

PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN *GLASS FIBER JACKET* UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS BEBAN AKSIAL (034S)

Johanes Januar Sudjati¹, Hastu Nugroho² dan Paska Garien Mahendra³

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

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

ABSTRAK

Bahan perkuatan struktur yang ada saat ini masih diproduksi di luar negeri sehingga biayanya masih sangat mahal, untuk itu perlu dipikirkan alternatif bahan perkuatan yang biayanya lebih murah, mudah dikerjakan dan waktu pekerjaannya cepat. Dalam penelitian ini digunakan bahan *fiberglass*, yang digunakan untuk pembuatan tandon air, sebagai bahan perkuatan kolom. Penelitian bertujuan untuk meninjau peningkatan kuat tekan beton dan kapasitas beban aksial kolom yang diperkuat dengan *fiberglass*. Digunakan benda uji silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 24 buah, dan benda uji kolom dengan ukuran penampang melintang 75 mm x 75 mm dan panjang 750 mm sebanyak 16 buah. Benda uji silinder dan kolom diberi lapisan *fiberglass* dengan variasi satu lapis, dua lapis dan tiga lapis. Dilakukan uji kuat tekan pada benda uji silinder sedangkan benda uji kolom diberikan beban tekan konsentrik dan beban tekan eksentrik dengan eksentrisitas 75 mm. Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan kuat tekan beton pada benda uji silinder dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiberglass* sebesar 14,61%, 30,80% dan 47,82%. Sedangkan beban aksial maksimum kolom dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiberglass* meningkat 13,76%, 24,54% dan 38,58% untuk beban tekan konsentrik, dan 48,70%, 55,25% dan 74,46% untuk beban tekan eksentrik.

Kata kunci: *fiberglass*, kuat tekan, beban tekan konsentrik, beban tekan eksentrik

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan yang sudah berdiri kadang harus memikul beban yang lebih besar dari rencana semula akibat perubahan fungsi bangunan. 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 ada saat ini masih diproduksi di luar negeri sehingga biayanya masih sangat mahal, untuk itu perlu dipikirkan alternatif bahan perkuatan yang biayanya lebih murah, mudah dikerjakan dan waktu pekerjaannya cepat. Dalam penelitian ini bahan *fiberglass* yang diproduksi di dalam negeri dan selama ini digunakan untuk pembuatan tandon air digunakan sebagai bahan perkuatan kolom. Penelitian bertujuan untuk meninjau peningkatan kuat tekan beton dan kapasitas beban aksial kolom yang diperkuat dengan *fiberglass*.

2. LANDASAN TEORI

Kuat tekan beton

Kuat tekan beton adalah beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur saat diberikan beban tekan. Nilai kuat tekan beton diperoleh melalui pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu sampai terjadi kehancuran benda uji (SK SNI 03-1974-1990). Benda uji untuk uji kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm dan diuji pada umur 28 hari setelah pencoran beton. Nilai kuat tekan beton diperoleh dengan persamaan (1).

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

keterangan: f_c = kuat tekan beton (MPa), P = beban tekan maksimum (N) dan A = luas penampang benda uji silinder (mm²).

Modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas beton adalah kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier. Umumnya peningkatan nilai kuat tekan beton akan sebanding dengan peningkatan nilai modulus elastisitas beton tersebut. Nilai modulus elastisitas beton tergantung dari nilai kuat tekan beton tersebut. Umumnya nilai modulus elastisitas beton sekitar 25 – 50% dari kuat tekan f'_c (Wang dan Salmon, 1990). Bila modulus elastisitas diambil sebesar 40% dari kuat tekan f'_c maka, nilai modulus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan (2)

$$E = \frac{0,4 f'_c}{\varepsilon} \quad (2)$$

keterangan: E = modulus elastisitas (MPa) dan ε = regangan terkoreksi saat tegangan tekan $0,4 f'_c$

Beban aksial kolom konsentrik

Kolom konsentrik memikul beban aksial yang tepat bekerja di titik berat penampang kolom. Menurut SNI 03-2847-2002, beban aksial nominal kolom dengan pengikat sengkang dihitung dengan persamaan (3).

