

KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANGAN BAMBU WULUNG POLOS

M. Nanang Syaifun Nahar¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Bambang Santosa³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : m_nanank@yahoo.co.id

Abstract

Bamboo as an alternative to reinforcement steel cause have high tensile force approaching of steel. This study used an experimental method to test specimens in the form of a column with eccentric load measuring 150 mm x 150 mm with a height of 1500 mm. Column specimens of 7 pieces, 3 pieces with plain Wulung bamboo, 2 pieces with steel reinforcement, and 2 pieces without use of reinforcement. Mechanical disposition of concrete columns were observed such as load capacity, deflection, compressive strength, and the crack pattern. Analytical columns with steel reinforcement has moments of 517.69 tmm. Flexural capacity of the column specimen test results of reinforcing steel has a moment 257.89 tmm. Column analysis results with plain Wulung bamboo is 543.9 tmm. Moment of bamboo reinforcement column test results in the laboratory is 134.08 tmm. Maximum load (Pmaks) capable of being held by bamboo reinforced concrete column with plain Wulung is 1300 kg, while the concrete column with steel reinforcement is 4700 kg and 1150 kg of unreinforced. The results showed that the column with Wulung bamboo has contributed more to the crumbling concrete viscosity when compared with unreinforced column.

Keywords : Flexural capacity, plain Wulung bamboo reinforcement, column.

Abstrak

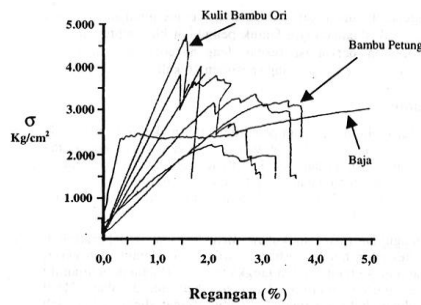
Bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja karena mempunyai kuat tarik cukup tinggi yang mendekati kekuatan baja. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan benda uji berupa kolom dengan pembebanan eksentris yang berukuran 150 mm x 150 mm dengan tinggi 1500 mm. Benda uji kolom sebanyak 7 buah, dimana 3 buah kolom dengan tulangan bambu wulung polos, 2 buah dengan tulangan baja, dan 2 buah tanpa menggunakan tulangan. Sifat mekanik kolom beton yang diamati diantaranya adalah kapasitas beban, lendutan, kuat tekan, serta pola retak. Analisis kolom dengan tulangan baja mempunyai momen sebesar 517.69 tmm. Kapasitas lentur hasil pengujian benda uji kolom tulangan baja mempunyai momen sebesar 257.89 tmm. Hasil analisis kolom dengan tulangan bambu Wulung polos adalah 543.9 tmm. Momen hasil pengujian kolom tulangan bambu adalah 134.08 tmm. Beban maksimum (Pmaks) yang mampu ditahan oleh kolom beton dengan tulangan bambu Wulung polos sebesar 1300 kg, sedangkan kolom beton dengan tulangan baja sebesar 4700 kg dan kolom tanpa tulangan sebesar 1150 kg. Hasil pembebanan memperlihatkan bahwa kolom tulangan bambu Wulung mempunyai kontribusi lebih pada kelekatan beton yang runtuh jika di bandingkan dengan kolom tanpa tulangan.

Kata Kunci : Kapasitas lentur, tulangan bambu Wulung polos, kolom.

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk membuat permintaan kebutuhan pada tulangan baja sebagai komponen utama dalam pembangunan perumahan menjadi meningkat sehingga menjadi mahal dan langka. Hal tersebut membuat ketersediaan bahan bijih besi di alam akan semakin menipis dan kemungkinan akan habis, dikarenakan unsur bahan mentah bijih besi ini merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui. Bambu merupakan alternatif pengganti tulangan baja tersebut. Bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable* yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Agus Setiyabudi. 2010).

