

PENGARUH VARIASI ANYAMAN LATERAL SERAT CANTULA (AGAVE CANTULA ROXB) PADA TEXTILE REINFORCED CONCRETE (TRC) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Edy Purwanto⁽¹⁾, SA Kristiawan⁽²⁾, Dhanes Prabaswara⁽³⁾

¹⁾Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²⁾Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126. Telp.0271647069. Email: dhanes17@gmail.com

ABSTRACT

The use of reinforced concrete has become the principal booster material as the structure of a building. Damaged concrete and degradation power can be improved to restore or add to the strength and their ability in bearing the original structure. Textile reinforced concrete (TRC) is composite consisting of textile industry as one of that serves as reinforcement and fine-grained concrete as a matrix. Textile reinforcement generally used the non-nature material like fiber glass (AR), aramid, basalt and carbon fabrics. There are also natural materials that can be used in textile reinforcement, for example like cantula fibers. Agave Cantula Roxb is a natural fiber that has high mechanical ability. The Textile Reinforced Concrete (TRC) used in this study consisted of a concrete cylinder as a matrix and reinforcement in the form of woven cantula fibers which were confined in concrete which had a variation of the lateral reinforcement direction according to the specified dimensions. That variation is used to find out the most optimal effect on the compressive strength of concrete. Variations in woven cantula fiber used are 10 mm x 10 mm, 15 mm x 10 mm, 20 mm x 10 mm. Testing on textile reinforced concrete is done at 28 days. The results showed that the largest actual compressive strength (f_c) value was in the test object with TRC 100 code, amounting to 18.33 MPa. In addition, an increase in strength in the concrete that has been confined by cantula fibers to normal concrete. The largest percentage increase in compressive strength value is on the test object with TRC 100 code, which is 1.89%.

Keywords : *Textile Reinforced Concrete, Cantula Fiber, Variation in Woven Fiber, Compressive Strength.*

ABSTRAK

Penggunaan beton bertulang telah menjadi material pokok sebagai struktur penguat suatu bangunan. Beton yang mengalami kerusakan maupun degradasi kekuatan tersebut dapat diperbaiki untuk mengembalikan atau menambah kekuatan dan kemampuannya dalam menopang struktur seperti sedia kala. *Textile Reinforced Concrete* (TRC) merupakan komposit yang terdiri dari tekstil yang berfungsi sebagai *reinforcement* dan *fine-grained concrete* sebagai matriks. *Textile reinforcement* yang digunakan umumnya berupa material *non-nature*, seperti serat kaca tahan alkali (AR), aramid, basalt dan *carbon fabrics*. Terdapat pula material alam yang dapat digunakan pada *textile reinforcement*, salah satunya yaitu serat cantula. *Agave Cantula Roxb* merupakan serat alam yang memiliki kemampuan mekanik yang tinggi. *Textile Reinforced Concrete* (TRC) yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari silinder beton sebagai matrik dan *reinforcement* berupa anyaman serat cantula yang dikekang pada beton yang memiliki variasi arah penulangan lateral sesuai dengan dimensi yang ditentukan. Variasi anyaman tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh yang paling optimal pada kuat tekan beton. Variasi anyaman serat cantula yang digunakan adalah 10 mm x 10 mm, 15 mm x 10 mm, 20 mm x 10 mm. Pengujian pada *Textile Reinforced Concrete* dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan aktual (f_c) yang terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100, sebesar 18,33 MPa. Selain itu, terjadi peningkatan kekuatan pada beton yang telah terkekang oleh serat cantula terhadap beton normal. Prosentase peningkatan nilai kuat tekan terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100 sebesar 1,89 %.

Kata Kunci : *Textile Reinforced Concrete, Serat Cantula, Variasi Anyaman Serat, Kuat Tekan.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan beton bertulang telah menjadi material pokok sebagai struktur penguat suatu bangunan. Hal ini dikarenakan beton itu sendiri memiliki keunggulan karakteristik dibandingkan dengan bahan struktur lain, diantaranya seperti durabilitas yang baik, kuat tekan yang tinggi, serta biaya yang relatif terjangkau. Tetapi jika terdapat kesalahan dalam pembuatannya maka dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan, baik dalam skala kecil maupun besar. Faktor bencana alam seperti gempa bumi juga dapat menyebabkan kerusakan struktur pada bangunan, terutama kolom dan balok. Beton yang mengalami kerusakan maupun degradasi kekuatan tersebut dapat

diperbaiki untuk mengembalikan atau menambah kekuatan dan kemampuannya dalam menopang struktur seperti sedia kala.

