

# Pengembangan Textile Reinforced Concrete (TRC) Slab Menggunakan Serat Cantula dengan Berbagai Anyaman

Fajar Teroja Alamsyah<sup>1)</sup>, Stefanus Adi Kristiawan<sup>2)</sup>, Bambang Santosa<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2),3)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126

Email : fajarterojaalamsyah13@gmail.com

## ABSTRACT

*Many natural materials and materials around us have not been fully utilized. The cantula fibers derived from the Agave Cantula Roxb plant are one of them. The form of utilization of the cantula fibers currently being developed is as one of the composite materials for retrofitting. The objective of this research is to know the index of bending strength, rigidity index, toughness index, ductility index and crack behavior of mortar slab which reinforced fiber cantula.*

*This research is done by experimental method, by collecting data, materials and conducting a series of experiments and testing then analyze and conclude the research results. The object of this research is to use fiber cantula which in woven with various variation as material of slab composition Mortar with the aim to know the type of webbing that can contribute maximally.*

*The results of this study obtained the average index value as follows; Normal bending strength = 9.7 MPa, Grid 1 = 9. MPa, Grid 2 = 8.4 MPa, Fishnet = 9.4 MPa; Normal stiffness = 515.6 N / mm, Grid 1 = 147.7 N / mm, Grid 2 = 238 N / mm, Fishnet = 357.4 N / mm; Toughness normal = 69.9 Nmm, Grid 1 = 164.6 Nmm, Grid 2 = 125.5 Nmm, fishnet = 99.5 Nmm; Ductility normal = 1, Grid 1 = 12.6, Grid 2 = 6.2, Fishnet = 5. Fracture behavior that occurs in general test specimen has first crack at load 56-61 N with deflection 0.08- 0.22 mm while for collapse pattern all specimen Collapse hit.*

**Keywords:** Natural Materials, Cantula Fibers, Composites, Slabs mortar, webbing

## ABSTRAK

Banyak bahan dan material alami di sekitar kita belum termanfaatkan dengan maksimal. Serat cantula yang berasal dari tumbuhan *Agave Cantula Roxb* adalah salah satunya. Bentuk pemanfaatan serat cantula yang saat ini sedang dikembangkan adalah sebagai salah satu material komposit untuk perkuatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks kuat lentur, indeks kekakuan, indeks *toughness*, indeks daktilitas dan perilaku retak dari slab mortar yang di beri perkuatan serat cantula.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, dengan mengumpulkan data, bahan serta melakukan serangkaian percobaan dan pengujian kemudian menganalisis dan menyimpulkan hasil penelitian. Objek penelitian ini adalah menggunakan serat cantula yang di anyam dengan berbagai variasi sebagai material komposit perkuatan slab mortar dengan tujuan untuk mengetahui jenis anyaman yang dapat berkontribusi secara maksimal.

Hasil penelitian ini didapatkan nilai indeks rata-rata sebagai berikut; kuat lentur normal = 9.7 MPa, Grid 1 = 9. MPa, Grid 2 = 8.4 MPa, *Fishnet* = 9.4 MPa ; kekakuan normal = 515.6 N/mm, Grid 1 = 147.7 N/mm, Grid 2 = 238 N/mm, *Fishnet* = 357.4 N/mm ; *toughness* normal = 69.9 Nmm, Grid 1 = 164.6 Nmm, Grid 2 = 125.5 Nmm, *fishnet* = 99.5 Nmm ; daktilitas normal = 1, Grid 1 = 12.6, Grid 2 = 6.2, *Fishnet* = 5. Perilaku retak yang terjadi secara umum benda uji mengalami retak pertama pada beban 56-61 N dengan lendutan 0.08- 0.22 mm sedangkan untuk pola keruntuhan seluruh benda uji terjadi keruntuhan tekan.