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \} \quad (3)$$

keterangan: A_g = luas penampang bruto kolom, A_{st} = luas total tulangan baja, f_y = tegangan luluh baja

Beban aksial kolom eksentrik

Kolom yang memikul beban aksial yang bekerja di luar titik berat penampang 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 dihitung dengan persamaan (4)

$$P_n = 0,85 f'_c b d \left\{ \frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d} \right)^2 + 2 \frac{f_y}{0,85 f'_c} \rho \left(1 - \frac{d'_s}{d} \right)} \right\} \quad (4)$$

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

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 dilakukan dua jenis pengujian yaitu uji kuat tekan silinder dan uji kuat tekan kolom yang diberi beban konsentrik dan eksentrik. Untuk pengujian kuat tekan digunakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm sebanyak 24 buah. Benda uji silinder dibuat dalam 4 variasi (masing-masing 6 benda uji silinder), yaitu tanpa dibungkus dengan *fiberglass*, dibungkus dengan 1 lapis *fiberglass*, dibungkus dengan 2 lapis *fiberglass*, dan dibungkus dengan 3 lapis *fiberglass*. Untuk pengujian kuat tekan kolom konsentrik dan kolom eksentrik masing-masing digunakan 8 benda uji kolom dengan ukuran 75 mm x 75 mm x 750 mm. Benda uji kolom diberi tulangan longitudinal 4P10 dan sengkang P6-50. Benda uji kolom dibuat dalam 4 variasi yaitu tanpa dibungkus dengan *fiberglass*, dibungkus dengan 1 lapis *fiberglass*, dibungkus dengan 2 lapis *fiberglass*, dan dibungkus dengan 3 lapis *fiberglass*. Kolom konsentrik diberikan beban aksial sentrik menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) sampai tercapai nilai beban maksimum. Kolom eksentrik diberikan beban aksial dengan eksentrisitas 75 mm menggunakan *hydraulic jack* seperti pada gambar 1 sampai mencapai beban maksimum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

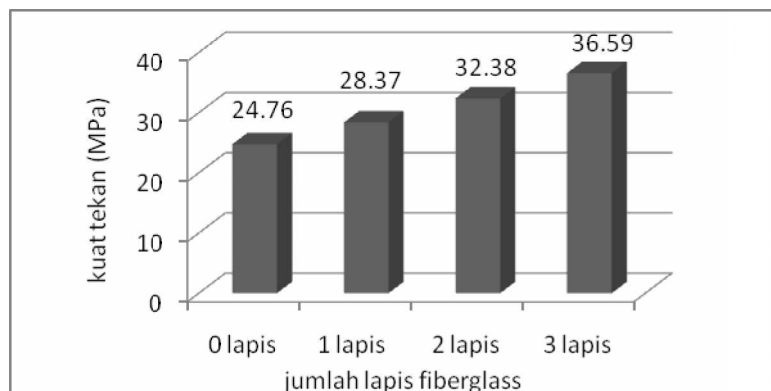
Kuat tekan beton

Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2. Dari hasil uji kuat tekan diperoleh kuat tekan beton mengalami peningkatan pada benda uji silinder yang diberi lapisan *fiberglass*. Pada benda uji silinder yang diberi satu lapis *fiberglass*, kuat tekan beton meningkat sebesar 14,61% dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa

lapisan *fiberglass*. Kuat tekan beton dengan dua lapis *fiberglass* mengalami peningkatan sebesar 30,80% dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa lapisan *fiberglass*. Sedangkan benda uji silinder dengan tiga lapis *fiberglass* mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 47,82% dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa lapisan *fiberglass*. Secara teoritis kuat tekan beton yang diberi pengekanan dapat meningkat sebesar 50%. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa benda uji silinder dengan tiga lapis *fiberglass* memperlihatkan kenaikan kuat tekan beton yang mendekati kenaikan teoritis 50%.



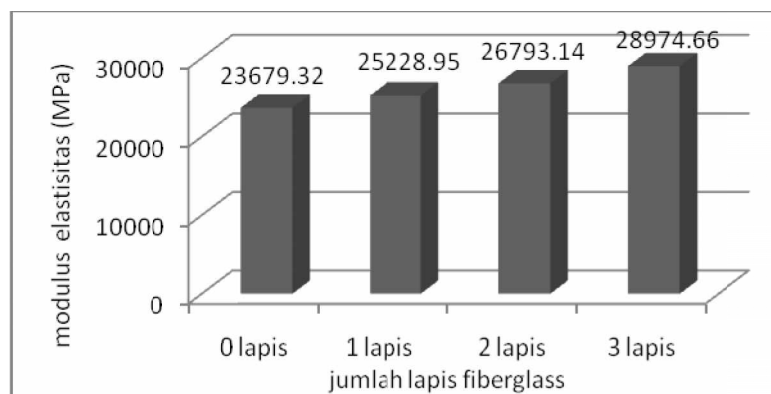
Gambar 1 Setup pengujian kolom dengan beban eksentrik



Gambar 2 Perbandingan kuat tekan beton

Modulus elastisitas beton

Gambar 3 memperlihatkan perbandingan nilai modulus elastisitas dari hasil pengujian.