Penelitian oleh Morisco (1999), memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan. Perbandingan yang dipakai adalah baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Hasil penelitian menyatakan bahwa kuat tarik kulit bambu ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai 500 MPa, sedang kuat tarik rerata bambu Petung juga lebih tinggi dari tegangan luluh baja, hanya satu spesimen yang mempunyai kuat tarik lebih rendah dari tegangan luluh baja. Hasil uji ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram tegangan-regangan bambu dan baja

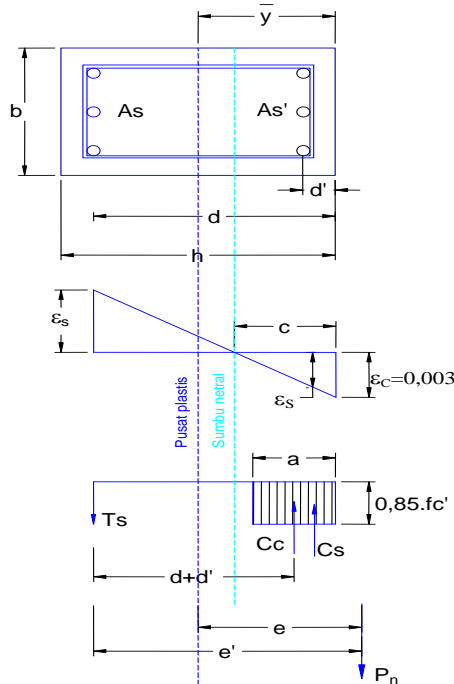
Mengacu pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada suatu struktur bangunan.

Penelitian oleh Sudarmoko (1996), Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangkaian (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi.

Kolom yang menahan beban eksentris mengakibatkan baja pada sisi yang tertarik akan mengalami tarik dengan garis netral dianggap kurang dari tinggi efektif penampang (d). Angka kelangsingan $kL_u/r \leq 22$ maka tergolong kolom pendek. Berdasarkan regangan yang terjadi pada baja tulangan yang tertarik, kondisi awal keruntuhan digolongkan menjadi dua yaitu :

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

Kondisi *balance* terjadi saat baja tulangan mengalami luluh bersamaan dengan regangan beton. Beton mencapai kekuatan maksimum f'_c pada saat regangan desak beton maksimal mencapai 0,003.



Keterangan:

- c = Jarak sumbu netral
- \bar{y} = Jarak pusat plastis ($h/2$).
- e = Eksentrisitas beban ke pusat plastis.
- e' = Eksentrisitas beban ke tulangan tarik.
- A_s = Luas tulangan daerah tarik.
- A_s' = Luas tulangan daerah tekan.
- b = Lebar penampang beton
- h = Tinggi penampang beton
- d' = Selimut efektif tulangan tekan
- d = Selimut efektif tulangan tarik

Gambar 2. Tegangan dan regangan pada kolom dengan beban eksentris

Gaya normal yang bekerja pada kolom tidak konsentrik (tidak bekerja di pusat penampang kolom), maka diagram regangan yang terjadi seperti terlihat pada Gambar 2.5 di atas, yakni merupakan gabungan antara diagram regangan akibat gaya normal P_n konsentrik dan momen $P_n.e$.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Regangan pada tulangan tarik dan tekan

$$\epsilon_s = 0,003 \frac{d-c}{c} \dots\dots\dots(1)$$

$$\epsilon'_s = 0,003 \frac{c-d'}{c} \dots\dots\dots(2)$$

b. Tegangan pada tulangan tarik (A_s) dan tekan (A_s')

$$f_s = E_s \cdot \epsilon_s \leq f_y \dots\dots\dots(3)$$

$$f'_s = E_s \cdot \epsilon'_s \leq f_y \dots\dots\dots(4)$$

c. Gaya dalam yang terjadi dari sumbangan beton, yakni berupa resultan tegangan yang diberikan beton:

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \dots\dots\dots(5)$$

d. Gaya dalam yang terjadi dari sumbangan tulangan tekan berupa resultan tegangan yang terjadi pada tulangan tekan.

$$C_s = A_s' \cdot f'_s \dots\dots\dots(6)$$

e. Gaya dalam yang terjadi dari sumbangan tulangan tarik berupa resultan tegangan yang terjadi pada tulangan tarik.