**Kata kunci :** Material Alami, Serat Cantula, Komposit, Slab mortar, Anyaman

## PENDAHULUAN

*Textile Reinforced Concrete slab* atau dalam bahasa indonesia disebut dengan perkuatan plat beton dengan tekstil adalah suatu metode perkuatan dengan memberikan satu lapisan atau lebih textile pada slab. *Textile Reinforced Concrete* merupakan suatu metode baru untuk meningkatkan performa kekuatan lentur slab beton tersebut. Adanya inovasi bahan untuk *Textile Reinforced Concrete* yang dapat dihasilkan dengan biaya yang rendah dan lebih ramah dengan lingkungan perlu dilakukan dengan tujuan dapat menggantikan atau mengurangi peran dari penggunaan bahan sintetis dan mineral. Serat alami dapat menjadi salah satu pilihan karena sifatnya yang ramah lingkungan dan diyakini bisa dihasilkan dengan biaya yang rendah dan

bahan baku yang tersedia cukup melimpah. Indonesia saat ini telah mengembangkan jenis serat baru yang berasal dari alam. Serat tersebut adalah dari tumbuhan *agave cantula roxb* atau disebut dengan nanas sabrang oleh penduduk setempat. Dalam penelitian ini akan dipelajari tentang indeks perilaku lentur (kekuatan, kekakuan, *toughness*, daktilitas, dan *crack behavior*) TRC slab terhadap beragam anyaman serat cantula.

### **Textile Reinforced Concrete (TRC) Slab**

*Textile Reinforced Concrete* (TRC) merupakan suatu inovasi yang ada dalam perkembangan beton saat ini. Penggunaan metode TRC adalah tidak hanya untuk menambah kekuatan dan perbaikan terhadap suatu elemen struktur beton akan tetapi juga meminimalisir penggunaan beton. Penelitian dan pengembangan *Textile Reinforced Concrete* sudah dilakukan secara intensif sejak satu dekade yang lalu oleh dua perguruan tinggi dari Jerman yaitu *Aachen University* yang bekerja sama dengan *Dresden University of Technology* (Natalie W. Portal, 2013)

### **Serat Cantula**

Tanaman *Agave Cantula Roxb* sebagaimana tanaman sejenisnya dalam keluarga *Agavaceae*, tidak memiliki batang yang jelas dan memiliki daun yang kaku dengan panjang 100-175 cm dengan duri disepanjang tepi daunnya. Serat cantula memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, yakni 64,23%, hal ini menunjukkan bahwa serat ini berpotensi sebagai bahan penguat komposit polimer (Achmad N., 2013). Beberapa penelitian menyatakan kuat tarik serat cantula pada kondisi alami adalah sebesar 278 MPa (Dody A., 2008)

### **Anyaman**

Tipe anyaman dasar yang digunakan pada *Textile Reinforced Concrete* adalah anyaman *biaxial* atau dua dimensi (2D) dan *multiaxial* atau anyaman tiga dimensi (3D). Varian anyaman 2D dan 3D yang digunakan pada *Textile Reinforced Concrete* umumnya adalah tipe grid (Brameshuber, 2006).

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil dan Laboratorium Material Teknik Mesin FT UNS. Design mortar SCC dengan kuat tekan 42 MPa pada umur 28 hari yang di uji mengikuti standart ASTM C 109 dan BS 6319:02. Benda uji yang digunakan adalah plat ukuran 20cm x 5cm x 1cm. Pengujian *flexural strength* dilakukan dengan mengamati mortar dalam kondisi fresh, kuat tekan mortar memadat mandiri, dan perilaku lentur plat mortar dengan perkuatan serat yang di anyam. Pengujian *flexural strength* dilakukan dengan memberkan beban melintang diatas plat secara tetap dengan kecepatan pembebanan 4 detik/mm hingga mencapai beban maksimal yaitu ditandai dengan runtuhnya benda uji dan jarak antar tumpuan adalah 18cm.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Kuat Tekan Mortar**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan ( $F_c$ ) tertinggi dari hasil trial mix yang akan digunakan sebagai *mix design* untuk pembuatan mortar TRC Slab.

