

PENGARUH VARIASI JUMLAH DAN DIMENSI TULANGAN LONGITUDINAL MATERIAL BAMBU PADA PERBAIKAN KOLOM DENGAN METODE *CONCRETE JACKETING*

(The Effect of Amount and Dimension of Bamboo Longitudinal Reinforcement on Column Retrofitted with Concrete Jacketing Method)

Novita Rahmasari, Indradi Wijatmiko, Ari Wibowo
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: novitarahmasari96@gmail.com

ABSTRAK

Kolom merupakan elemen utama dari suatu struktur bangunan karena, kolom memiliki peran utama yaitu sebagai elemen yang menyangga beban aksial dari gaya tekan vertikal. Lokasi kritis keruntuhan struktur (*collapse*) berada pada kolom sehingga, perlu diperhatikan apabila kolom mengalami kerusakan. Keruntuhan pada kolom dapat berupa kerusakan akibat gempa bumi, *overloading*, tulangan kolom yang sudah luluh, dan beton keropos. Untuk mencegah keruntuhan dan memperbaiki kolom yang rusak maka diperlukan perkuatan dan perbaikan kolom. Pada penelitian ini kolom diretrofit menggunakan metode *Concrete Jacketing* dan akan dipasang sengkang dan tulangan longitudinal bermaterial bambu. Berdasarkan hasil penelitian, kolom retrofit dengan penggunaan tulangan bambu lebih mampu meningkatkan daktilitas, gaya tekan, modulus elastisitas serta kekakuan.

Kata Kunci: Jaket beton, gaya tekan, kekakuan, modulus elastisitas, daktilitas.

ABSTRACT

Column is a primary element of a building structure. Column has a leading role as a supporting element the axial load of the vertical press. The location of critical structure collapse are located on the column so that, we need to aware if the column suffering damage. The causes of a collapsed column might happens due to damaged column by earthquake, overloading, reinforcement of the columns that already persuaded, and the concrete is porous. To prevent collapse and repair the broken column, retaining and improvements are important. On this research column are retrofitted with Concrete Jacketing method and will be reinforced both transversally and longitudinally with bamboo. Based on the research results, retrofitted column with bamboo reinforcement has better ductility, compressive strength, elasticity modulus, and stiffness improvement.

Keyword: Concrete Jacketing, compressive strenght, stiffness, modulus elasticity, ductility.

1. PENDAHULUAN

Kolom merupakan suatu elemen utama dari struktur. Peran utama dari kolom adalah menyangga beban aksial tekan vertikal. Lokasi kritis keruntuhan struktur (*collapse*) berada pada kolom, sehingga perlu diperhatikan apabila kolom terdapat kerusakan. Kerusakan pada kolom dapat berupa keruntuhan akibat gempa bumi, *overloading*, tulangan

kolom yang sudah luluh, dan beton keropos. Untuk mencegah keruntuhan dan memperbaiki kolom yang rusak maka diperlukan perkuatan dan perbaikan kolom seperti *Concrete Jacketing*, *Fiber Reinforced Polymer*, dan *Steel Jacketing*. Pada penelitian ini digunakan metode Jaket Beton (*Concrete Jacketing*) guna meningkatkan kapasitas kolom. Metode

jaket beton merupakan metode perkuatan beton dengan penambahan pemasangan tulangan serta selimut beton pada kolom sehingga, dimensi pada kolom bertambah. mudah didapat, *renewable* dan memiliki kuat tarik 100 - 400 MPa.

Efektifitas kekekangan tulangan pada kolom akan meningkatkan jarak beton yang semakin kecil. Efektifitas akan mempengaruhi nilai gaya tekan, kekakuan, modulus elastisitas, dan daktilitas pada suatu struktur.

Pengujian kolom menggunakan *Compression Test Machine* sebagai alat uji tekan dan *Dial Gauge* sebagai pembacaan defleksi yang terjadi pada saat kolom diuji tekan. Pada penelitian ini akan didapat gaya tekan maksimum, kekakuan, modulus elastisitas dan daktilitas pada kolom retrofit sehingga dapat diketahui efektifitas pada kolom retrofit dengan variasi jumlah dan dimensi tulangan longitudinal yang berbeda.

