rata-rata sebesar 460,83 MPa. Tegangan leleh pada bambu wulung dengan luasan 28,5 mm<sup>2</sup> sebesar 331,49 MPa. Mengutip dari landasan teori bahwa Penelitian oleh Morisco (1999), memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan

tarik baja tulangan dengan memakai baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Melihat dari hasil tegangan leleh baja pada penelitian ini yang mempunyai nilai sebesar 460,83 MPa maka terdapat selisih yang cukup besar dengan baja pada penelitian Morisco (1999). Hal ini disebabkan karena kualitas bahan dan tingkat getas suatu baja di pasaran berbeda-beda.

### **Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulang Baja, Bambu Wulung, dan Tanpa Tulangan**

Hasil analisis kapasitas lentur kolom bertulang baja dengan diameter rerata 7,7 mm adalah sebesar 501,551 ton mm dan hasil pengujiannya sebesar 590,95 ton mm. Analisis kapasitas lentur kolom bertulangan bambu Wulung dengan luasan 104,026 mm<sup>2</sup> adalah sebesar 522,36 ton mm dan hasil pengujiannya sebesar 329,440 ton mm.

Nilai rata-rata lendutan pada dial atas, kolom bertulangan bambu wulung dengan takikan tidak sejajar pada kondisi leleh sebesar 10,65 mm, sedangkan kolom bertulangan besi adalah sebesar 15. Kolom kosong tanpa tulangan menghasilkan lendutan yang sangat kecil, karena didalam beton tidak terdapat tulangan yang mendukung gaya tarik yang terjadi dalam kolom, sehingga saat pengujian kolom kosong tanpa tulangan patah secara tiba-tiba.

*Modulus Of Rapture* (MOR) dari hasil pengujian bambu wulung di lab adalah 36,578 MPa, dan *Modulus of Elasticity* (MOE) sebesar 276.29,611 MPa.

Kapasitas momen lentur maksimum kolom bertulangan bambu Wulung dengan luasan 73,6 mm<sup>2</sup> sebesar 256,13 ton mm. Kapasitas momen lentur maksimum kolom bertulangan besi dengan diameter rata-rata 7,7 mm sebesar 813,26 ton mm. Hasil perhitungan analisa kapasitas momen lentur maksimum kolom beton bertulangan bambu Wulung sebesar 543,9 ton mm dan 517,69 ton mm untuk kolom bertulangan besi.

Beban maksimum yang mampu ditahan oleh kolom bertulang bambu Wulung dengan luasan 73,6 mm<sup>2</sup> sebesar 13000 N. Beban maksimum yang mampu ditahan oleh kolom bertulangan besi dengan diameter rata-rata 7,7 mm sebesar 47000 N dan kolom tanpa tulangan sebesar 11500 N. Hasil pembebanan memperlihatkan bahwa kolom tulangan bambu Wulung mempunyai kontribusi lebih pada kelekatan beton yang runtuh jika di bandingkan dengan kolom tanpa tulangan.

### **SIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pengujian secara eksperimen di Laboratorium adalah momen nominal hasil analisis pada kolom beton bertulangan bambu wulung takikan tidak sejajar mempunyai kapasitas lentur sebesar 522,36 ton mm, sedangkan kapasitas lentur hasil pengujian di Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebesar 329,44 ton mm.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih kepada Agus Setyabudi, ST. MT. dan Ir. Antonius Mediyanto, MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

### **REFERENSI**

- Anonim, (1964). *Precast Concrete Element with Bamboo Reinforcement, Technical Report No.6.646*, May 1964, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Missisipi.
- Anonim, (1984). "*Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*", Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1991). "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)*", Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Frick, H, 2004, "*Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*", Kanisius, Yogyakarta.
- Ghavami, K., (1990). "*Application of Bamboo as a low- cost Construction Material*", 270-279. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., *Bamboos Current Research*, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Janssen, J.J.A., (1987). "*The Mechanical Properties of Bamboo*" : 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., *Recent Research on Bamboos*, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.
- Morisco, (1999). "*Rekayasa Bambu*", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Prawirohatmodjo, S., (1990). "*Comparative Strength of Green and Air-dry Bamboo*", 218-222. In Rao I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., *Bamboos Current Research*, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Pathurahman dan Fajrin J, (2003). "*Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Kolom Beton*", dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.



- Setiyabudi, A. (2010). *"Tinjauan Jenis Perikat pada Kolom Laminasi Bambu terhadap Keruntuban Lentur"*, Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Infrastruktur Dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- Sutarja IN dan Sudarsana IK, (2005). *"Interaksi Antara Gaya Aksial Dan Momen Pada Kolom Beton Dengan Tulangan Bambu"*, dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Volume 9, No.1, Januari 2005, Halaman 25-35, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Shupe T.F., Cheng P, Chung Y.H., (2002). *"Value-Added Manufacturing Potential for Honduran Bamboo"*, Final Report to Honduran Counterparts, Lanticitilla National Park, Esnacifor, Cuprofor.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., (1993). *"Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton"*, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tjokrodimulyo. K. (1996). *"Teknologi Beton"*, Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Utomo MB., (2008). "Bambu Sebagai Alternatif Pengganti Tulangan Beton Pada Bangunan Sederhana", dalam *Majalah Ilmiah Orbit*, Volume 4, No.4, Nopember 2008, Halaman 586-592, Politeknik Negeri Semarang, ISSN : 1858-2095.
- Ferguson, Phil M., prof., (1991). *"Dasar-Dasar Beton Bertulang"*, Erlangga, Jakarta Pusat
- Nawy, (1990). *"Beton Bertulang: Sebuah Pendekatan Mendasar"*, Surabaya : ITS Press.