Tabel 1 Kuat Tekan Mortar umur 28 hari

Benda uji	kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	42.1	41.9
2	41.7	
3	41.9	

### **Hasil Serat Cantula**

Pengujian yang dilakukan terhadap serat cantula dalam penelitian ini meliputi pengujian *Water Absortion*, waktu (t) penguapan dan uji tarik. Hasil dari pengujian tersebut disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2 *Water Absortion* dan Penguapan

Pengujian	hasil	Referensi
-----------	-------	-----------

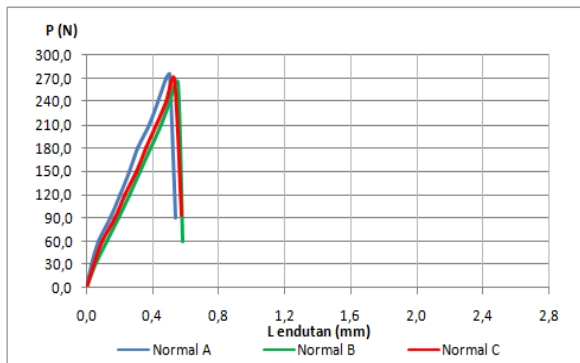
<i>water absorption (%)</i>	13.46%	13.13%-13.57%
waktu penguapan (jam)	4	-

Tabel 3 Kuat Tarik Serat Cantula

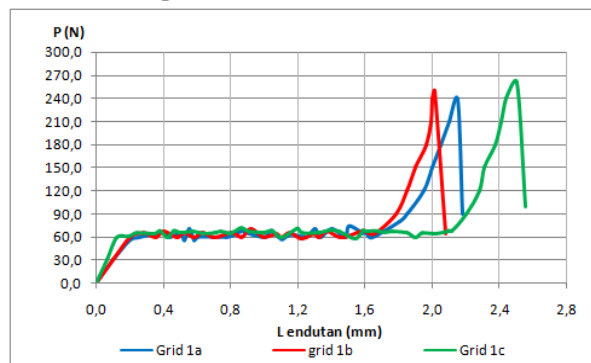
specimen	diameter (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Gaya tarik (N)	Kuat Tarik (Mpa)
1	1.3	1.33	135.94	102.42
2	1.5	1.77	144.53	81.79
3	1.7	2.27	149.66	132.33
4	1.2	1.13	153.32	135.56
5	1.6	2.01	161.64	155.62

### Hasil Pengujian TRC Slab

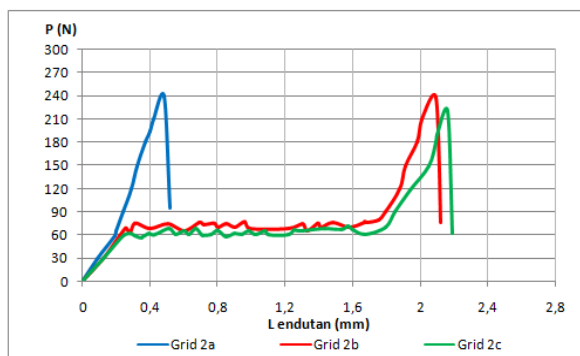
Benda uji yang digunakan pada pengujian TRC Slab ini adalah plat mortar dengan ukuran slab 200 x 10 x 50 mm dengan bentang antar tumpuan 180 mm. TRC Slab yang di uji dalam penelitian ini adalah Slab mortar tanpa anyaman serat cantula dan slab mortar yang diberi perkuatan anyaman serat cantula dengan 3 varian anyaman. Jumlah benda uji TRC Slab ini adalah sebanyak 12 buah dengan 3 buah untuk tiap varian slab. Pengujian dilakukan pada umur TRC Slab telah mencapai 28 hari.



