

KAPASITAS AKSIAL-LENTUR KOLOM BERTULANGAN BAMBU PETUNG DENGAN TAKIKAN SEJAJAR

Selipanus¹⁾, Agus Setyabudi²⁾, Sunarmasto³⁾

¹⁾ Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2,3)} Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Email : selicivilengineering@gmail.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.

The method used is the method of experimental laboratory research. Specimens in the form of concrete columns with a size of 150 × 150 mm and 1100 mm high net. Specimens made 3 types, namely petung bamboo reinforcement of concrete columns with parallel notches, concrete column reinforcing steel, and concrete columns without reinforcement. 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 petung bamboo with parallel notches is 23.000 N. The Average value of the maximum flexural capacity of the column reinforcement petung bamboo with parallel notches is 5.425.317 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 petung bamboo with parallel notches can increase the flexural capacity of the column about 60,22% when compared with unreinforced concrete columns.

Keywords: bamboo, column, axial, flexural, reinforced.

Abstrak

Semakin pesatnya pembangunan pemukiman akibat penduduk yang terus-menerus bertambah, memicu harga-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.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Benda uji berupa kolom beton dengan ukuran 150 x 150 mm dan tinggi bersih 1100 mm. Benda uji dibuat 3 jenis, yaitu kolom beton tulangan bambu petung dengan takikan sejajar, kolom beton tulangan baja, dan kolom beton tanpa tulangan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian 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 petung takikan sejajar sebesar 23.000 N. Nilai rerata kapasitas lentur maksimum kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar sebesar 5.425.317 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 petung takikan sejajar dapat meningkatkan kapasitas lentur kolom sekitar 60,22% 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 tersebut dapat habis dan butuh jutaan tahun untuk dapat terbentuk lagi. Mengatasi permasalahan tersebut, maka dicarilah bahan alternatif baru sebagai pengganti tulangan baja pada beton. Alternatif lain yang sedang diteliti oleh beberapa ahli dan memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada beton diantaranya adalah menggunakan tulangan dari bambu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menyatakan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Seperti yang dikemukakan oleh Morisco (2008), bahwa pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan seperti pada harga yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta keunggulan spesifik yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi. Berdasarkan pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan

bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada suatu struktur bangunan. Penelitian ini akan mengkaji kapasitas aksial-lentur kolom bertulangan bambu petung dengan takikan sejajar sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada bangunan sederhana.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang bambu

Penelitian oleh Morisco (2008) memperlihatkan bahwa kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan, sebagai pembanding dipakai baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) adalah bambu yang keras dan amat kuat, dengan jarak ruas pendek tetapi dindingnya tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu Petung berkisar antara 80-130 mm, panjang batang berkisar antara 10-20 m (Frick, 2004). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Morisco (2008) kekuatan tarik rerata dalam keadaan kering oven bambu petung adalah 1900 kg/cm² (tanpa buku) dan 1160 kg/cm² (dengan buku). Ditinjau dari posisi potongan bambu, kekuatan tarik rerata bambu petung pada bagian pangkal 2278 kg/cm², bagian tengah 1770 kg/cm² dan bagian ujung 2080 kg/cm². Berdasarkan pengujian kuat tekan rerata bambu petung bulat pada bagian pangkal 2769 kg/cm², pada bagian tengah 4089 kg/cm² dan pada bagian ujung 5479 kg/cm².

Sifat fisika dan mekanika bambu

Kadar air bambu

Kadar air bambu adalah banyaknya air dalam sepotong bambu yang dinyatakan sebagai persentase dari berat kering tanurnya.

$$Ka = \frac{W_b - W_a}{W_a} 100\% \dots\dots\dots [1]$$

Ket: Ka = Kadar air bambu (%), Wb = Berat benda uji sebelum di oven (gram)
Wa = Berat benda uji kering oven (gram)

Berat jenis bambu dan kerapatan bambu

Berat jenis adalah nilai perbandingan antara kerapatan suatu benda dengan kerapatan benda standar pada volume yang sama. Kerapatan adalah perbandingan massa suatu benda dengan volumenya.

