

PERBAIKAN KOLOM BETON BERTULANG MENGGUNAKAN GLASS FIBER JACKET DENGAN VARIASI TINGKAT PEMBEBANAN

Johanes Januar Sudjati¹, Randi Angriawan Tarigan² dan Ida Bagus Made Tresna²

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

Perbaikan kolom dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *concrete jacket*, *steel jacket* dan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Ada tiga jenis *Fiber Reinforced Polymer* yang banyak digunakan yaitu: *Glass Fiber Reinforced Polymer*, *Aramid Fiber Reinforced Polymer* dan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* yang masih diproduksi di luar negeri dan biayanya sangat mahal. Dalam penelitian ini digunakan alternatif bahan perbaikan kolom yang biayanya lebih murah yaitu *glass fibertipe woven roving* yang biasanya digunakan untuk membuat tandon air. Penelitian bertujuan untuk meninjau persentase kenaikan kapasitas beban aksial kolom yang diperbaiki dengan *glass fiber 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 1000 mm. Benda uji kolom diberikan beban aksial tekan dengan eksentrisitas 60 mm dengan variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80% dari beban aksial maksimum. Kolom kemudian dibungkus dengan tiga lapis *glass fiber* dan diberikan beban aksial tekan hingga runtuh. Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan kapasitas beban aksial pada kolom pendek setelah diperbaiki sebesar 16,93%, 38,94% dan 26,61% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%. Sedangkan untuk kolom langsing kapasitas beban aksial meningkat sebesar 22,11%, 18,0% dan 5,85% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%.

Kata kunci: perbaikan kolom, *glass fiber*, kapasitas beban aksial

1. PENDAHULUAN

Kerusakan pada struktur bangunan akibat gempa bumi dapat bervariasi mulai dari kerusakan ringan, kerusakan sedang dan kerusakan berat. Kerusakan kolom akibat gempa bumi dapat berupa kerusakan geser, kerusakan lentur dan kerusakan pada daerah sambungan lewatan tulangan. Keruntuhan kolom merupakan keruntuhan yang berbahaya karena dapat mengakibatkan runtuhnya seluruh struktur bangunan. Struktur bangunan seperti kolom yang mengalami tingkat kerusakan ringan dan sedang masih dapat diperbaiki dengan beberapa metode seperti *concrete jacket*, *steel jacket* dan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). *Fiber Reinforced Polymer* yang banyak digunakan ada tiga macam, yaitu: *Glass Fiber Reinforced Polymer*, *Aramid Fiber Reinforced Polymer* dan *Carbon Fiber Reinforced Polymer*. Dengan menggunakan *Fiber Reinforced Polymer* maka dimensi kolom tidak mengalami perubahan dan proses perbaikannya juga cepat. Namun bahan FRP yang digunakan saat ini masih diproduksi di luar negeri sehingga biayanya sangat mahal, untuk itu perlu dipikirkan alternatif bahan perbaikan yang diproduksi di dalam negeri sehingga biayanya jauh lebih murah, mudah dikerjakan dan waktu pekerjaannya cepat. Dalam penelitian ini digunakan bahan *glass fibertipe woven roving*, yang diproduksi di dalam negeri dan selama ini digunakan untuk pembuatan tandon air, sebagai bahan perbaikan kolom yang mengalami kerusakan lentur. Penelitian bertujuan untuk meninjau peningkatan kapasitas beban aksial kolom yang diperbaiki dengan *glass fiber jacket*.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Penelitian Sudarsana dan Sutapa (2007)

Sudarsana dan Sutapa (2007) melakukan pengujian kuat tekan silinder beton yang diperkuat dengan *glass fiber 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 *glass fiber*. Dari hasil pengujian diperoleh perkuatan silinder beton dengan satu lapis *glass fiber* 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 *glass fiber* 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 *glass fiber* 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 *glass fiber* meningkat sebesar 6,54%, 13,15% dan 22,36%. Sedangkan beban aksial maksimum benda uji kolom dengan satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *glass fiber* 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.