2. BAMBU

Bambu dipilih sebagai tulangan alternatif karena, bambu memiliki kuat tarik yang sangat tinggi yang dapat dipertandingkan dengan baja. Disisi lain, bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable*, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dan dapat mereduksi efek global warming (Wibowo, 2017).

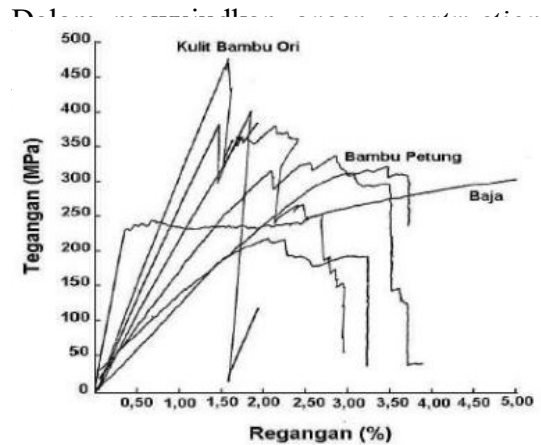
Tabel 2.1
Kuat tekan bambu petung.

Sifat Mekanika	Umur	Rata-rata (Mpa)
Kuat Tekan	Muda	37,52
	Dewasa	46,59
	Tua	43,13

Sumber: Sidik Mustafa (2010)

Tabel 2.2 Tegangan tarik bambu kering oven tanpa nodia dan dengan nodia.

Jenis Bambu	Tegangan Tarik (Mpa)	
	Tanpa Nodia	Dengan Nodia
Ori	291	128
Petung	190	116
Wulung	166	147
Tutul	216	74
Apus	151	55

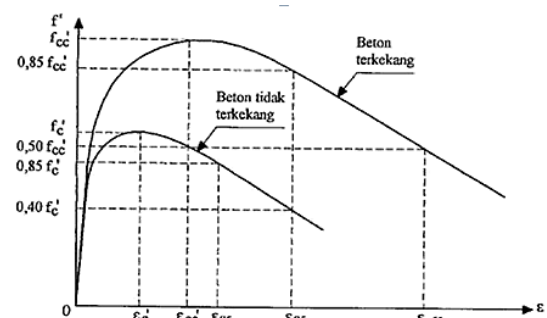


Gambar 1 Hubungan tegangan-regangan bambu dan baja.

Sumber: Morisco (1999)

Dari Gambar 1 tegangan-regangan bambu dan baja, dapat dilihat bahwa bambu petung memiliki kekuatan yang cukup tinggi dan lebih besar dari tegangan leleh baja.

3. BETON TERKEKANG



Gambar 2 Hubungan tegangan-regangan beton terkekang dan beton tidak terkekang.

Sumber : Hongmei Zhang et al. (2014)

Pada grafik beton terkekang setelah beban puncak, terjadi penurunan tegangan yang lebih landai, Hal ini menunjukkan bahwa daktilitas yang dimiliki oleh beton terkekang lebih besar dibanding dengan beton tidak terkekang. Pola seperti ini disebabkan karena daya dukung inti beton sebagian besar berasal dari tahanan tulangan lateral, sehingga penurunan

tegangan beton mempunyai pola tegangan – regangan tulangan lateral yang daktail.

Konfigurasi tulangan longitudinal akan mempengaruhi efektifitas kekekangan yang dimiliki oleh struktur kolom.

3.1 Kuat Beban Aksial Kolom

Rumus untuk mencari kuat beban aksial pada kolom adalah sebagai berikut:

$$P_{n(max)} = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \quad (2-3)$$

Rumus untuk analisis batang beton bertulang bambu dengan beban axial tekan murni (Sri Murni Dewi, 2013) adalah sebagai berikut:

$$P_{n(max)} = 0.85 f'_c (A_g - A_{bambu}) + (A_{bambu} \cdot f_{tk_{bambu}}) \quad (2-4)$$

Untuk analisis kuat beban aksial kolom retrofit bertulang bambu dapat diperoleh:

$$P_{n(max)} = 50\% [0.85 f'_c (A_{gkolom\ asli} - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] + [0.85 f'_c (A_{gkolom\ retrofit} - A_{bambu}) + (A_{bambu} \cdot f_{tk_{bambu}})] \quad (2-5)$$

