

PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN *FIBER GLASS JACKET* PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK

Johanes Januar Sudjati¹, Lisa Caroline² dan Christian Mukti Tama³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: januar@mail.uajy.ac.id

²Alumni Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta

ABSTRAK

Perkuatan kolom dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *concrete jacket*, *steel jacket* dan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). *Fiber Reinforced Polymer* yang digunakan ada tiga macam, yaitu: *Glass Fiber Reinforced Polymer*, *Aramid Fiber Reinforced Polymer* dan *Carbon Fiber Reinforced Polymer*. Penelitian ini menggunakan *fiber glass*, yang biasanya digunakan untuk membuat tandon air, sebagai bahan perkuatan kolom, sebagai alternatif bahan perkuatan yang biayanya lebih murah. Penelitian bertujuan untuk meninjau persentase kenaikan kapasitas beban aksial kolom yang diperkuat dengan *fiber glass jacket*. Digunakan 8 benda uji kolom pendek dengan ukuran penampang melintang 120 mm x 120 mm dan panjang 750 mm dan 8 benda uji kolom langsing dengan ukuran penampang melintang 120 mm x 120 mm dan panjang 1300 mm. Benda uji kolom diberi lapisan *fiber glass* sebanyak tiga lapis dan diberikan beban aksial tekan eksentrik dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm. Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan kapasitas beban aksial pada kolom pendek sebesar 35,86% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 57,53% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Sedangkan pada kolom langsing kapasitas beban aksial kolom meningkat sebesar 47,54% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 63,65% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm.

Kata Kunci: perkuatan, *fiber glass*, kapasitas beban aksial

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan kadang harus memikul beban yang lebih besar dari rencana semula akibat perubahan fungsi bangunan. Juga dapat dijumpai struktur bangunan yang memiliki kualitas seperti kuat tekan beton yang lebih rendah dari yang direncanakan. Untuk itu perlu dilakukan perkuatan struktur dengan beberapa metode seperti *concrete jacket*, *steel jacket* dan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). *Fiber Reinforced Polymer* yang digunakan ada tiga macam, yaitu: *Glass Fiber Reinforced Polymer*, *Aramid Fiber Reinforced Polymer* dan *Carbon Fiber Reinforced Polymer*. Bahan FRP yang digunakan saat ini masih diproduksi di luar negeri sehingga biayanya masih sangat mahal, untuk itu perlu dipikirkan alternatif bahan perkuatan yang diproduksi di dalam negeri, biayanya murah, mudah dikerjakan dan waktu pekerjaannya cepat. Dalam penelitian ini digunakan bahan *fiber glass* tipe *woven roving*, yang diproduksi di dalam negeri dan selama ini digunakan untuk pembuatan tandon air, sebagai bahan perkuatan kolom. Penelitian bertujuan untuk meninjau peningkatan kapasitas beban aksial dan daktilitas kolom yang diperkuat dengan *fiber glass*.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Penelitian Sudarsana dan Sutapa (2007)

Sudarsana dan Sutapa (2007) melakukan pengujian kuat tekan silinder beton yang diperkuat dengan *fiber glass* tipe *woven roving* dengan variasi panjang lewatan (*overlapping*) 12 mm, 16 mm, 20 mm dan 24 mm. Variasi panjang lewatan didasarkan pada tegangan tarik ultimit dan tegangan rekatan ultimit *fiber glass*. Dari hasil pengujian diperoleh perkuatan silinder beton dengan satu lapis *fiber glass* mampu meningkatkan kapasitas beban aksial sebesar 15,25% dan daktilitas sebesar 47,14% pada sambungan lewatan 24 mm.