Penelitian Sudjati dkk. (2014)

Sudjati dkk. (2014) melakukan pengujian kapasitas beban aksial kolom yang diberi perkuatan dengan *glass fiber*. 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. Empat benda uji kolom pendek dan 4 benda uji kolom langsing diberi beban aksial tekan dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm hingga mengalami kerusakan lentur. Sedangkan 4 benda uji kolom pendek dan 4 benda uji kolom langsing lainnya diberi perkuatan dengan 3 lapis *glass fiber* kemudian diberikan beban aksial tekan dengan eksentrisitas 70 mm dan 90 mm. Dari hasil pengujian kolom pendek yang diperkuat dengan 3 lapis *glass fiber* memiliki peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 35,86% dan 57,53% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 90 mm. Sedangkan kolom langsing memperlihatkan peningkatan kapasitas beban aksial 47,54% dan 63,65% untuk eksentrisitas beban aksial 70 mm dan 90 mm.

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

3. CARA PENELITIAN

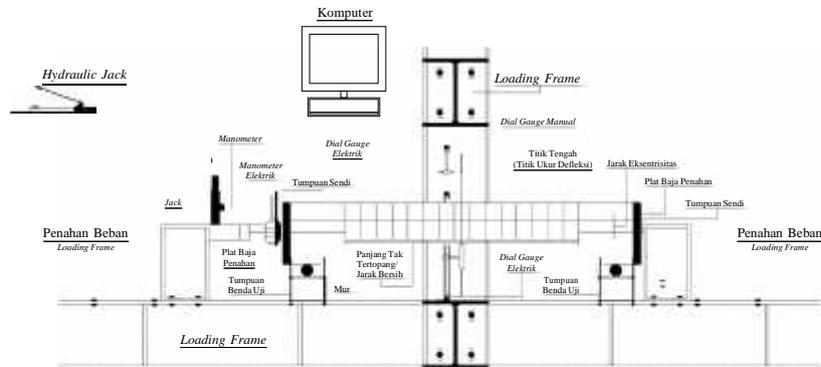
Pertama kali dilakukan pengujian bahan atas agregat halus yaitu pasir meliputi pemeriksaan gradasi, berat jenis, serapan agregat, kadar lumpur dan kandungan zat organik. Untuk agregat kasar yaitu batu pecah dilakukan pemeriksaan gradasi, berat jenis, serapan air dan uji *Los Angeles Abrasion Test*. Setelah 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 1000 mm. Dua benda uji kolom pendek dan dua benda uji kolom langsing diberi beban aksial tekan dengan eksentrisitas 60 mm hingga mengalami kerusakan lentur. Keempat benda uji kolom ini akan digunakan sebagai kolom pembanding. Benda uji lainnya diberi beban aksial tekan dengan variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80% dari beban aksial maksimum. Kolom yang sudah retak ini kemudian dibungkus dengan tiga lapis *glass fiber jacket* lalu diberikan beban aksial tekan hingga runtuh. *Setup* pengujian dapat dilihat pada gambar 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas beban aksial kolom

Hasil pengujian kolom dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa kolom pendek yang diperbaiki dengan 3 lapis *glass fiber* memiliki peningkatan kapasitas beban aksial sebesar 16,93%, 38,94% dan 26,61% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%. Sedangkan kapasitas beban aksial kolom langsing meningkat sebesar 22,11%, 18,0% dan 5,85% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%. Kolom yang sudah mengalami retak akibat memikul beban aksial dan momen lentur setelah dibungkus dengan 3 lapis *glass fiber* masih mampu memikul beban aksial yang lebih besar dibanding kolom pembanding. Semakin tinggi tingkat pembebanan yang dipikul kolom, kenaikan kapasitas beban aksial lebih kecil karena kolom telah mengalami retak yang semakin

banyak. Untuk kolom pendek dengan tingkat pembebanan 60%, kenaikan kapasitas beban aksial terlihat lebih kecil, namun hasil ini dapat disebabkan oleh kurang sempurnanya pembuatan benda uji atau pemasangan *glass fiber* pada kolom. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa perbaikan kolom dengan 3 lapis *glass fiber* mampu meningkatkan kapasitas beban aksial kolom. Ini menunjukkan bahwa selimut *glass fiber* mampu memberikan pengekanan pada beton sehingga menaikkan kapasitas beban aksial kolom.