$$BJ = \frac{W_a}{G_b} \dots\dots\dots [2]$$

Ket: BJ = Berat jenis bambu Wa = Berat benda uji kering oven (gram)
Gb = Berat air yang volumenya sama dengan volume benda uji kering oven (gram)

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \dots\dots\dots [3]$$

Ket: ρ_w = Kerapatan bambu pada kadar air w (gr/cm³) V_w = Volume bambu pada kadar air w (cm³)
m_w = Massa bambu pada kadar air w (gr)

Kuat geser sejajar serat bambu

Kuat geser sejajar serat merupakan kemampuan benda untuk menahan gaya dari luar yang datang pada arah sejajar serat yang cenderung menekan bagian-bagian benda secara tidak bersama-sama atau dalam arah yang berbeda. Pengujian kuat geser sejajar serat bambu berdasarkan ISO/DIS 3347.

$$\tau_{//} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [4]$$

Ket: τ_{//} = Kuat geser sejajar serat (MPa) P_{maks} = Gaya geser maksimal bambu (N)
A = tebal x panjang = luas bidang yang tergeser (mm²)

Kuat tekan sejajar serat

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: σ_{tk//} = Kuat tekan sejajar serat (MPa) P_{maks} = Gaya tekan maksimal bambu (N)
A = tebal x lebar = luas bidang yang tertekan (mm²)

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 (mm²)

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)
 δ = 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 (Ag-Ast).0,85.fc' dan kontribusi baja tulangan yaitu Ast.fy. Kapasitas beban sentris maksimum (Po) 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)
Ag = (bxh) = Luas bruto penampang (mm²) Ast = (As + As') = Luas total tulangan (mm²)
fy = 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 $P_n > P_{nb}$.

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_s \dots\dots\dots [12]$$

$$M_n = P_n \cdot e = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot (\bar{y} - \frac{a}{2}) + A_s' \cdot f_s' \cdot (\bar{y} - d') + A_s \cdot f_s \cdot (d - \bar{y}) \dots\dots\dots [13]$$

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 :

$$c_b = \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \cdot d \dots\dots\dots [15]$$

Kapasitas penampang:

$$P_{nb} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_y \dots\dots\dots [16]$$

$$M_{nb} = P_{nb} \cdot e_b = 0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b \left(y - \frac{a_b}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' \cdot (y - d') + A_s \cdot f_y \cdot (d - y) \dots\dots\dots [17]$$

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:

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[\left(\frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2A_s \cdot f_y \cdot (d - d')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}} \right] \dots\dots\dots [25]$$

Dalam mempermudah penghitungan, persamaan tersebut disederhanakan :

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[K_e + \sqrt{K_e^2 + K_s} \right] \dots\dots\dots [26]$$

$$K_e = \frac{h}{2} - e \dots\dots\dots [27]$$

$$K_s = \frac{2 \sum A_s f_y (d - d')}{0,85 f_c' b} \dots\dots\dots [28]$$

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:

$$P_n = \frac{A_s' f_y}{\left(\frac{e}{d - d'} + 0,5 \right)} + \frac{b h f_c'}{\frac{3 h e}{d^2} + 1,18} \dots\dots\dots [29]$$

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan/pengujian secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menggabungkan variabel yang diselidiki. Rencana campuran (mix design) dibuat berdasarkan data-data uji bahan dasar dengan kekuatan tekan rencana $f_c' = 20$ MPa dan slump 7 cm-12 cm. Benda uji kolom dibuat menjadi tiga tipe, yaitu kolom bertulangan bambu, kolom bertulangan baja dan kolom tanpa tulangan. Sampel-sampel uji selanjutnya dirawat dengan dibungkus dengan kain basah selama 21 hari, kemudian diangin-anginkan dalam ruangan terbuka dan lembab sampai umur pengujian yaitu 28 hari. Pengujian kolom dilakukan dengan memberikan beban aksial dengan eksentrisitas yang sudah ditetapkan terhadap sumbu kolom dengan interval pembebanan tertentu.