Keterangan:

P_n : Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan (kN)

A_g : Luas penampang bruto beton (mm²)

f'_c : Kuat tekan beton (MPa)

f_y : tegangan leleh dari tulangan longitudinal (MPa)

A_{bambu} : luas penampang bambu (mm²)

$f_{tk_{bambu}}$: kuat tekan bambu (MPa)

Pada rumus kolom retrofit, diambil rumus 50% kuat beban aksial kolom asli dikarenakan pada saat pengujian kuat beban aksial dihentikan pada saat kolom asli mengalami penurunan kuat beban sebesar 50% dari kuat beban puncak turun kolom asli.

3.2 Tegangan-Regangan pada Beton Bertulang

Tegangan adalah perbandingan antara besaran gaya (P) yang bekerja per satuan luas (A). Digunakan rumus untuk mencari tegangan beton bertulang sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2-1)$$

Dimana :

σ : tegangan (kN/mm²)

P : gaya tekan (kN)

A : luas tampang melintang (mm²)

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal yang dihasilkan dari gaya tarik maupun gaya tekan yang terjadi pada suatu bahan. Digunakan rumus untuk mencari regangan pada beton bertulang sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2-2)$$

Dimana $\Delta L = l - l_0$

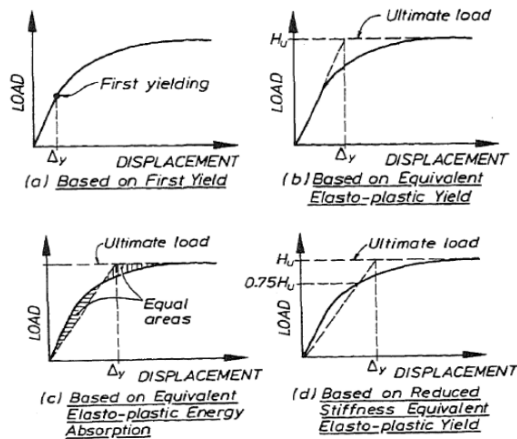
Dimana :

ε : Regangan

ΔL : Perubahan panjang akibat beban P (mm)

L : Panjang semula (mm)

3.3 Kekakuan dan Modulus Elastisitas Kolom



Gambar 3 Beberapa Alternatif Pengambilan Lendutan pada Titik Leleh. Sumber : Park (1988).

Lendutan pada titik leleh dapat diambil dari titik potong beban yang mana beban diambil 75% dari beban *ultimate* (Park, 1988).

Modulus elastisitas adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengetahui nilai kekakuan suatu benda. Semakin besar nilai modulus elastisitas suatu benda, maka benda menjadi kaku untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan. Demikian pula sebaliknya, semakin kecil nilai modulus elastisitas benda maka benda semakin mudah mengalami perpanjangan atau perpendekan. Digunakan rumus untuk mencari modulus elastisitas sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2-6)$$

Dimana :

- E : Modulus Elastisitas (kN/mm²)
- σ : Tegangan (kN/mm²)
- ε : Regangan

Kekakuan adalah gaya yang dibutuhkan suatu elemen untuk menghasilkan suatu lendutan (Genre & Timoshenko, 1996). Digunakan rumus untuk mencari kekakuan sebagai berikut:

$$k = \frac{P}{\Delta} \quad (2-7)$$

3.4 Daktilitas Kolom

Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari suatu bahan yang dapat melalui perubahan bentuk secara permanen tanpa adanya kerusakan. Keuletan diperlukan pada proses perencanaan beban terhadap suatu bahan guna mencegah kerusakan yang tidak terdeteksi apabila suatu bahan menerima beban yang besar secara tiba-tiba, karena perubahan bentuk plastis pada bahan akan membantu untuk mengidentifikasi beban yang berlebihan sebelum terjadi kerusakan yang tidak diinginkan. Berikut merupakan rumus untuk mencari daktilitas dari suatu bahan:

$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta u}{\Delta y} \quad (2-8)$$

Dimana :

- μΔ : Nilai daktilitas
- Δu : Deformasi *ultimate* (mm)
- Δy : Deformasi leleh (mm)

4. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan alat uji tekan, sehingga dapat mengetahui gaya tekan dan defleksi pada kolom asli dan retrofit.