Penelitian Sudjati dkk. (2013)

Sudjati dkk (2013) melakukan pengujian kuat tekan silinder beton dan uji kuat tekan kolom beton yang diberi perkuatan dengan variasi satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass* tipe *woven roving*. Kolom beton diberi beban aksial tekan konsentrik dan eksentrik 75 mm. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton pada benda uji

silinder yang diperkuat dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass* meningkat sebesar 14,61%, 30,80% dan 47,82%. Modulus elastisitas benda uji silinder yang diperkuat dengan dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass* meningkat sebesar 6,54%, 13,15% dan 22,36%. Sedangkan beban aksial maksimum benda uji kolom dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass* meningkat 13,76%, 24,54% dan 38,58% untuk beban aksial tekan konsentrik, dan 48,70%, 55,25% dan 74,46% untuk beban aksial tekan eksentrik.

Beban aksial kolom eksentrik

Kolom yang memikul beban aksial yang bekerja eksentrik dapat mengalami keruntuhan tekan atau keruntuhan tarik. Keruntuhan tekan terjadi bila regangan pada tepi terluar beton tekan mencapai regangan maksimum terlebih dahulu sebelum tulangan tarik terluar mencapai regangan luluh. Keruntuhan tarik terjadi bila regangan tulangan tarik terluar mencapai regangan luluh terlebih dahulu sebelum regangan tepi terluar beton tekan mencapai regangan maksimum. Menurut Nawy (1990) beban aksial nominal kolom dengan tulangan tekan yang sudah luluh pada kondisi keruntuhan tarik dapat dihitung dengan persamaan (1)

$$P_n = 0,85 f'_c b d \left\{ \frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d}\right)^2 + 2 \frac{f_y}{0,85 f'_c} \rho \left(1 - \frac{d'_s}{d}\right)} \right\} \quad (1)$$

keterangan: b = lebar kolom, d = tinggi efektif kolom, h = tebal kolom, e = eksentrisitas, ρ = rasio tulangan tarik, d'_s = jarak tulangan tekan ke tepi terluar.

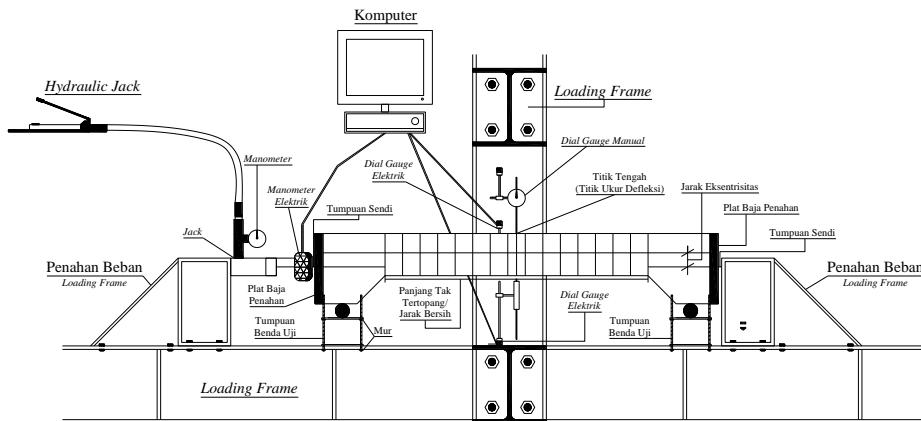
Daktilitas kolom

Daktilitas adalah kemampuan struktur untuk tidak mengalami keruntuhan secara tiba-tiba (getas) tetapi masih mampu mengalami deformasi yang cukup besar pada saat beban maksimum tercapai sebelum struktur tersebut mengalami keruntuhan. Daktilitas dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara lendutan saat kondisi ultimit (Δ_u) dan lendutan saat luluh pertama (Δ_y) seperti persamaan berikut:

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (2)$$

3. CARA PENELITIAN

Pertama kali dilakukan pengujian bahan atas agregat halus yaitu pasir meliputi pemeriksaan gradasi, berat jenis, serapan agregat, kadar lumpur dan kandungan zat organik. Untuk agregat kasar yaitu batu pecah dilakukan pemeriksaan gradasi, berat jenis, serapan air dan uji *Los Angeles Abrasion Test*. Setelah itu dilakukan pembuatan rencana adukan beton dengan mengacu pada peraturan SNI T-15-1990-03. Pada penelitian ini digunakan 8 benda uji kolom pendek dengan ukuran 120 mm x 120 mm x 750 mm dan 8 benda uji kolom langsing dengan ukuran 120 mm x 120 mm x 1300 mm. Benda uji kolom diberi tulangan longitudinal 4P8 dan sengkang P6-50. Empat benda uji kolom pendek dan 4 benda uji kolom langsing diberi beban aksial tekan dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm. Sedangkan 4 benda uji kolom pendek dan 4 benda uji kolom langsing lainnya diberi perkuatan dengan 3 lapis *fiber glass* dan diberikan beban aksial tekan dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm. *Setup* pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Setup* pengujian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas beban aksial kolom

Hasil pengujian kolom dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel dapat dilihat bahwa kolom pendek yang diperkuat dengan 3 lapis *fiber glass* memiliki peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 35,86% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 57,53% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Sedangkan untuk kolom langsing memperlihatkan peningkatan kapasitas beban aksial 47,54% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 63,65% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa perkuatan kolom dengan 3 lapis *fiber glass* mampu meningkatkan kapasitas beban aksial kolom. Semakin besar eksentrisitas beban aksial terlihat bahwa persentase peningkatan kapasitas beban aksial semakin tinggi. Persentase kenaikan kapasitas beban aksial juga terlihat lebih tinggi pada kolom langsing dibanding pada kolom pendek. Ini menunjukkan bahwa selimut *fiber glass* mampu memberikan pegekangan pada beton sehingga menaikkan kapasitas beban aksial kolom.

Tabel 1. Perbandingan kapasitas beban aksial kolom

Tipe kolom		Eksentrisitas 70 mm		Eksentrisitas 90 mm	
		Beban aksial maksimum (kN)	Peningkatan beban aksial (%)	Beban aksial maksimum (kN)	Peningkatan beban aksial (%)
Kolom pendek	Kolom normal	81,15	35,86	53,33	57,53
	Kolom perkuatan	110,25		84,01	
Kolom langsing	Kolom normal	77,20	47,54	47,17	63,65
	Kolom perkuatan	113,89		77,195	

Daktilitas kolom

Tabel 2 memperlihatkan nilai daktilitas kolom. Kolom pendek yang diperkuat dengan 3 lapis *fiber glass* memiliki peningkatan daktilitas sebesar 13,76% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 16,35% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Peningkatan daktilitas sebesar 16,65% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 19,03% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm dapat dilihat pada kolom langsing. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa perkuatan kolom dengan 3 lapis *fiber glass* mampu meningkatkan daktilitas kolom. Semakin besar eksentrisitas beban aksial terlihat bahwa persentase peningkatan daktilitas semakin tinggi. Persentase kenaikan daktilitas juga terlihat lebih tinggi pada kolom langsing dibanding pada kolom pendek. Ini menunjukkan bahwa selimut *fiber glass* mampu memberikan pegekangan pada beton sehingga menaikkan daktilitas kolom.