Salah satu alternatif dan inovasi untuk perbaikan dan perkuatan beton konvensional adalah penggunaan perkuatan *Textile Reinforced Concrete*, yang menghasilkan peningkatan daya tahan dan keandalan dalam konstruksi teknik sipil (Triantafillou, 2018). *Textile Reinforced Concrete* (TRC) merupakan material lapisan komposit terdiri *fine-grained concrete* dan anyaman serat *textile* sebagai *reinforcement*.

Untuk sekarang ini, metode yang sudah ada di lapangan yaitu menggunakan serat karbon sebagai material pengekang beton. Namun, faktor biaya menjadi kendala dari penggunaan material serat karbon. Oleh karena itu, saat ini peneliti mencoba menggunakan material lain yaitu serat cantula yang memiliki biaya relatif murah. Pengaplikasiannya yaitu dengan cara menempelkan anyaman serat cantula pada silinder beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Serat Cantula

Serat cantula adalah salah satu serat alam yang berasal dari ekstraksi daun tanaman cantula. Tanaman ini banyak tumbuh di daerah Kulonprogo, DIY sampai dengan Temanggung, Jawa Tengah. Tanaman cantula memiliki daun yang kaku dengan panjang 100 - 175 cm dengan duri di sepanjang tepi daunnya. Untuk mendapatkan serat dari cantula, metode yang dipakai adalah metode ekstraksi (*extraction*). Pada proses ekstraksi, daun yang akan diambil seratnya dijepit dengan menggunakan alat khusus lalu ditarik pada salah satu ujungnya, sehingga seratnya terpisah (Dody Ariawan, dkk. 2009). Pada penelitian Raharjo (2002) menyatakan bahwa serat *Agave Cantula Roxb* merupakan serat alam yang memiliki kemampuan mekanik yang tinggi.

Penggunaan serat pada beton dihitung berdasar rasio dalam *l/d* dan *volume fraction*. Pada penelitian ini, serat digunakan sebagai pengekang bersama dengan PMM.

Karakteristik TRC

Pada dasarnya, *Textile Reinforced Concrete* (TRC) merupakan komposit yang terdiri dari dua komponen yaitu, tekstil yang berfungsi sebagai *reinforcement* dan *concrete* yang berfungsi sebagai matriks. *Reinforcement* pada tekstil berfungsi untuk memperkuat struktur beton dengan memberikan dukungan kuat tarik, penambahan kuat tekan, dan tegangan geser. Penerapan dari TRC sebagai perkuatan telah berhasil dibuktikan oleh beberapa proyek penelitian. Namun, penerapannya untuk sebagai teknisasi bahan dasar masih perlu banyak penyelidikan. Satu langkah penting untuk mencapai tujuan ini adalah dengan memodelkan perilaku mekanik TRC untuk aplikasi numerik ke dalam situasi nyata.

Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-2011 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang dapat menyebabkan benda uji yang berupa beton hancur. Beban tersebut berupa gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 150 mm dan diameter 95 mm. Umur benda uji yang digunakan adalah 28 hari.

Perhitungan kuat tekan beton normal diperoleh dari rumus:

$$f'_{co} = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots[1]$$

Dimana:

f'_{co} : Kuat tekan beton normal (MPa)

P_{max} : Beban maksimum (N)

A : Luas permukaan yang dibebani (mm^2)

Perhitungan kuat tekan beton terkekang menggunakan model persamaan dari Pham & Hadi, (2014) :

$$\frac{f'_{cc}}{f'_{co}} = 1 + k_1 \frac{f_t}{f'_{co}} \dots\dots\dots[2]$$

$$f_t = \frac{2f_f t}{d} \dots\dots\dots[3]$$

Dimana :

- f_{cc} = Kuat tekan beton terkekang (MPa)
 f_{co} = Kuat tekan beton normal (MPa)
 f_l = *Lateral confining pressure fiber reinforced polimer* (MPa)
 k_1 = Koefisien efektifitas pengekangan, sebesar 4,1
 f_f = Kuat tarik dari TRM (MPa)
 t = Ketebalan TRM (mm)
 d = Diameter ketebalan beton (mm)