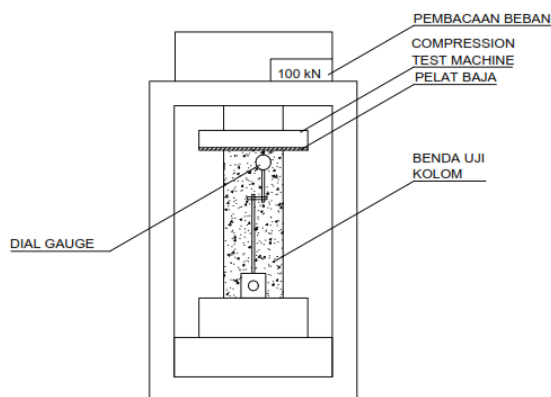
Prosedur pertama yang dilakukan adalah perencanaan *mix design* kolom. Setelah didapat hasil *mix design*, adonan beton dibuat dan dituangkan pada bekisting silinder dan kolom. Setelah 72 jam cetakan benda uji silinder dan kolom di buka dan dilakukan proses *curing*, untuk menghilangkan panas hidrasi dari benda uji. *Curing* dilakukan selama 28 hari. Benda uji silinder dan kolom yang telah berumur 28 hari, diuji dengan *Compression Test Machine*, sehingga didapat kuat tekan daktilitas, modulus elastisitas, dan kekakuan dari masing-masing benda uji.

Tabel 3.1
Benda uji kolom retrofit.

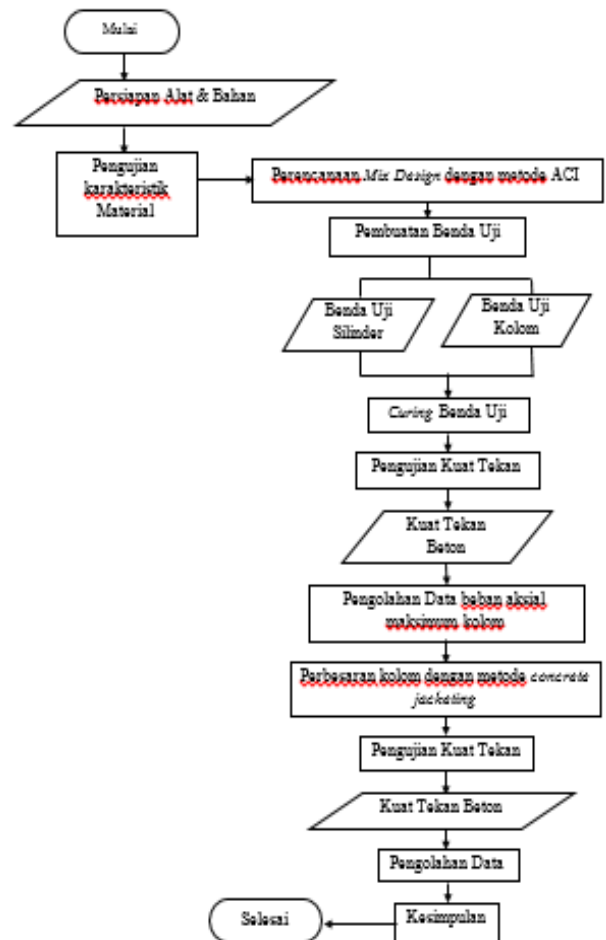
Tulangan	rho	Jarak sengkang	
A2	4bh 10 x 10	1,23	7,5 cm
B2	8bh 10 x 5	1,23	7,5 cm
C2	4bh 10 x 20	2,47	7,5 cm
D2	8bh 10 x 10	2,47	7,5 cm

Tabel 3.2
Jumlah benda uji.

Varian	Jumlah
Benda uji silinder sampel kolom asli	3 buah
Benda uji kolom asli	12 buah
Benda uji silinder sampel kolom retrofit	4 buah
Benda uji kolom retrofit kode A2	3 buah
Benda uji kolom retrofit kode B2	3 buah
Benda uji kolom retrofit kode C2	3 buah
Benda uji kolom retrofit kode D2	3 buah



Gambar 4 Pengujian benda uji dengan *compression test machine* dan *dial gauge*.