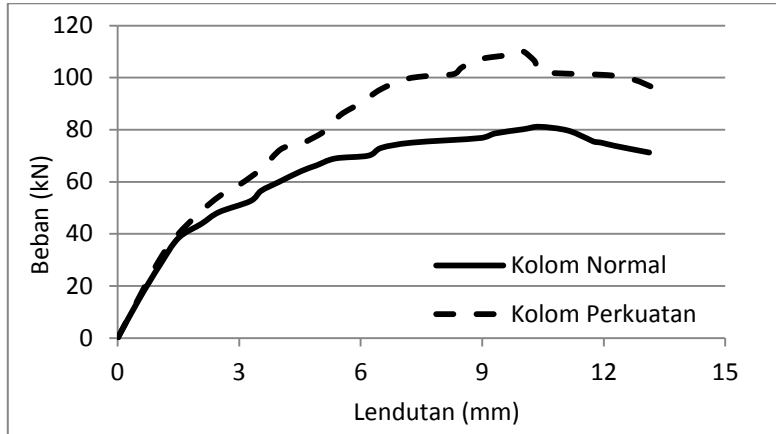
Tabel 2. Perbandingan daktilitas kolom

Tipe kolom		Eksentrisitas 70 mm		Eksentrisitas 90 mm	
		Daktilitas	Peningkatan beban aksial (%)	Daktilitas	Peningkatan beban aksial (%)
Kolom pendek	Kolom normal	1,72	13,76	1,30	16,35
	Kolom perkuatan	1,96		1,51	
Kolom langsing	Kolom normal	1,36	16,65	1,32	19,03
	Kolom perkuatan	1,58		1,57	

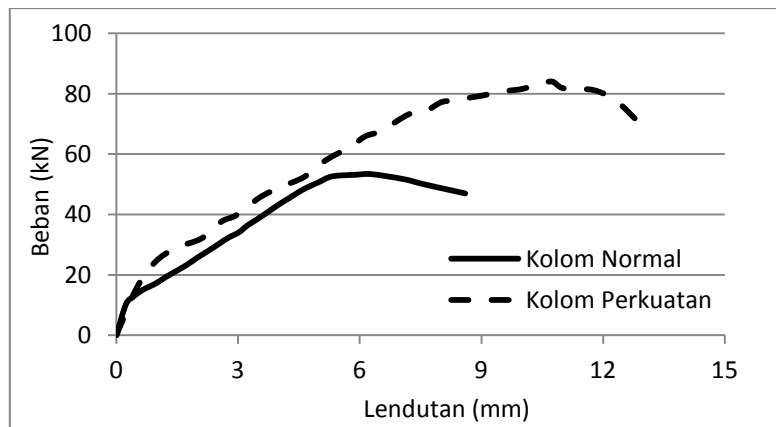
Hubungan beban aksial dan lendutan

Hubungan beban aksial dan lendutan benda uji kolom pendek yang diberikan beban aksial dengan eksentrisitas 70 mm dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan hubungan beban aksial dan lendutan benda uji kolom pendek yang diberikan beban aksial dengan eksentrisitas 90 mm dapat dilihat pada gambar 3. Terlihat bahwa kolom yang diberi perkuatan dengan *fiber glass* memperlihatkan kekakuan yang lebih besar dibanding kolom yang tanpa perkuatan. Hal ini dapat dilihat dari kurva beban-lendutan kolom perkuatan yang terletak di atas kolom normal. Hal ini

menunjukkan bahwa selimut *fiber glass* mampu meningkatkan kekakuan kolom. Lendutan saat tercapainya beban aksial maksimum juga meningkat 47,61% untuk kolom pendek yang diberikan beban aksial dengan eksentrisitas 70 mm dan 86,35% untuk kolom pendek dengan eksentrisitas beban aksial 90 mm. Ini juga menunjukkan bahwa kolom pendek yang diberi perkuatan *fiber glass* bersifat lebih daktail.

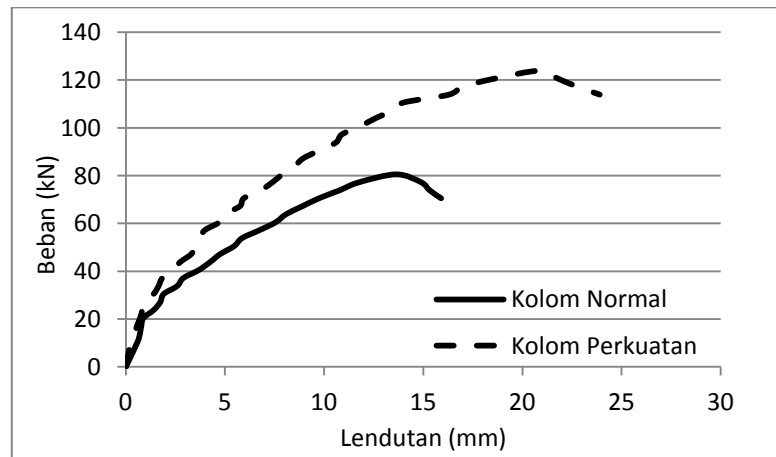


Gambar 2. Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek dengan eksentrisitas 70 mm