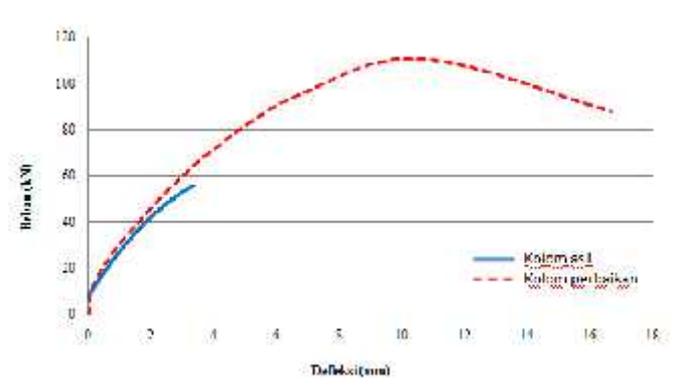
Gambar 1 Setup pengujian

Tabel 1 Perbandingan kapasitas beban aksial kolom

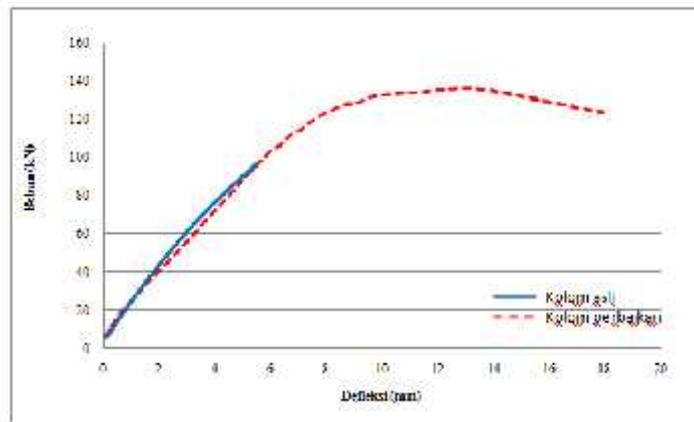
Tipe Kolom	Tingkat Pembebanan (%)	Beban Aksial Maksimum (kN)		Selisih (%)
		Kolom Perbaikan	Kolom Pembanding	
Kolom Pendek	60	110.29	94.32	16.93
	70	131.05	94.32	38.94
	80	119.42	94.32	26.61
Kolom Langsing	60	131.82	107.949	22.11
	70	127.38	107.949	18.00
	80	114.27	107.949	5.85

Hubungan beban aksial dan lendutan

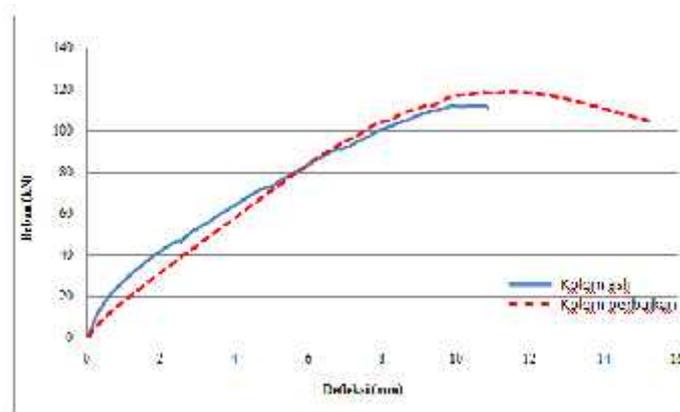
Hubungan beban aksial dan lendutan benda uji kolom pendek yang diberikan beban aksial tekan dengan tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80% dilihat pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4. Terlihat bahwa kolom yang telah mengalami kerusakan lentur kemudian diperbaiki dengan *glass fiberjacket* memiliki kekakuan yang lebih besar dibanding kolom aslinya. Hal ini dapat dilihat dari kurva beban-lendutan kolom perbaikan yang terletak di atas kolom asli.