$$T_s = A_s \cdot f_s \dots\dots\dots(7)$$

Persamaan kesetimbangan gaya aksial dan momen untuk kolom pendek dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P_n = C_c + C_s - T_s \dots\dots\dots(8)$$

$$M_n = P_n \cdot e = C_c \cdot \left(\bar{y} \cdot \frac{a}{2}\right) + C_s \cdot (\bar{y} - d') + T_s \cdot (d - \bar{y}) \dots\dots\dots(9)$$

atau

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

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

P_n dan M_n merupakan gaya tekan nominal dan momen nominal yang dapat dipikul penampang. Persamaan di atas, jarak netral c diasumsikan berada dalam daerah d penampang sehingga tulangan baja pada lokasi d benar-benar mengalami gaya tarik. Perlu dicatat bahwa gaya aksial P_n tidak boleh lebih besar dari $P_{n(max)}$ yang dihitung dengan persamaan berikut.

$$P_{n(max)} = \phi \cdot 0,80 \cdot \{0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} \dots\dots\dots(12)$$

Tulangan tekan (A_s') atau tulangan tarik (A_s) akan mencapai kekuatan lelehnya f_y , bergantung pada besarnya eksentrisitas (e). Tegangan f'_s pada baja dapat mencapai f_y apabila keruntuhan yang terjadi berupa hancurnya beton. Keruntuhan yang berupa lelehnya tulangan baja, besaran f'_s harus disubstitusikan dengan f_y . $f'_s < f_y$ atau $f'_s < f_y$, maka yang disubstitusikan adalah tegangan aktualnya yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sebangun dengan distribusi regangan diseluruh tinggi penampang (Persamaan 1-12).

METODE

Metode pada penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data. Percobaan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Pengujian yang dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dengan jenis pengujian meliputi uji bahan, kuat tekan, kuat tarik dan uji pembebanan statik pada kolom eksentris. Benda uji yang digunakan adalah 3 buah silinder dan 7 buah kolom. Keterangan mengenai benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Jenis benda uji

No.	Benda Uji	Dimensi	Jumlah Benda Uji	Jenis Pengujian
1.	Silinder	150mm x 300mm	3	Uji Kuat Desak
2.	Kolom	150mm x 150mm x 1500mm	3	Uji Kuat Lentur
3.	Kolom	150mm x 150mm x 1500mm	2	Uji Kuat Lentur
4.	Kolom	150mm x 150mm x 1500mm	2	Uji Kuat Lentur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hitungan *mix design* adukan beton dengan mengacu pada SK SNI T-15-1990-03 diperoleh kebutuhan bahan untuk 1 m³ beton sebagai berikut :

- a. Air = 225 liter
- b. Semen = 416,67 kg
- c. Pasir = 776,63 kg
- d. Kerikil = 911,7 kg

Total material yang dibutuhkan untuk membuat 7 buah kolom beton bertulang dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 1500 mm dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Bahan untuk Benda Uji Kuat Lentur Beton Bertulang

Benda Uji	Jumlah	Total Volume (m ³)	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
Baja	2	0,172	38,7	71,67	133,58	156,81
Bambu	3	0,258	58,05	107,5	200,37	235,218
Tanpa Tulangan	2	0,172	38,7	71,67	133,58	156,81
Total	7	0,602	135,45	250,84	467,53	548,83

Pengujian *slump* dilakukan sebelum membuat benda uji yaitu saat membuat campuran adukan beton. Nilai *slump* menunjukkan besarnya tingkat *workability* dari campuran beton. Hasil pengujian nilai *slump* di lapangan adalah 12 cm.

Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) terhadap benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hasil uji kuat desak beton selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan belah beton

No.	Kode Benda Uji	Pmax (kN)	fc' (MPa)	fc' rerata 28 hari (MPa)
1.	BN1	325	18,40	20,099
	BN2	390	22,08	
	BN3	350	19,82	

Hasil uji kuat tarik baja tulangan dan bambu wulung polos ditunjukkan pada Tabel 4. dan 5. berikut :

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik baja

No.	Diameter Terukur (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Leleh (kgf)	Tegangan Leleh (MPa)	Rerata (MPa)
1.	7,6	45,34	2120	467,56	460,83
2.	7,8	47,75	2140	444,27	
3.	7,7	46,54	2200	470,64	