METODE PENELITIAN

Material

Seperti yang telah diketahui, *Textile Reinforced Concrete* (TRC) merupakan komposit yang terdiri dari dua komponen yaitu, tekstil yang berfungsi sebagai *reinforcement* dan *concrete* yang berfungsi sebagai matriks. Material penyusun TRC antara lain:

1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang memenuhi syarat lolos saringan 1,18 mm.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang memiliki ukuran maksimum 20 mm.
3. Semen dengan jenis *Pozzolan Portland Concrete* (PPC).
4. *Accelerator* SIKACIM®. *Accelerator* sebanyak 50% dari jumlah air yang digunakan untuk membuat mortar. *Accelerator* berguna untuk mempercepat proses pengerasan pada mortar dan meningkatkan kekuatan mortar pada umur awal.
5. *Emivrotac polymer*. Polimer merupakan bahan tambah yang mempunyai kemampuan sebagai bahan perekat pada mortar.
6. Anyaman serat cantula, dengan variasi anyaman 10 mm x10 mm, 15 mm x 10 mm, 20 mm x 10 mm.
7. *Superplasticizer*, yang berfungsi untuk meningkatkan *workability* pada benda uji.

Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder beton yang berumur 28 hari dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm. Pengujian benda uji dilakukan dengan cara uji tekan langsung menggunakan mesin UTM. *Reinforcement* yang digunakan adalah anyaman serat cantula yang dikekang pada beton menggunakan *Polymer Modified Mortar* (PMM) dengan ketebalan 10 mm. Variasi matriks yang diteliti berupa anyaman serat cantula pada *Textile Reinforced Concrete* (TRC). Variasi anyaman serat cantula yang digunakan yaitu 10 mm x10 mm, 15 mm x 10 mm, 20 mm x 10 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kuat Tarik

Hasil uji kuat tarik didapatkan dari penelitian Firman (2019) menggunakan *Polymer Modified Mortar* (PMM) dengan bentuk jam pasir. Berikut adalah hasil uji kuat tarik pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1 Hasil Uji Kuat Tarik Langsung *Polymer Modified Mortar* berserat cantula

Kode	Kuat Tarik (Ff) (MPa)
TRC 100	1,01
TRC 051	1
TRC 002	0,93

Dari hasil uji tarik diatas didapatkan nilai kuat tekan lateral beton terkekang (f_l). Berikut ini adalah nilai kuat tekan lateral beton terkekang (f_l) yang tertera pada **Tabel 2** berikut ini:

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Kuat Tekan Lateral

Kode	d (mm)	t (mm)	Kuat Tarik (Ff) (MPa)	Kuat Tekan Lateral (Fl) (MPa)
TRC 100	75	10	1.07	0.284
TRC 051	75	10	1	0,267
TRC 002	75	10	0.93	0,249

Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui beban optimum yang dapat ditahan oleh beton hingga beton retak atau hancur. Pengujian dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine*. Tahapan pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Mengukur dimensi benda uji sebelum dilakukan pengujian
2. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*
3. Menyalakan alat dan memulai pengujian
4. Membaca hasil kuat tekan pada komputer hingga benda uji runtuh
5. Setelah runtuh, alat dimatikan dan membereskan benda uji

Uji Kuat Tekan Aktual

Nilai kuat tekan aktual didapatkan dari hasil uji kuat tekan. Rekapitulasi hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada **Tabel 3** dibawah ini:

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Kuat Tekan Beton Normal

	Kode	P (kN)	d (mm)	A (mm ²)	F'c (MPa)	F'c Rata-rata (MPa)
A	TRC 000	72.5	75	4419.64	16.40	17,99
B	TRC 000	75	75	4419.64	16.97	
C	TRC 000	67.5	75	4419.64	15.27	
D	TRC 000	102.5	75	4419.64	23.19	
E	TRC 000	80	75	4419.64	18.10	
A	TRC 100	72.5	75	4419.64	16.40	18,33
B	TRC 100	90	75	4419.64	20.36	
C	TRC 100	75	75	4419.64	16.97	
D	TRC 100	95	75	4419.64	21.49	
E	TRC 100	72.5	75	4419.64	16.40	
A	TRC 051	70	75	4419.64	15.84	18,21
B	TRC 051	72.5	75	4419.64	16.40	
C	TRC 051	90	75	4419.64	20.36	
D	TRC 051	90	75	4419.64	20.36	
E	TRC 051	80	75	4419.64	18.10	
A	TRC 002	77.5	75	4419.64	17.54	18,10
B	TRC 002	80	75	4419.64	18.10	
C	TRC 002	85	75	4419.64	19.23	
D	TRC 002	82.5	75	4419.64	18.67	
E	TRC 002	75	75	4419.64	16.97	

Kuat Tekan Permodelan

Nilai kuat tekan permodelan didapatkan dari pengolahan data hasil uji kuat tekan beton normal (f'_{co}).