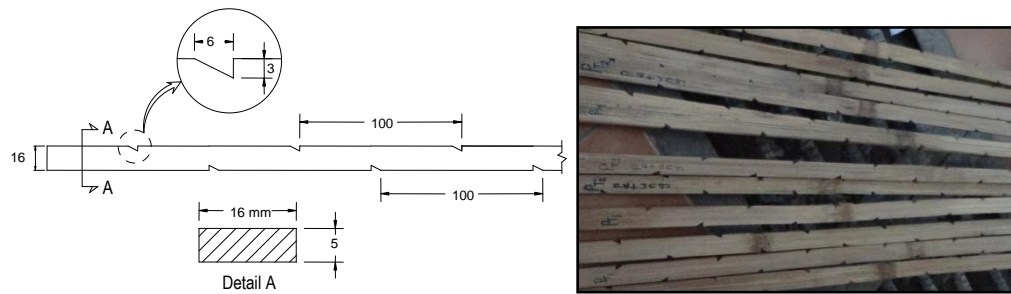
Benda uji kolom

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.

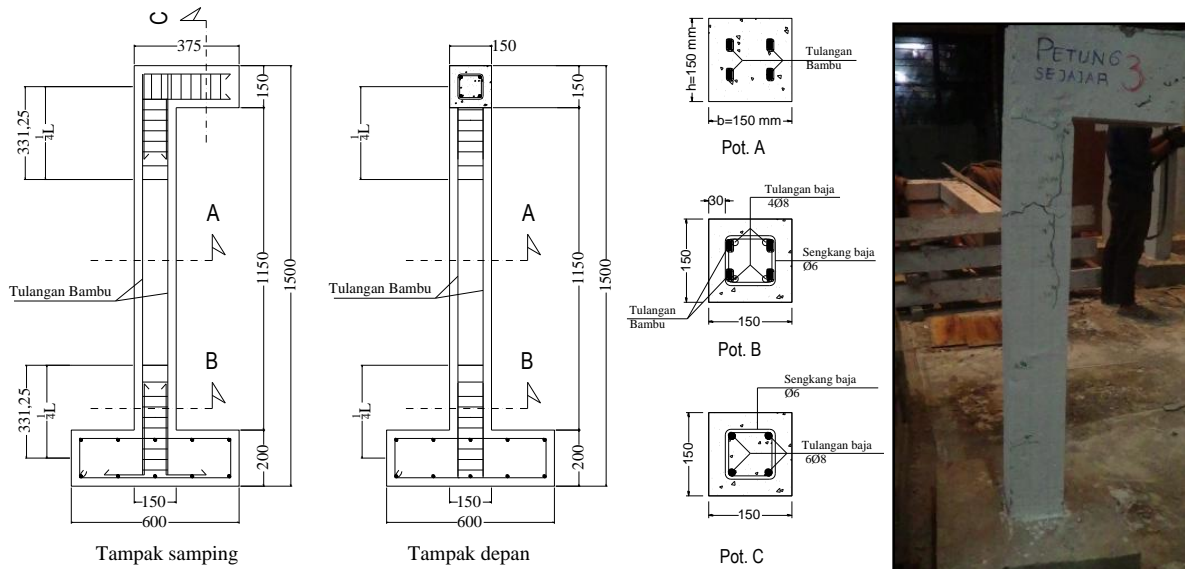
Tabel 1. Jumlah benda uji kapasitas lentur kolom

No.	Jenis Pengujian	Dimensi (mm)			Jumlah
		Sisi a	Sisi b	Tinggi bersih	
1.	Uji lentur kolom tulangan bambu (PS)	150	150	1150	3 buah
2.	Uji lentur kolom tulangan baja (BP)	150	150	1150	2 buah
3.	Uji lentur kolom tanpa tulangan (KK)	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 sejajar (sama) 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 petung dan baja

Pengujian sifat fisika bambu meliputi pengujian kadar air, berat jenis dan kerapatan bambu petung. Pengujian sifat mekanika bambu petung meliputi pengujian kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat bambu, kuat tarik sejajar serat bambu, dan kuat lentur bambu. Data hasil pengujian sifat mekanika yang disajikan adalah data pada kondisi leleh. Pengujian pada baja hanya dilakukan pengujian tarik.