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik bambu Wulung

No.	Panjang x Lebar (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Leleh (kgf)	Tegangan Leleh (MPa)	Rerata (MPa)
1.	4,77x7,7	36,76	940	255,66	331,49
2.	3,45x7,12	24,58	955	388,507	
3.	7,2x3,35	24,12	845	350,331	

Pengujian kapasitas lentur beton menggunakan alat *Loading Frame* terhadap benda uji kolom dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 1500 mm dilakukan pada umur 28 hari. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 6. untuk kolom dengan tulangan baja dan pada Tabel 7. untuk kolom dengan tulangan bambu wulung polos.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat lentur kolom beton dengan tulangan baja

Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Beban Maksimum (N)	Posisi Runtuh
KB1	12500	47000	1/3 bentang tengah
KB2	10000	26000	1/3 bentang tengah

Tabel 7. Hasil pengujian kuat lentur kolom beton dengan tulangan bambu Wulung polos

Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Beban Maksimum (N)	Posisi Runtuh
WP1	8500	13000	1/3 bentang tengah
WP2	9000	10250	1/3 bentang tengah
WP3	8500	11500	1/3 bentang tengah

Pengujian juga dilakukan terhadap besarnya lendutan yang terjadi pada kolom. Data beban dan lendutan saat retak pertama dapat dilihat pada Tabel 8., data beban dan lendutan pada pembebanan maksimum dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Beban dan lendutan pada saat retak pertama

Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Lendutan Retak Pertama ($\cdot 10^{-2}$ mm)
KB1	12500	50
KB2	10000	140
WP1	8500	452
WP2	9000	0
WP3	8500	300
KTT1	10000	5
KTT2	11500	110

Tabel 9. Beban dan lendutan pada pembebanan maksimum

Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Lendutan Retak Pertama ($\cdot 10^{-2}$ mm)
KB1	47000	2420
KB2	26000	2030
WP1	13000	4700
WP2	10250	620
WP3	11500	517
KTT1	10000	5
KTT2	11500	134

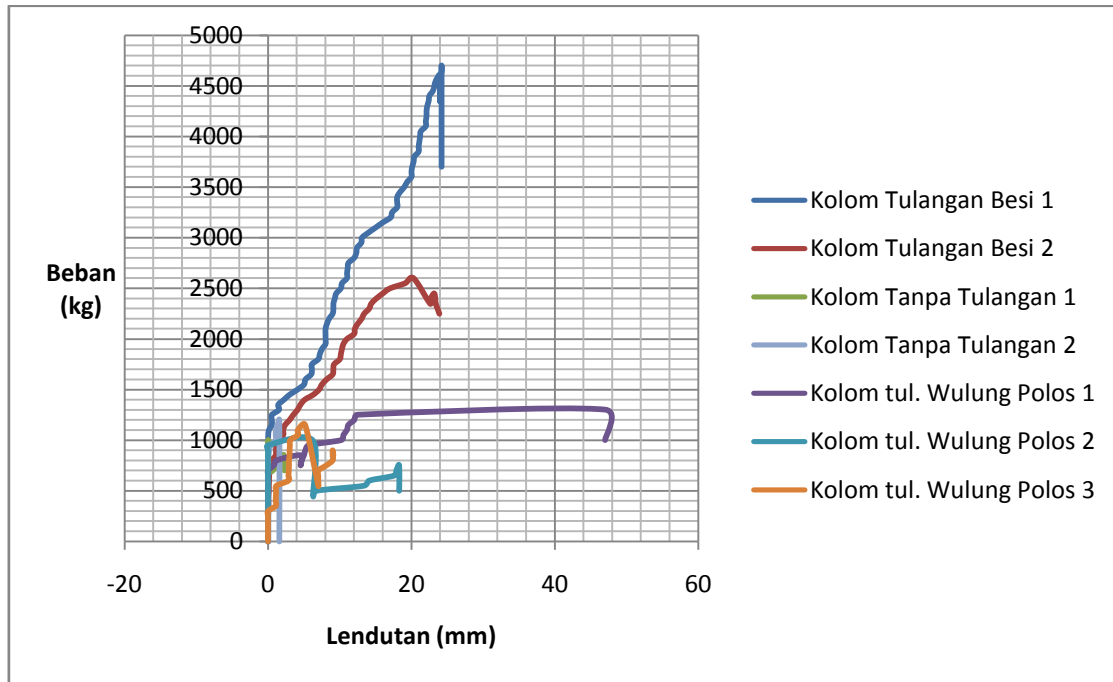
Pengujian kuat lentur kolom bertulang ini menggunakan 3 buah *dial gauge* yang dipasang pada kolom, yaitu:

Dial gauge 1 : terletak pada jarak 10 cm dari ujung atas kolom (as balok)

Dial gauge 2 : terletak pada tengah bentang

Dial gauge 3 : terletak pada jarak 5 cm dari pondasi

Data yang dipergunakan untuk perhitungan momen lentur yang terjadi adalah data dari pembacaan *dial gauge* 1 (atas) pada grafik perbandingan hubungan beban dan lendutan antara kolom dengan tulangan baja, kolom dengan tulangan bambu Wulung polos, dan kolom beton tanpa tulangan. Grafik hubungan beban dengan lendutan yang terjadi pada setiap kenaikan beban dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan hubungan beban dan lendutan antara kolom dengan tulangan baja, bambu wulung, dan kolom tanpa tulangan.

Grafik *dial gauge* 1 (dial atas) terdapat data-data beban dan hubungannya terhadap lendutan, untuk mempermudah pembacaan, maka data-data pembebanan dan lendutan ditabelkan pada tabel 10. berikut:

Tabel 10. Gaya aksial dan lendutan *dial gauge* 1

No.	Benda uji	P	P	P	Δ	Δ	Δ
		Leleh (ton)	Maks (ton)	Runtuh (ton)	Leleh (mm)	Maks (mm)	Runtuh (mm)
1.	KB1	1.4	4.7	3.7	2.2	24.2	24.2
2.	KB2	1.15	2.6	2.4	2.35	20.3	22.4
	Rata-rata	1.275	3.65	3.05	2.275	22.25	23.3
3.	KTT1	0.85	1	1	0.01	0.05	0.05
4.	KTT2	1	1.15	1.15	1.07	1.34	1.34
	Rata-rata	0.925	1.075	1.075	0.54	0.695	0.695
5.	WP1	0.85	1.3	1.0	4.52	47	47
6.	WP2	1.02	1.025	0.5	2.9	6.2	18.3
7.	WP3	0.105	1.15	0.9	4.17	5.17	9
	Rata-rata	0.658	1.1583	0.8	3.8633	19.457	24.4766

Data-data diatas dipergunakan untuk menghitung momen lentur yang terjadi dan dihitung dengan rumus $M=P(e+\Delta)$.

Tabel 11. Perbandingan momen hasil pengujian dan analisis pada kolom normal dan kolom bambu

No.	Jenis Kolom	Momen Hasil Analisis (tonmm)	Momen Hasil Pengujian = $P(e + \Delta)$ (tonmm)		
			M leleh	M maks	M runtuh
1.	KB1	517.69	283.08	1053.74	829.54
2.	KB2	517.69	232.70	572.78	533.76
	Rata-rata		257.89	813.26	681.65
3.	WP1	543.9	173.84	321.10	247.00
4.	WP2	543.9	206.96	211.36	109.15
5.	WP3	543.9	21.44	235.95	188.10