Gambar 2 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek dengan tingkat pembebanan 60%

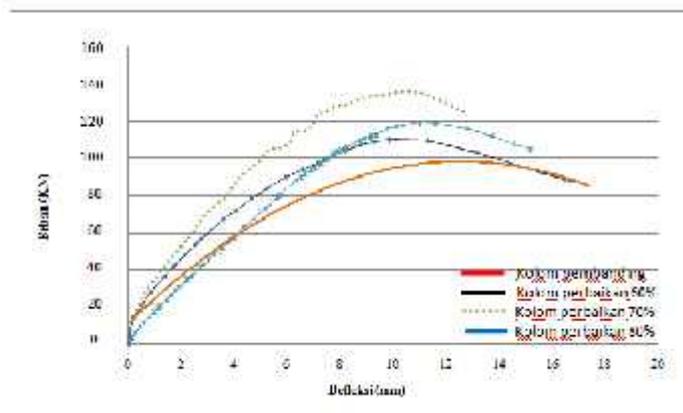


Gambar 3 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek dengan tingkat pembebanan 70%



Gambar 4 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek dengan tingkat pembebanan 80%

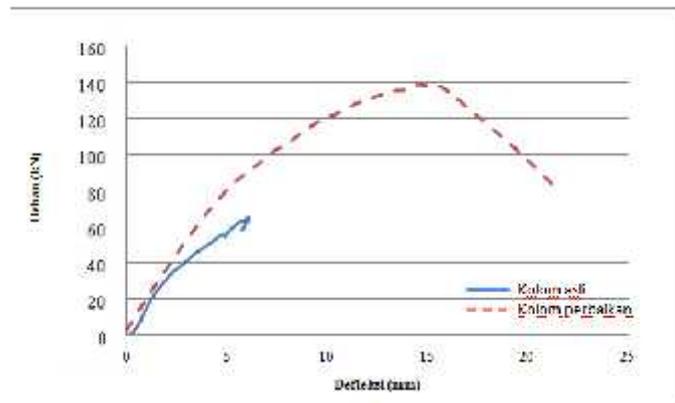
Gambar 5 memperlihatkan perbandingan kurva beban-lendutan kolom yang telah diperbaiki dengan kolom pembanding. Terlihat bahwa kolom yang telah diperbaiki masih memiliki kekakuan yang lebih besar dibanding kolom pembanding. Dapat dilihat bahwa ketiga kurva beban lendutan kolom perbaikan masih terletak di atas kolom pembanding. Hal ini menunjukkan bahwa selimut *glass fiber* mampu meningkatkan kekakuan kolom.



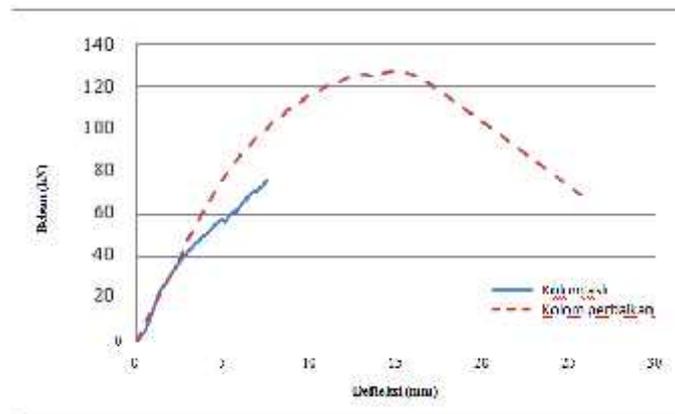
Gambar 5 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom pendek perbaikan dan kolom pembanding