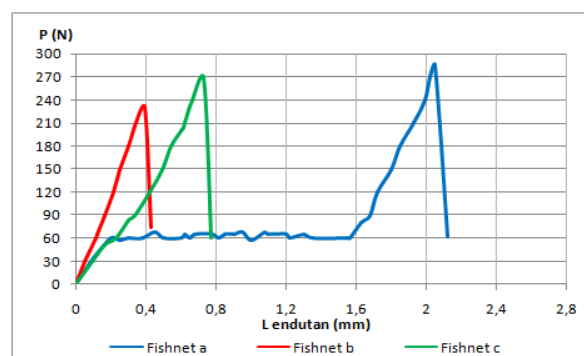
Gambar 1. Grafik hubungan beban dan lendutan benda uji Normal



Gambar 2. Grafik hubungan beban dan lendutan benda uji Grid 1



Gambar 3. Grafik hubungan beban dan lendutan benda uji Grid 2



Gambar 4. Grafik hubungan beban dan lendutan benda uji Fishnet

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa untuk benda uji dengan anyaman serat tipe grid 2a memiliki perilaku berbeda dengan benda uji grid 2b dan grid 2c. Benda uji tipe grid 2a tidak mengalami fase crack formation hal ini dapat disebabkan oleh kemungkinan perubahan posisi anyaman serat serta slip yang terjadi antara mortar dengan anyaman serat sangat kecil. Benda uji grid 2 (a, b dan c) Nilai beban maksimum mengalami penurunan dibandingkan dengan hasil pengujian benda uji tanpa anyaman serat (tipe normal) ataupun terhadap benda uji tipe grid1 yaitu hanya berkisar antara 210 N – 240 N. Penurunan beban maksimum terjadi akibat lekatan yang tidak sempurna antara serat dan mortar dan jenis anyaman yang digunakan.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa untuk benda uji dengan anyaman serat tipe *fishnet* memiliki perilaku berbeda-beda. Benda uji *fishnet* a mengalami peningkatan lendutan hampir menyerupai perilaku

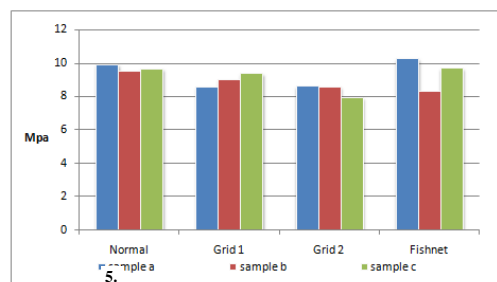
tipe grid 1 dan grid 2. Benda uji *fishnet* a mengalami fase *crack formation* seperti benda uji grid 1 dan grid 2 akan tetapi, fase *stabilization crack* benda uji *fishnet* a memperlihatkan kontribusi anyaman serat yang berbanding lurus antara peningkatan nilai beban yang dihasilkan. Peningkatan nilai beban maksimum benda uji ini dipengaruhi oleh bentuk anyaman dimana pada setiap titik simpul ikatan anyaman *fishnet* dapat memberikan peran sebagai penguat atau angkur pada saat benda uji mengalami fase tarik saat pembebanan sehingga, nilai beban maksimum benda uji *fishnet* a dapat lebih tinggi dari benda uji normal (tanpaserat), grid 1. Benda uji *fishnet* b hanya mengalami sedikit peningkatan lendutan dan peningkatan nilai beban. Prilaku benda uji b hamper sama dengan benda uji grid 2a, hal ini disebabkan kemungkinan perubahan posisi anyaman serta dimensi ikatan simpul yang tidak seragam. Benda uji *fishnet* b mengalami fase *crack formation* sesaat dan fase *stabilization crack*.