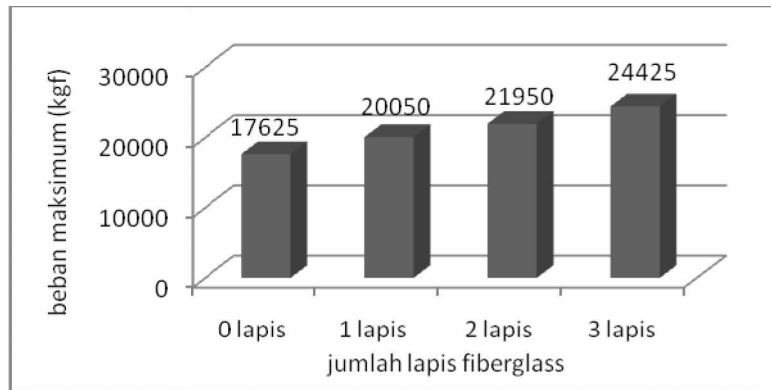


Gambar 3 Perbandingan modulus elastisitas beton

Karena nilai kuat tekan beton meningkat pada benda uji silinder yang diberi lapisan *fiberglass* maka nilai modulus elastisitas juga meningkat. Pada benda uji silinder yang diberi satu lapis *fiberglass*, modulus elastisitas meningkat sebesar 6,54% dibandingkan dengan benda uji silinder tanpa lapisan *fiberglass*. Modulus elastisitas beton dengan dua lapis *fiberglass* mengalami peningkatan sebesar 13,15% dibandingkan dengan benda uji silinder tanpa lapisan *fiberglass*. Sedangkan benda uji silinder dengan tiga lapis *fiberglass* mengalami peningkatan modulus elastisitas sebesar 22,36% dibandingkan dengan benda uji silinder tanpa lapisan *fiberglass*. Peningkatan nilai modulus elastisitas menunjukkan bahwa benda uji yang diberi selimut *fiberglass* akan mengalami peningkatan kekakuan.

Kapasitas beban aksial kolom konsentrik

Hasil uji kolom konsentrik dapat dilihat pada gambar 4.

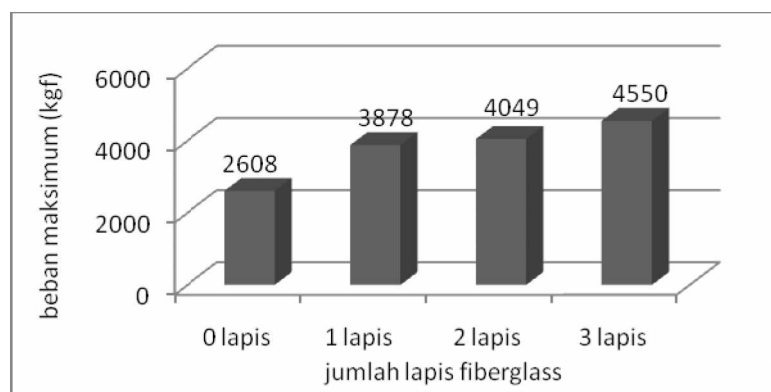


Gambar 4 Perbandingan kapasitas beban aksial kolom konsentrik

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah lapis selimut *fiberglass* kemampuan kolom untuk menerima beban aksial semakin besar. Hal ini membuktikan bahwa jumlah lapis selimut *fiberglass* sangat mempengaruhi kekuatan kolom. Pada benda uji kolom yang diberi satu lapis *fiberglass*, kapasitas beban aksial meningkat sebesar 13,76% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Kapasitas beban aksial kolom dengan dua lapis *fiberglass* mengalami peningkatan sebesar 24,54% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Sedangkan benda uji kolom dengan tiga lapis *fiberglass* mengalami peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 38,58% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Selimut *fiberglass* memberikan pengekangan pada kolom sehingga meningkatkan kapasitas beban aksial kolom.

Kapasitas beban aksial kolom eksentrik

Hasil uji kolom eksentrik dapat dilihat pada gambar 5.