Hubungan beban aksial dan lendutan benda uji kolom langsing yang diberikan beban aksial tekan dengan tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80% dilihat pada gambar 6, gambar 7 dan gambar 8. Kolom langsing yang telah mengalami kerusakan lentur kemudian diperbaiki dengan *glass fiber jacket* juga memiliki kekakuan yang lebih besar

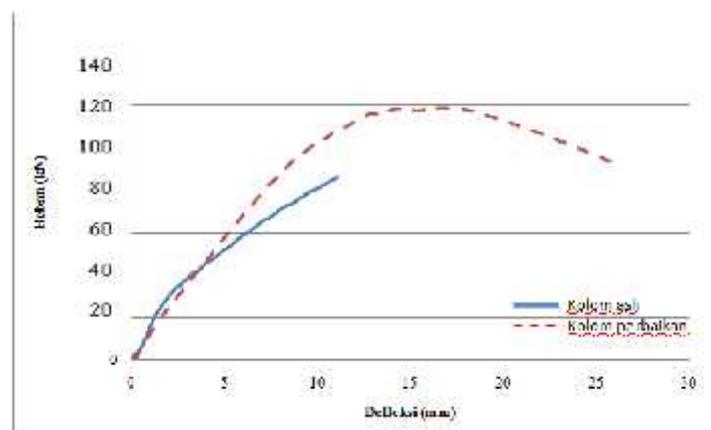
dibanding kolom aslinya. Hal ini dapat dilihat dari kurva beban-lendutan kolom perbaikan yang terletak di atas kolom asli.



Gambar 6 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing dengan tingkat pembebanan 60%

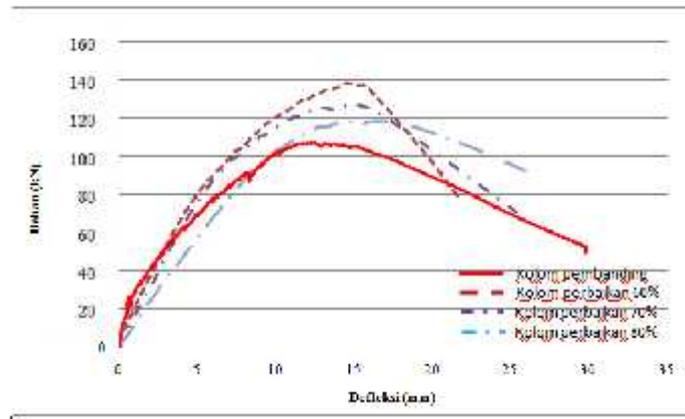


Gambar 7 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing dengan tingkat pembebanan 70%



Gambar 8 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing dengan tingkat pembebanan 80%

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan kurva beban-lendutan kolom langsing yang telah diperbaiki dengan kolom pembeding. Kolom langsing yang telah diperbaiki menunjukkan kekakuan yang lebih besar dibanding kolom pembeding. Dapat dilihat bahwa ketiga kurva beban lendutan kolom perbaikan masih terletak di atas kolom pembeding. Hal ini menunjukkan bahwa selimut *glass fiber* mampu meningkatkan kekakuan kolom.



Gambar 9 Hubungan beban aksial dan lendutan kolom langsing perbaikan dan kolom pembanding

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan kapasitas beban aksial pada kolom pendek setelah diperbaiki sebesar 16,93%, 38,94% dan 26,61% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%. Sedangkan untuk kolom langsing kapasitas beban aksial meningkat sebesar 22,11%, 18,0% dan 5,85% pada variasi tingkat pembebanan 60%, 70% dan 80%. Kolom yang diberikan perbaikan dengan tiga lapis *glass fiber* menunjukkan kekakuan yang lebih besar dibanding kolom asli dan kolom pembanding.

6. 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
- Sudjati, J.J., Caroline, L. dan Tama, C.M. (2014) "Perkuatan kolom beton bertulang dengan *glass fiber* jacket pada kondisi keruntuhan tarik". *Prosiding KoNTekS 8*, Itenas Bandung