Gambar 5 Diagram alir tahapan penelitian.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

Hasil pemeriksaan pada agregat halus sebagai berikut :

1. Zona agregat = Zona 1
2. Berat Jenis (SSD) = 2,48
3. Berat Isi = 1436,9gr/cc
4. Absorpsi = 4,43 %
5. Kadar Air = 4,43 %

Hasil pemeriksaan pada agregat kasar sebagai berikut:

1. Modulus halus = maksimum 20

mm untuk kolom asli

dan

10 mm untuk retrofit

2. Berat Jenis (SSD) = 2,65326

3. Berat Satuan = 1427,59839
gr/cc
4. Absorpsi = 5,57414 %

5.2 DATA HASIL UJI TARIK BAJA TULANGAN

Didapatkan hasil uji tarik tulangan D10 dan Ø6 adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1
Hasil Uji Tulangan Baja.

Benda Uji	Diameter	Tegangan Leleh (fy)	Tegangan Ultimit	Tegangan Leleh Rata-Rata	Tegangan Ultimit Rata-Rata
	(mm)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1A	7,6	266,73	357,11	266,73	357,11
1B	7,6	266,73	357,11		
2A	5,7	168,51	321,35	168,51	321,35
2B	5,7	168,51	321,35		

5.2 DATA HASIL KUAT TEKAN BENDA UJI

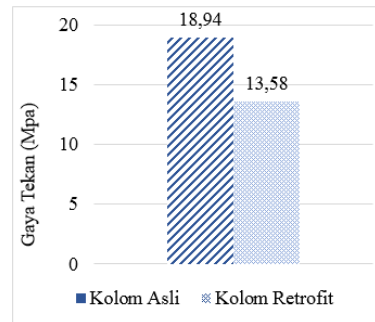
Pada pengujian kuat tekan beton diambil tiga benda uji kuat tekan pada satu kali *mix design*. Hasil kuat tekan uji beton sebagai berikut:

Tabel 5.2
Hasil uji kuat tekan beton benda uji silinder (sampel benda uji pada kolom asli).

Kode Benda Uji	Umur	Berat	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
	(Hari)	(kg)	(kN)	(Mpa)	(Mpa)
A1	28	12,8	336	19,01	18,94
A2		12,75	334	19,47	
A3		12,8	324	18,33	

Tabel 5.3
Hasil uji kuat tekan beton benda uji silinder (sampel benda uji pada kolom retrofit).

Kode Benda Uji	Umur	Berat	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
	(Hari)	(kg)	(kN)	(Mpa)	(Mpa)
R1	28	12,25	160	9,05	13,58
R2		12,35	231	13,07	
R3		12,4	329	18,62	



Gambar 5 Grafik perbandingan hasil uji tekan beton uji silinder kolom asli dengan kolom retrofit.

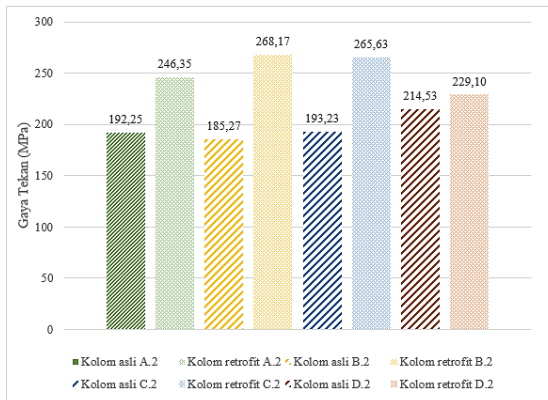
Hasil pengujian kuat tekan beton dari uji silinder kolom asli untuk benda uji A1, A2 dan A3 rata-rata bernilai 18,94 MPa dan, rata-rata 13,58 Mpa pada kolom retrofit benda uji R1, R2 dan R3.

Tabel 5.4
Hasil rata-rata kuat beban aksial kolom asli.