### Indeks Kuat Lentur

Data yang diperoleh langsung dari pengujian adalah beban maksimal saat terjadi keruntuhan dan lendutan yang terjadi pada benda uji. Data tersebut dapat dianalisis menjadi kuat lentur (*modulus of rupture*) untuk masing-masing benda uji. Hasil pengujian indeks kuat lentur selengkapnya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Indeks Kuat Lentur TRC Slab

Benda uji	MOR (MPa)			rata-rata (MPa)
	A	B	C	
Normal	9.9	9.5	9.6	9.7
Grid 1	8.6	9.0	9.4	8.9
Grid 2	8.6	8.6	7.9	8.4
<i>Fishnet</i>	10.3	8.3	9.7	9.4



Gambar 4.6 grafik perbandingan kuat lentur masing-masing benda uji

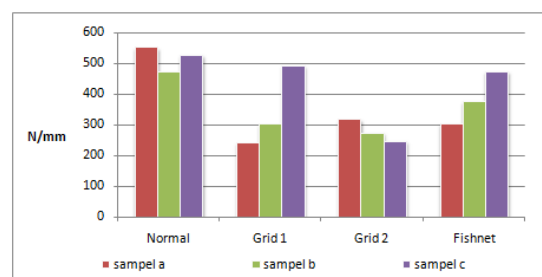
Berdasarkan Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur (MOR) TRC Slab yang diberi anyaman serat cantula tidak lebih baik dari pada slab tanpa anyaman. Penggunaan anyaman serat cantula cenderung menurunkan kuat lentur slab. Akan tetapi pada benda uji TRC Slab dengan anyaman *fishnet*, kuat lentur yang dihasilkan mampu mendekati kuat lentur pada slab tanpa anyaman. Sampel a TRC Slab dengan anyaman *fishnet* kuat lentur yang dihasilkan dapat melebihi kuat lentur slab tanpa serat

### Indeks Kekakuan

Indeks kekakuan merupakan nilai yang didapat dari data beban dan lendutan saat runtuh yang diperoleh dari pengujian kuat lentur. Hasil penghitungan kekakuan TRC Slab selengkapnya disajikan dalam Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5 Indeks Kekakuan

Benda uji	K (N/mm)			rata-rata (N/mm)
	a	b	c	
Normal	550	471	525	515.6
Grid 1	240	300	492	343.9
Grid 2	316	273	246	278.1
<i>Fishnet</i>	302.5	375	473	383.4



Gambar 6. Grafik perbandingan kekakuan masin-masing benda uji

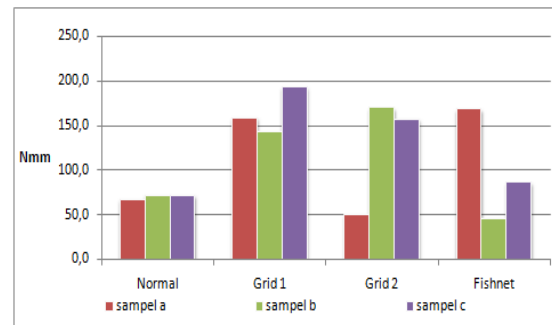
Berdasarkan Gambar 6 tersebut menunjukkan bahwa nilai kekakuan TRC Slab cukup bervariasi, akan tetapi nilai kekakuan TRC Slab memiliki kecenderungan tidak lebih besar dibandingkan dengan Slab tanpa anyaman. Hal ini menunjukkan bahwa material TRC Slab dengan anyaman serat cantula masih dapat berperilaku elastis. dari diagram tersebut juga dapat dilihat bahwa TRC Slab dengan anyaman *fishnet* dapat menghasilkan kekakuan yang lebih baik dari pada anyaman lainnya.