Tabel 2. Hasil pengujian pendahuluan bambu petung

Pengujian	Hasil pengujian							
	Benda uji 1		Benda uji 2		Benda uji 3		Rerata	
Berat jenis	0,61	gr/cm ³	0,52	gr/cm ³	0,50	gr/cm ³	0,54	gr/cm ³
Kadar air	25	%	66,7	%	50	%	47,22	%
Kerapatan	0,15	gr/cm ³	0,34	gr/cm ³	0,25	gr/cm ³	0,25	gr/cm ³
Kuat tekan // serat	265,41	MPa	313,86	MPa	105,36	MPa	228,21	MPa
Kuat geser // serat	1,87	MPa	2,89	MPa	2,35	MPa	2,37	MPa
Kuat tarik // serat	294,549	MPa	285,223	MPa	319,253	MPa	299,675	MPa
Modulus of elasticity	10452,57	MPa	11707,32	MPa	10143,78	MPa	10767,89	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 ²)	P_{yield} (N)	f_{yield} (MPa)	E_s (MPa)
TB1	7.60	45.342	21200	467.562	299240
TB2	7.83	48.168	21400	444.274	236946
TB3	7.72	46.744	22000	470.645	297250
Rerata	7.72	46.751	21533	460.827	277812

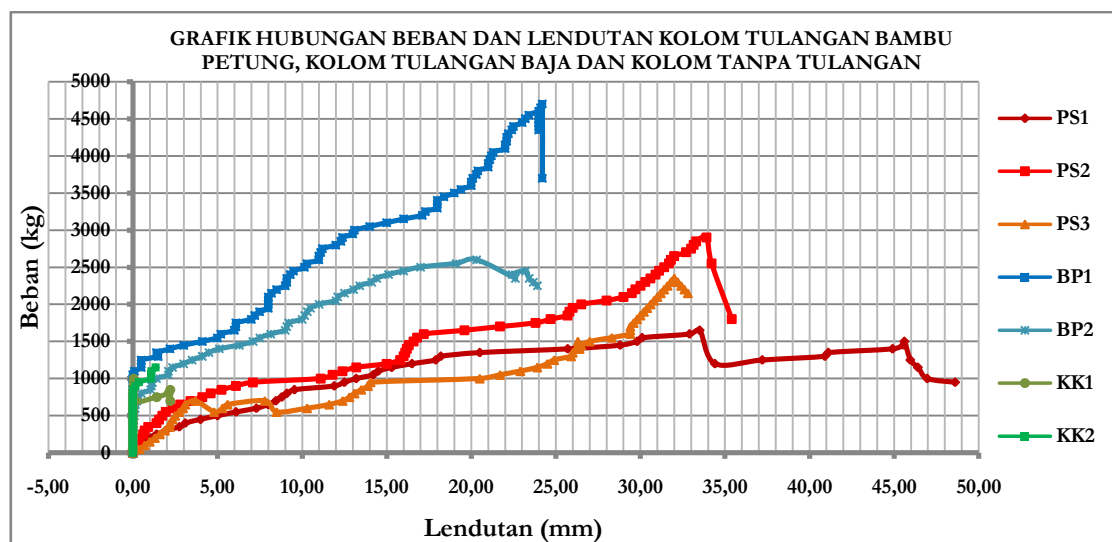
Hasil pengujian silinder beton

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

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

Hasil pengujian kapasitas lentur kolom

Pengujian kapasitas 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.



Gambar 3. Grafik hubungan beban dan lendutan kolom.

Berdasarkan grafik hubungan beban dan lendutan pada gambar di atas, maka diperoleh nilai P_{leleh} , P_{maks} , P_{runtuh} , Δ_{leleh} , Δ_{maks} , dan Δ_{runtuh} . Nilai-nilai tersebut disajikan dalam Tabel 5.