Kode Benda Uji Kolom Asli	Kuat Tekan Beton (fc')	Kekuatan Nominal Kolom (Pn) Secara Teoritis	Kekuatan Maksimum Kolom (Pu) Secara Aktual
	(Mpa)	kN	kN
A.2	18,94	262,71	192,25
B.2	18,94	262,71	185,27
C.2	18,94	262,71	193,23
D.2	18,94	262,71	214,53

Tabel 5.5
Hasil rata-rata kuat beban aksial kolom retrofit.

Kode Benda Uji Kolom Retrofit	Kuat Tekan Beton (fc')	Kekuatan Nominal Kolom (Pn) Secara Teoritis	Kekuatan Maksimum Kolom (Pu) Secara Aktual
	(Mpa)	kN	kN
A.2	13,58	351,78	246,35
B.2	13,58	351,78	268,17
C.2	13,58	364,41	265,63
D.2	13,58	364,41	229,10



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil gaya tekan aktual maksimum kolom asli dengan kolom retrofit.

Dari pengujian kuat beban aksial kolom asli dengan kolom retrofit didapatkan hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom asli A.2 sebesar 192,45kN sedangkan hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom retrofit A.2 sebesar 246,35 kN, apabila di persentasikan maka kolom retrofit A.2 mengalami peningkatan kuat beban aksial sebesar 28,14 % dari kuat beban aksial maksimum kolom asli A.2. Untuk hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom asli B.2 sebesar 185,27 kN sedangkan hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom retrofit B.2 sebesar 268,17 kN, apabila di persentasikan maka kolom retrofit B.2 mengalami peningkatan kuat beban aksial sebesar 30,91 % dari kuat beban aksial maksimum kolom asli B.2. Untuk hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom asli C.2 sebesar 193,23 kN sedangkan hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom retrofit C.2 sebesar 265,63 kN, apabila di persentasikan maka kolom retrofit C.2 mengalami peningkatan kuat beban aksial sebesar 27,25 % dari kuat beban aksial maksimum kolom asli C.2. Untuk hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom asli D.2 sebesar 214,53 kN sedangkan hasil kuat beban aksial maksimum pada kolom retrofit D.2 sebesar 229,10 kN, apabila di persentasikan maka kolom retrofit D.2 mengalami peningkatan kuat

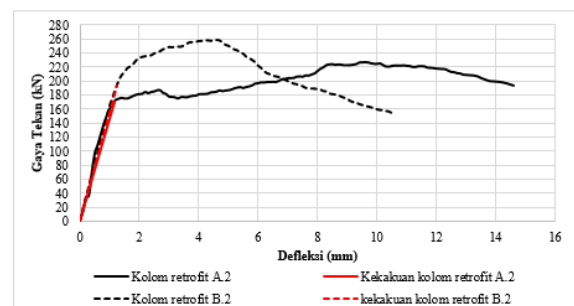
beban aksial sebesar 6,36% dari kuat beban aksial maksimum kolom asli D.2.

5.3 DATA HASIL ANALISIS KOLOM RETROFIT A2-B2

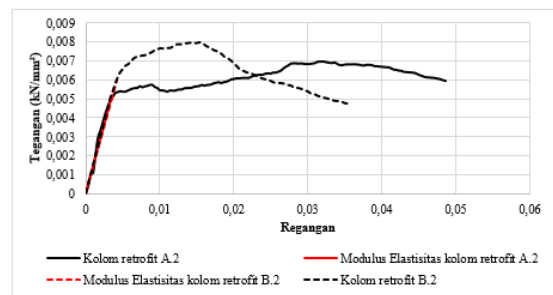
Tabel 5.5

Tabel perbandingan hasil penelitian kolom retrofit A.2 dengan B.2.

Kode Benda Uji Kolom	Gaya Tekan Maksimum	Kekakuan	Modulus Elastisitas	Daktilitas
A.2	264,35	159,67	1,48	9,31
B.2	268,17	161,39	1,5	5,41



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil gaya tekan dan defleksi kolom retrofit A.2-B.2.



Gambar 7 Grafik perbandingan tegangan-regangan kolom retrofit A.2-B.2.