### Index of Toughness

Berdasarkan hasil pengujian TRC slab, bisa didapat nilai *toughness* untuk masing-masing benda uji. Nilai *toughness* tersebut didapatkan dari data grafik hubungan beban-lendutan yang diolah untuk menentukan luasan daerah dibawah kurva. Hasil Perhitungan dapat dilihat dalam Tabel 6 berikut :

Tabel 6 *Index of toughness*

benda uji	beban	defleksi max	<i>Toughness</i>	
	(N)	(mm)	(Nmm)	rata-rata
N a	270	0.48	66.72461	69.9
N b	264	0.55	71.45146	
N c	268	0.53	71.44342	
G1 a	238	2.15	158.6031	164.6
G1 b	250	2.01	142.3502	
G1 c	260	2.5	192.7806	
G2 a	239	0.48	50.06611	125.5
G2 b	238	2.09	169.3426	
G2 c	220	2.16	156.9962	
Fn a	280	2.05	167.7933	99.5
Fn b	230	0.39	44.73945	
Fn c	269	0.73	85.85928	

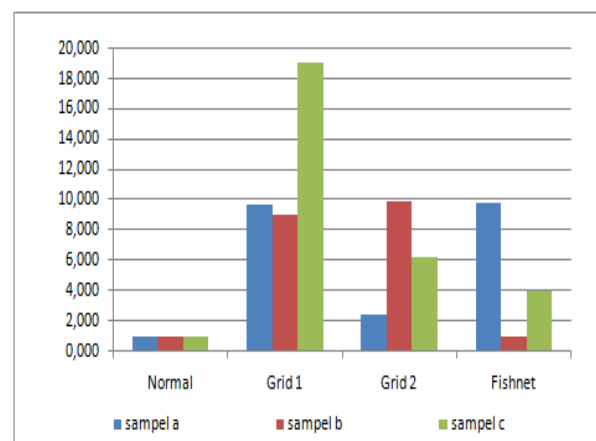


Gambar 7. Grafik Indeks of Toughness

### Indeks Daktilitas

Hubungan antara beban dengan lendutan dapat di analisis menjadi nilai daktilitas pada masing-masing benda uji untuk tiap varian anyaman. Hasil analisis daktilitas disajikan dalam bentuk Tabel 7 Indeks daktilitas masing – masing benda uji

Benda uji	$\delta y$ (mm)	$\delta u$ (mm)	Daktilitas ( $\mu = \delta u / \delta y$ )	Keterangan
Na	0.49	0.5	1.0	Tidak Daktail
Nb	0.53	0.54	1.0	Tidak Daktail
Nc	0.529	0.53	1.0	Tidak Daktail
G1a	0.2	2.15	10.8	Daktail
G1b	0.2	2.01	10.1	Daktail
G1c	0.12	2.5	20.8	Daktail
G2a	0.2	0.5	2.5	Daktail
G2b	0.2	2.1	10.5	Daktail
G2b	0.2	2.2	11.0	Daktail
FN a	0.2	2.05	10.3	Daktail
FN a	0.1	0.4	4.0	Daktail
FN a	0.2	0.7	3.5	Daktail



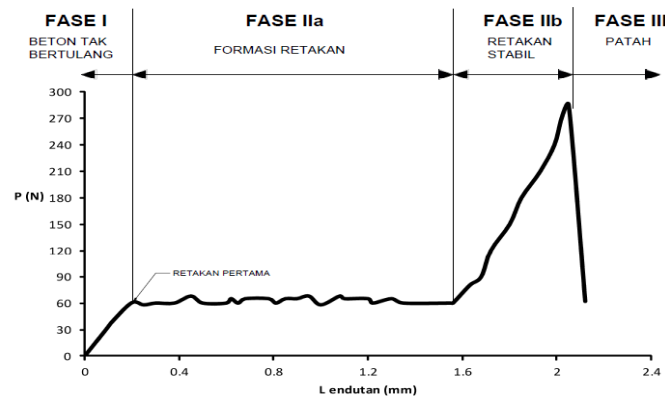
Gambar 8. Grafik nilai daktilitas masing-masing benda uji

Gambar 8 tersebut menunjukkan bahwa TRC Slab dengan anyaman serat cantula dapat memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap nilai daktilitas yang dihasilkan. Benda uji TRC Slab dengan Anyaman Grid 1 dapat memberikan nilai daktilitas yang cukup stabil dan lebih tinggi dibandingkan dengan anyaman lainnya.