Rekapitulasi perhitungan kuat tekan beton terkekang dari masing-masing benda uji dapat dilihat pada **Tabel 4** di bawah ini:

Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Kuat Tekan Beton Permodelan

Kode	f'co (Mpa)	fl (Mpa)	F'cc (Mpa)
TRC 100	17.99	0.284	19.15
TRC 051	17.99	0.267	19.08
TRC 002	17.99	0.249	19.01

Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan

Rekapitulasi perhitungan kuat tekan aktual dan permodelan disajikan pada **Tabel 5** di bawah ini:

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Kuat Tekan Aktual dan Permodelan

Kode	f'co (MPa)	F'cc (MPa)		Perbandingan f'c/f'cc	Peningkatan Kekuatan (%)
		Aktual	Permodelan		
TRC 100	17.99	18.33	19.15	0.96	1.89
TRC 051	17.99	18.21	19.08	0.95	1.26
TRC 002	17.99	18.10	19.01	0.95	0.63

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai kuat tekan aktual ($f'c$) yang terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100, sebesar 18,33 MPa. Hal ini dikarenakan jarak anyaman serat kantula pada arah lateral paling kecil dibandingkan dengan benda uji yang lainnya. Dapat dilihat pula terjadi peningkatan kekuatan pada beton yang telah terkekang oleh serat cantula terhadap beton normal. Prosentase peningkatan nilai kuat tekan terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100 sebesar 1,89 %

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan mengenai kuat tekan *Textile Reinforced Concrete* dengan anyaman serat cantula, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan aktual ($f'c$) yang terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100, sebesar 18,33 MPa. Hal ini dikarenakan jarak anyaman serat kantula pada arah lateral paling kecil dibandingkan dengan benda uji yang lainnya. Jarak anyaman memberikan dampak pada kuat tekan beton, semakin kecil jarak anyaman maka akan semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan.
2. Terdapat peningkatan kekuatan pada beton yang telah terkekang oleh serat cantula terhadap beton normal. Prosentase peningkatan nilai kuat tekan terbesar yaitu pada benda uji dengan kode TRC 100 sebesar 1,89 %. Dapat disimpulkan bahwa anyaman serat cantula yang digunakan memberi dampak terhadap peningkatan kuat tekan *confined concrete*

REFERENSI

- Ariawan, Dody, R. Wijang Wisnu, Windiarso. 2009. *Pengaruh Model Anyaman 3d Serat Cantula Terhadap Karakteristik Serapan Bunyi Komposit Unsaturated Polyester Resin (Uprs) - Cantula 3d*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Kartika, Febiana Yoda. 2018. *Pengaruh Volume Fraction dan Aspek Rasio Serat Agave Cantula Roxb Dengan Polymer Modified Mortar Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Langsung*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Pham, T.M. & Hadi, M. N. S. 2014. *Confinement model for FRP confined normal-and high-strength concrete circular coloumns*. Construction and Building Material
- Pratama, Firman.2019. *Analisis Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Pada Polymer Modified Mortar (PMM) dengan Penambahan Serat Cantula (Agave Cantula Roxb)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sasmito, Ashar Natsir.2018. *Pengaruh Reinforcement Ratio Serat Cantula (Agave Cantula Roxb) Terhadap Kuat Tarik Textile Reinforced Concrete*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Raharjo, Wijang W. 2015. *Sifat Tarik dan Lentur Komposit rHDPE/Serat Cantula dengan Variasi Panjang Serat*. Banjarmasin: Proceeding Seminar Tahunan Teknik Mesin XIV.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Triantafillou, P.E. 2007. *Textile-Reinforced Mortar (TRM) versus FRP Confinement in Reinforced Concrete Columns*. ACI Structural Journal.

- Triantafillou, P.E. 2018. *Strengthening of Concrete Structures with Textile Reinforced Mortars*. State-of-the-Art Review. ASCE.
- Tsesarsky, Michael. 2013 *Textile reinforced concrete (TRC) shells for strengthening and retrofitting of concrete elements: influence of admixtures*. Rilem