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

Kolom	P_{leleh} (N)	P_{maks} (N)	P_{runtuh} (N)	Δ_{leleh} ($\cdot 10^{-2}$ mm)	Δ_{maks} ($\cdot 10^{-2}$ mm)	Δ_{runtuh} ($\cdot 10^{-2}$ mm)
BP 1	30.500	47.000	37.000	1.400	2.420	2.420
BP 2	24.500	26.000	24.000	1.600	2.030	2.240
Rerata	27.500	36.500	30.500	1.500	2.225	2.330
KK 1	-	10.000	8.500	-	5	220
KK 2	-	11.500	11.500	-	134	134
Rerata	-	10.750	10.000	-	69,5	177
PS 1	15.500	16.500	15.000	2.810	4.490	4.560
PS 2	17.000	29.000	25.500	2.170	3.390	3.420
PS 3	16.000	23.500	21.500	2.940	3.200	3.280
Rerata	16.167	23.000	20.667	2.640	3.693	3.753

Berdasarkan data-data di atas kemudian dipergunakan untuk menghitung momen lentur yang terjadi dengan menggunakan rumus $M=P \cdot (e+\Delta)$. 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 $M=P \cdot (e+\Delta)$ (N.mm)		
		M_{leleh}	M_{maks}	M_{runtuh}
BP 1	200	6.527.000	10.537.400	8.295.400
BP 2	200	5.292.000	5.727.800	5.337.600
Rerata		5.909.500	8.132.600	6.816.500
KK 1	200	-	2.000.500	1.718.700
KK 2	200	-	2.315.410	2.315.410
Rerata		-	2.157.955	2.017.055
PS1	200	3.535.550	4.040.850	3.684.000
PS2	200	3.768.900	6.783.100	5.972.100
PS3	200	3.670.400	5.452.000	5.005.200
Rerata		3.658.283	5.425.317	4.887.100

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 petung takikan sejajar dan kolom bertulangan baja polos diameter 7,72 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 (N)	Momen lentur, M (N.mm)
BP1	24.589	5.261.969
BP2	24.262	5.240.581
Rerata	24.425	5.251.275
PS1	15.346	3.500.391
PS2	15.989	3.544.665
PS3	15.221	3.491.803
Rerata	15.519	3.512.286

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

Kolom	Hasil analisis		Hasil pengujian					
	P (N)	M (N.mm)	P_{leleh} (N)	P_{maks} (N)	P_{runtuh} (N)	M_{leleh} (N.mm)	M_{maks} (N.mm)	M_{runtuh} (N.mm)
BP	24.425	5.251.275	27.500	36.500	30.500	5.909.500	8.132.600	6.816.500
KK	-	-	-	10.750	10.000	-	2.157.955	2.017.055
PS	15.519	3.512.286	16.167	23.000	20.667	3.658.283	5.425.317	4.887.100

Pembahasan

Hasil analisis dan pengujian kolom

Hasil pengujian kapasitas aksial-lentur kolom pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai rerata kapasitas beban aksial tekan kondisi leleh kolom bertulangan baja berdiameter rerata 7,72 mm adalah sebesar 27.500 N dan nilai rerata kapasitas momen lentur kondisi lelehnya adalah sebesar 5.909.500 N.mm. Hasil rerata pengujian beban aksial tekan kondisi leleh untuk kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar dengan ukuran tulangan rerata 5,16 mm x 10,08 mm adalah sebesar 16.167 N dan kapasitas momen lentur rerata pada kondisi leleh adalah sebesar 3.658.283 N.mm. Berdasarkan hasil pengujian kapasitas aksial-lentur kolom pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai rerata kapasitas beban aksial tekan pada kondisi maksimum untuk kolom beton kosong tanpa tulangan adalah sebesar 10.750 N dan nilai rerata kapasitas momen lentur pada kondisi maksimumnya adalah sebesar 2.157.955 N.mm. Nilai rerata kapasitas aksial tekan kondisi maksimum untuk kolom bertulangan baja sebesar 36.500 N, sedangkan rerata kapasitas momen lentur kondisi maksimum yang dihasilkan adalah sebesar 8.132.600 N.mm. Nilai rerata kapasitas aksial tekan kondisi maksimum untuk kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar adalah sebesar 23.000 N, sedangkan nilai rerata kapasitas momen lentur kondisi maksimum yang dihasilkan adalah sebesar 5.425.317 N.mm.