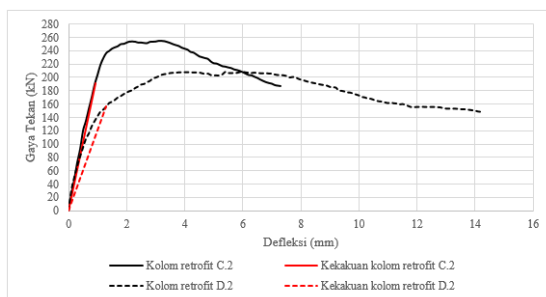
Pada perbaikan kolom asli C.2, kolom retrofit C.2 mengalami penurunan daktilitas sebesar 45,70 % dibanding dengan kolom retrofit D.2 yang mengalami peningkatan daktilitas sebesar 109,63 %. Perubahan kekakuan dan modulus elastisitas kolom retrofit D.2 lebih baik dari pada kolom retrofit C.2, pada kolom retrofit D.2 memiliki perubahan kekakuan sebesar 13,85 % sedangkan kolom retrofit C.2 memiliki penurunan kekakuan sebesar -4,71%. Untuk perubahan modulus elastisitas pada

kedua kolom retrofit tersebut mengalami penurunan dari kolom aslinya, namun pada kolom retrofit D.2 memiliki perubahan modulus elastisitas sebesar -49,02% lebih kecil dari pada kolom retrofit C.2 yang mempunyai perubahan modulus elastisitas sebesar -57,65%.

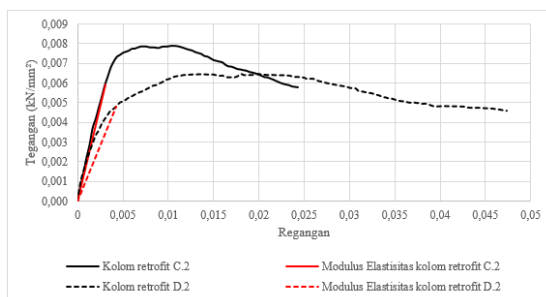
5.4 DATA HASIL ANALISIS KOLOM RETROFIT C.2.D.2

Tabel 5.6
Tabel perbandingan hasil penelitian kolom retrofit C.2 dengan D.2.

Kode Benda Uji Kolom	Gaya Tekan Maksimum	Kekakuan	Modulus Elastisitas	Daktilitas
C.2	265,63	218,67	2,0248	6,08
D.2	229,10	132,25	1,2245	8,11



Gambar 8 Grafik perbandingan hasil gaya tekan dan defleksi kolom retrofit C.2-D.2.



Gambar 9 Grafik perbandingan tegangan-regangan kolom retrofit C.2-D.2.

6. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai gaya tekan maksimum kolom retrofit A.2 lebih besar 28,14 % dibanding

nilai gaya tekan maksimum kolom asli A.2, nilai gaya tekan maksimum kolom retrofit B.2 lebih besar 44,74 % dibanding nilai gaya tekan maksimum kolom asli B.2, nilai gaya tekan maksimum kolom retrofit C.2 lebih besar 37,46 % dibanding nilai gaya tekan maksimum kolom asli C.2, dan untuk gaya tekan maksimum kolom retrofit D.2 lebih besar 6,78 % dari nilai gaya tekan maksimum kolom asli D.2.

2. Kolom retrofit B.2 yang dipasang 8 buah tulangan longitudinal bambu dimensi 10 x 5 mm mendapatkan gaya tekan yang lebih besar dibandingkan dengan kolom retrofit A.2 yang dipasang 4 buah tulangan longitudinal bambu dimensi 10 x 10 mm. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kolom retrofit B.2 memiliki gaya tekan maksimum 44,74 % lebih besar dibandingkan dengan gaya tekan maksimum kolom retrofit A.2 namun, nilai kekakuan dan modulus elastisitas kolom retrofit B.2 lebih kecil 30,70 % dibanding nilai kekakuan dan modulus elastisitas kolom retrofit A.2. Pada perbaikan kolom asli A.2, kolom retrofit A.2 mengalami peningkatan daktilitas sebesar 42,14 % dibanding dengan kolom retrofit B.2 yang hanya mengalami peningkatan daktilitas sebesar 2,76 %. Kolom retrofit C.2 yang dipasang 4 buah tulangan longitudinal bambu dimensi 10 x 20 mm lebih efektif dibandingkan dengan kolom retrofit D.2 yang dipasang 8 buah tulangan longitudinal bambu dimensi 10 x 10 mm. Hasil pengujian kuat tekan didapatkan bahwa kolom retrofit D.2 lebih kecil 6,79 % dibandingkan dengan gaya tekan maksimum kolom retrofit C.2. Namun nilai kekakuan dan modulus elastisitas kolom retrofit D.2 lebih besar 13,85 % dibanding kekakuan dan modulus elastisitas kolom retrofit C.2. Selain itu pada perbaikan kolom asli C2, kolom retrofit C.2 mengalami penurunan daktilitas sebesar 3,87 % sedangkan untuk kolom retrofit D.2 mengalami peningkatan daktilitas sebesar 8,11 %.