SIMPULAN

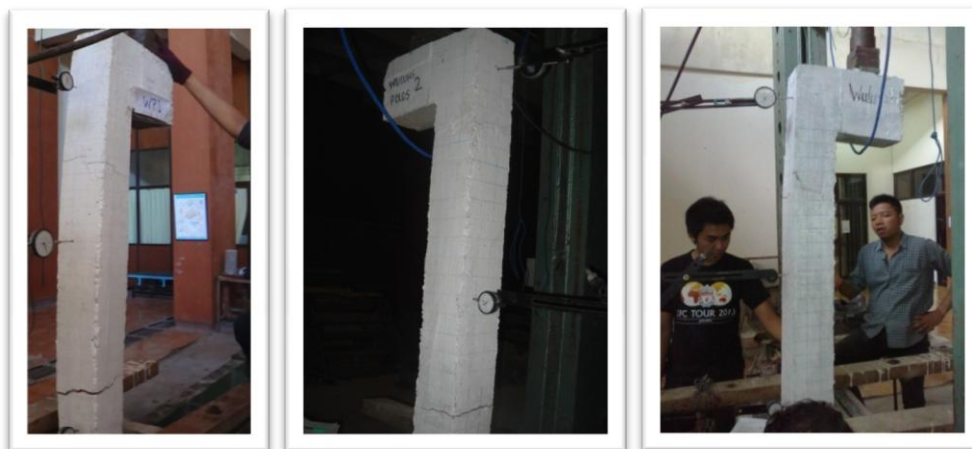
Pengujian baja tulangan menghasilkan tegangan luluh sebesar 460,83 MPa. Tegangan luluh pada bambu wulung polos sebesar 408,45 MPa. Mengutip dari landasan teori bahwa Penelitian oleh Morisco (1999), memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan dengan 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.

Hasil analisis kapasitas lentur kolom bertulang baja adalah sebesar 517,69 ton mm dan hasil pengujiannya sebesar 257,89 ton mm. Analisis kapasitas lentur kolom bertulangan bambu Wulung adalah sebesar 543,9 ton mm dan hasil pengujiannya sebesar 134,08 ton mm (momen saat runtuh).

Nilai rata-rata lendutan kolom bertulangan bambu wulung polos pada kondisi leleh sebesar 3,86 mm, sedangkan kolom bertulangan besi adalah sebesar 2,275 mm dan kolom tanpa tulangan sebesar 0,54 mm.

Kapasitas momen lentur maksimum kolom bertulangan bambu Wulung sebesar 256,13 ton mm. Kapasitas momen lentur maksimum kolom bertulangan besi 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 sebesar 13000 N. Beban maksimum yang mampu ditahan oleh kolom bertulangan besi 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 dibandingkan dengan kolom tanpa tulangan.



Gambar 4. Kondisi Kolom saat Pengujian

REKOMENDASI

Penelitian lanjutan perlu dilakukan karena merupakan pengembangan serta penyempurnaan tema maupun metode tentang penelitian kapasitas lentur kolom bertulangan bambu Wulung polos. *Treatment* khusus terhadap bambu Wulung perlu diperhatikan sehingga bambu dapat mencapai kemampuan maksimalnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada kepada Bapak Agus Setiya Budi, ST, MT dan Bapak Ir. Bambang Santosa, MT selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Terima kasih kepada bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa dan dukungan serta semua pihak yang membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

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.
- Ferguson, Phil M., prof., (1991). "*Dasar-Dasar Beton Bertulang*", Erlangga, Jakarta Pusat
- Frick, H, 2004, "*Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*", Kanisius, Yogyakarta.
- Ghavani, 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.
- Istimawan, D., (1994). "*Struktur Beton Bertulang*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- 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.
- Kindi, M. (2007). "*Tinjauan Kuat Lekat dan Panjang Penyaluran Baja Polos Pada Beton Ringan Batu Apung Dengan Variasi Jenis Bahan Tambal*", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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.
- Lopez, O.H., (1996). "*Manual de Construccion Con Bambu*", Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombia.
- Morisco, (1999). "*Rekayasa Bambu*", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Nawy, (1990). "*Beton Bertulang: Sebuah Pendekatan Mendasar*", Surabaya : ITS Press.
- Pathurahman dan Fajrin J, (2003). "*Aplikasi Bambu Pilitan 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.
- 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.
- Putra D, Sedana IW, (2007). "*Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu*", dalam *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Volume 11, No.1, Januari 2007, Halaman 45-54, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Rohman, A, (2005). "*Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu Pada Kolom Beton Bertulang*", dalam *Jurnal Teknik Gelagar*, Volume 16, No.01, April 2005, Halaman 1-9, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Universitas Muhamadiyah, Surakarta.
- Setiyabudi, A. (2010). "*Tinjauan Jenis Perekat pada Kolom Laminasi Bambu terhadap Keruntuban Lentur*", Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Infrastruktur Dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- 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.
- 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.
- 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.