Berdasarkan hasil pengujian kapasitas aksial-lentur kolom pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai rerata kapasitas beban aksial tekan pada kondisi runtuh untuk kolom beton kosong tanpa tulangan adalah sebesar

10.000 N dan nilai rerata kapasitas momen lentur pada kondisi runtuhnya adalah sebesar 2.017.055 N.mm. Nilai rerata kapasitas aksial tekan kondisi runtuh untuk kolom bertulangan baja adalah sebesar 30.500 N, sedangkan nilai rerata kapasitas momen lentur kondisi runtuh yang dihasilkan adalah sebesar 6.816.500 N.mm. Nilai rerata kapasitas aksial tekan kondisi runtuh untuk kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar adalah sebesar 20.667 N, sedangkan nilai rerata kapasitas momen lentur kondisi runtuh yang dihasilkan adalah sebesar 4.887.100 N.mm. Berdasarkan nilai momen lentur maksimum hasil pengujian kolom, adanya tulangan bambu petung takikan sejajar pada kolom beton memberikan kontribusi peningkatan momen lentur sebesar 60,22% terhadap kolom beton yang tidak diberikan tulangan. Berdasarkan nilai momen lentur maksimum hasil pengujian kolom beton bertulangan baja dan kolom beton bertulangan bambu petung, dapat dilihat bahwa momen lentur yang dihasilkan kolom bertulangan baja lebih besar 33,29% dari pada momen lentur yang dihasilkan kolom beton bertulangan bambu petung takikan sejajar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kapasitas lentur kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar dan kolom kosong tanpa tulangan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Nilai rerata kapasitas beban aksial tekan pada kondisi leleh untuk kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar adalah 16.167 N dan kapasitas momen lentur rerata pada kondisi leleh adalah 3.658.283 N.mm. Kapasitas aksial tekan rerata kondisi maksimum untuk kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar adalah 23.000 N, sedangkan kapasitas momen lentur maksimum rerata adalah 5.425.317 N.mm. Kapasitas aksial tekan rerata pada kondisi runtuh kolom bertulangan bambu petung takikan sejajar adalah 20.667 N, sedangkan kapasitas momen lentur rerata kondisi runtuh adalah 4.887.100 N.mm.

Kapasitas beban aksial tekan rerata kondisi leleh untuk kolom bertulangan baja adalah 27.500 N dan Kapasitas momen lentur rerata kondisi leleh adalah 5.909.500 N.mm. Kapasitas aksial tekan rerata kondisi maksimum kolom bertulangan baja adalah 36.500 N, sedangkan rerata kapasitas momen lentur maksimum adalah 8.132.600 N.mm. Nilai rerata kapasitas aksial tekan pada kondisi runtuh untuk kolom bertulangan baja adalah 30.500 N, sedangkan nilai rerata kapasitas momen lentur kondisi runtuh adalah 6.816.500 N.mm.

Nilai rerata kapasitas beban aksial tekan pada kondisi maksimum untuk kolom beton kosong tanpa tulangan adalah 10.750 N dan nilai rerata kapasitas momen lentur pada kondisi maksimum adalah 2.157.955 N.mm. Nilai rerata kapasitas beban aksial tekan pada kondisi runtuh untuk kolom beton kosong tanpa tulangan adalah 10.000 N dan nilai rerata kapasitas momen lentur pada kondisi runtuh adalah 2.017.055 N.mm.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

REFERENSI

- Frick, H., 2004. "Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Krisnamurthy, D., 1990. "Building with Bamboo-A Solution for Housing Rural Poor": 258-269. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., Bamboos Current Research, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Morisco, 2008. Teknologi Bambu. Diklat kuliah Magister Teknik Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G., 1990. Beton Bertulang ; Suatu Pendekatan Dasar, PT. Eresco, Bandung.
- Pambudi, Ajar., 2003. Pengaruh Pengawetan Bambu dengan Minyak Solar terhadap Karakteristik Bambu (studi kasus perendaman dingin dengan minyak solar pada jenis bambu petung). Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.
- 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 Balok 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.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., 1993. "Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tjokrodimuljo. K., 1996. "Teknologi Beton", Gajah Mada Press. Yogyakarta.