3. Secara teori kolom dengan konfigurasi tulangan longitudinal yang lebih banyak memiliki nilai kedaktilan yang lebih besar dibanding dengan kolom dengan konfigurasi tulangan longitudinal yang sedikit namun, pada penelitian kolom retrofit C.2 lebih daktail dibandingkan dengan kolom retrofit D.2. Hal ini mungkin terjadi karena ada beberapa tulangan transversal yang berfungsi sebagai pengekang lepas, sehingga kolom mudah mengalami runtuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, Ahmad. 2016. *Perkuatan Kolom Beton Dengan Metode Jacketing Menggunakan Tulangan Bambu*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Cusson, D. dan Paultre, P. 1995. *Stress Strain Model for Confined High Strength Concrete*. Jurnal of Structural Engineering. Vol. 121 (3), halaman 468 – 477.
- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Frick, Heinz. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Penerbit Kansius. Semarang : Universitas Soegijapranata.
- Ghavami, K. 2005. *Bamboo as Reinforcement in Struvctural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, eievier, 27, 637-649.
- Kurniansyah, Arry., Elvira., & Yusuf, M. 2013. *Pengaruh Pengekangan (Confinement) dengan Variasi Jarak Senggang terhadap Peningkatan Kapasitas Kekuatan Kolom*. Tanjungpura : Jurnal Teknik Sipil Vol.13, No.1.
- Mander, J.B., Priestley, M. J. N., & Park, R. 1988. *Theoretical Stress Strain Model for Confined Concrete*. Jurnal of Structural Engineering. Vol. 114 (8), halaman 1804 – 1826.
- McCormac, JC. 2004. *Desain Beton Bertulang*. Jilid ke-1. Sumargo, penerjemah : Sinamarta L, editor. Jakarta: Penerbit Erlangga. Terjemahan dari : Design of Reinforced Concrete Fifth Edition.
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset. Yogyakarta.
- Mulyati dan A, Arman. 2016. *Tinjauan Kuat Lekat Tulangan Bambu Dengan Beton*. Padang : Jurnal Momentum Vol. 18, No.2.
- Mustafa, S. 2010. *Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Bambu Petung pasa Bambu Muda, Dewasa, dan Tua*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Nawy, GE. 1985. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*. Suryoatmono B, penerjemah. Bandung : PT. Refika Aditama. Terjemahan dari : Reinforced Concrete – A Fundamental Approach.
- Pathurahman. 1998. *Aplikasi Bambu pada Struktur Gable Frame*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Park,R & Paulay,T. 1974. *Reinforced Concrete Structures*. New Zealand : Departement of Civil Engineering, University of Canterbury.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847-2013. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tavio., Wimbadi. I ., & Roro. 2011. *Studi Daktalitas Kurvatur Pada Kolom Persegi Panjang Beton Infrastruktur Bertulang Terkekang Dengan Menggunakan Visual Basic 6.0*. Seminas Nasional VII Penanganan Kegagalan Pembangunan dan Pemeliharaan. Surabaya : Institut Teknologi Surabaya.
- Wonlele, Tedy., Dewi, Sri Murni., Nurlina, Siti. 2013. *Penerapan Bambu Sebagai Tulangan Dalam Struktur Batang Beton Bertulang*. Jurnal Rekayasa Sipil. Vol.7, No.1