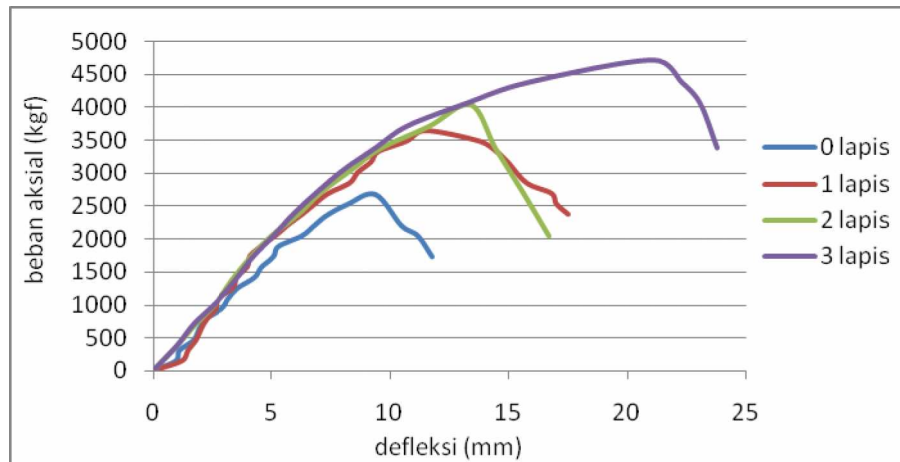
Gambar 5 Perbandingan kapasitas beban aksial kolom eksentrik

Pada benda uji kolom yang diberi satu lapis *fiberglass*, kapasitas beban aksial meningkat sebesar 48,70% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Kapasitas beban aksial kolom dengan dua lapis *fiberglass* mengalami peningkatan sebesar 55,25% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Sedangkan benda uji kolom dengan tiga lapis *fiberglass* mengalami peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 74,46% dibandingkan dengan benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Persentase kenaikan kapasitas beban aksial pada kolom yang diberi beban eksentrik dengan lapisan *fiberglass* lebih besar dibanding kolom dengan beban

konsentrik. Hal ini menunjukkan pengekanan yang diberikan oleh selimut *fiberglass* lebih efektif pada kolom yang mendapat momen lentur.

Hubungan beban aksial dan defleksi

Hubungan beban aksial dan defleksi benda uji kolom yang tidak dibungkus dengan *fiberglass* dan yang diperkuat dengan *fiberglass* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Hubungan beban aksial dan defleksi

Dari kurva hubungan beban aksial dan defleksi terlihat bahwa semakin banyak lapis *fiberglass* yang digunakan maka kemampuan kolom memikul beban menjadi semakin besar dan kolom juga bersifat lebih daktail. Hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya nilai defleksi saat tercapainya beban aksial maksimum kolom. Defleksi saat tercapainya kapasitas beban aksial pada benda uji kolom yang diperkuat dengan satu lapis *fiberglass* meningkat 22,34% dibanding benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Benda uji kolom dengan dua lapis *fiberglass* memperlihatkan kenaikan defleksi saat tercapainya beban aksial maksimum sebesar 42,55% dibanding benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*. Sedangkan benda uji kolom yang diperkuat dengan tiga lapis *fiberglass* menunjukkan peningkatan defleksi saat beban aksial maksimum sebesar 124,47% dibanding benda uji kolom tanpa lapisan *fiberglass*.

Pola kerusakan benda uji

Pada benda uji kolom yang diberi beban konsentrik kerusakan terjadi pada ujung atas dan bawah kolom. Pada kolom yang diberi selimut *fiberglass* kerusakan yang terjadi pertama kali adalah retaknya beton pada ujung-ujung kolom namun selimut *fiberglass* masih utuh sehingga kolom masih mampu memikul beban aksial. Kapasitas beban aksial tercapai setelah terjadi kerusakan pada selimut *fiberglass*. Benda uji kolom yang diberi beban eksentrik juga mencapai kapasitas beban aksial setelah terjadi kerusakan pada selimut *fiberglass*. Beban maksimum pada benda uji silinder juga tercapai setelah terjadi kerusakan pada selimut *fiberglass*. Pola kerusakan benda uji silinder dan kolom dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Pola kerusakan benda uji silinder dan kolom

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton pada benda uji silinder yang diperkuat dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiberglass* 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 *fiberglass* meningkat sebesar 6,54%, 13,15% dan 22,36%. Sedangkan beban aksial maksimum benda uji kolom dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiberglass* meningkat 13,76%, 24,54% dan 38,58% untuk beban tekan konsentrik, dan 48,70%, 55,25% dan 74,46% untuk beban tekan eksentrik. Defleksi saat tercapainya kapasitas beban aksial juga meningkat sebesar 22,34%, 42,55% dan 124,47% untuk benda uji kolom yang diperkuat dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiberglass*.

DAFTAR PUSTAKA

- SK SNI T-15-1990-03. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Yayasan LPMB, Bandung
SK SNI 03-1974-1990. *Metode pengujian kuat tekan beton*. Balitbang PU, Bandung
SNI 03-2847-2002. *Tatacara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional
Nawy, E.G. (1990). *Beton bertulang suatu pendekatan dasar*. Penerbit Eresco, Bandung
Wang, C.K dan Salmon, C.G. (1990). *Disain beton bertulang*. Penerbit Erlangga. Jakarta