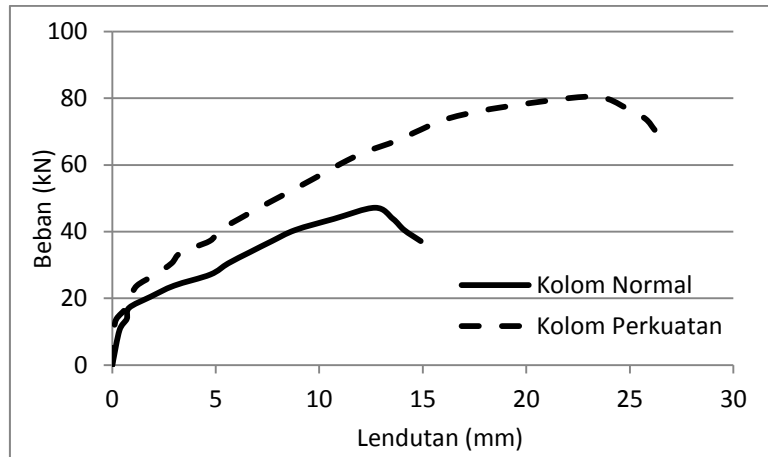


Gambar 3. Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek dengan eksentrisitas 90 mm

Hubungan beban aksial dan lendutan benda uji kolom langsing yang diberikan beban aksial dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing dengan eksentrisitas 70 mm



Gambar 5. Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing dengan eksentrisitas 90 mm

Perkuatan kolom dengan *fiber glass* pada kolom langsing juga terlihat mampu meningkatkan kekakuan kolom, hal ini terlihat dari kolom perkuatan yang memiliki kurva beban-lendutan yang terletak di atas kolom normal. Kolom langsing yang diberi perkuatan *fiber glass* menunjukkan peningkatan lendutan saat tercapainya beban aksial maksimum sebesar 60,48% untuk kolom dengan eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 82,68% untuk kolom dengan eksentrisitas beban aksial 90 mm. Terlihat kolom dengan perkuatan *fiber glass* bersifat lebih daktail dibanding kolom tanpa perkuatan.

5. KESIMPULAN

Kolom pendek yang diperkuat dengan 3 lapis *fiber glass* mengalami peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 35,86% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 57,53% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Perkuatan kolom langsing dengan *fiber glass* mampu meningkatkan kapasitas beban aksial sebesar 47,54% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 63,65% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Daktilitas kolom pendek yang diperkuat dengan 3 lapis *fiber glass* meningkat sebesar 13,76% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 16,35% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Sedangkan kolom langsing mengalami peningkatan daktilitas sebesar 16,65% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 19,03% untuk eksentrisitas beban aksial 90 mm. Kolom yang diberi perkuatan dengan *fiber glass* juga memperlihatkan peningkatan kekakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- SK SNI T-15-1990-03. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Yayasan LPMB, Bandung
- Nawy, E.G. (1990). *Beton bertulang suatu pendekatan dasar*. Penerbit Eresco, Bandung
- Sudarsana, K. dan Sutapa, G., (2007). "Perkuatan kolom bulat beton bertulang dengan lapis glass fiber reinforced polymer (GFRP)", *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 11, no. 1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana
- Sudjati, J.J, Nugroho, H. dan Mahendra, P.G. (2013) "Perkuatan kolom beton bertulang dengan glass fiber jacket untuk meningkatkan kapasitas beban aksial". *Prosiding KoNTekS 7*, UNS Surakarta