### Crack Behavior

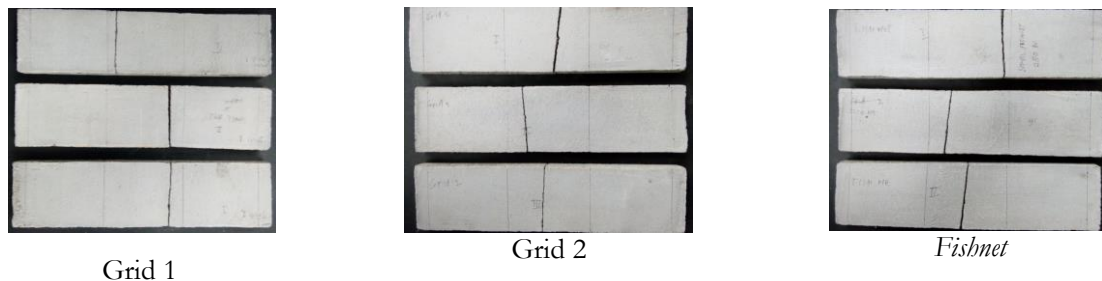
Prilaku pola retak atau patahan yang terjadi pada masing-masing benda uji dalam penelitian ini sangat bervariasi. Perbedaan patahan yang terjadi sangat di pengaruhi oleh letak serat serta jenis anyaman yang

digunakan. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan maka dapat dibuat bentuk kurva empat fase seperti benda uji *fishnet* 1 dalam **Gambar 9** dibawah ini :



**Gambar 9** Kurva retakan benda uji

Pengujian kuat lentur TRC Slab, hal lain yang diamati pada benda uji adalah saat benda uji runtuh (*failure*). Ada dua model keruntuhan yaitu keruntuhan geser dan keruntuhan lentur. Pola patahan TRC Slab anyaman Grid 1 dan Grid 2 berada pada pertemuan serat arah memanjang dan melintang, sedangkan untuk TRC Slab anyaman *Fishnet* pola patahan berada di simpul anyaman arah melintang.



**Gambar 10** Pola keruntuhan pada pengujian lentur

## SIMPULAN

Berdasarkan seluruh pengujian, analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Seluruh TRC Slab anyaman serat cantula yang di teliti (Grid 1, Grid 2, dan *Fishnet*) terhadap kuat lentur, secara umum penggunaan anyaman serat cantula terhadap slab mortar dengan dimensi 200 mm x 50 mm x 10 mm dapat menurunkan kekuatan lentur. Kuat lentur Slab normal dan TRC Slab dengan anyaman Grid 1, Grid 2, dan *fishnet* berturut 9.7 MPa, 8.9 MPa, 8.4 MPa, 9.4 MPa.
2. Seluruh TRC Slab anyaman serat cantula yang di teliti (Grid 1, Grid 2, dan *Fishnet*) terhadap nilai kekakuan, penggunaan anyaman serat cantula terhadap slab mortar dengan dimensi 200 mm x 50 mm x 10 mm dapat menurunkan nilai kekakuan. Nilai kekakuan Slab normal dan TRC Slab dengan anyaman Grid 1, Grid 2, dan *fishnet* berturut-turut 515.6 N/mm, 343,9 N/mm, 278,1 N/mm, 383.4 N/mm.
3. Seluruh TRC Slab anyaman serat cantula yang di teliti (Grid 1, Grid 2, dan *Fishnet*) terhadap nilai Toughness. TRC Slab mampu memberikan kontribusi yang cukup tinggi terhadap indeks of toughness. Indeks toughness Slab normal dan TRC Slab dengan anyaman Grid 1, Grid 2, dan *fishnet* berturut-turut 69.9 Nmm, 164.6 Nmm, 125.5 Nmm, 99.5 Nmm.
4. Seluruh TRC Slab anyaman serat cantula yang di teliti (Grid 1, Grid 2, dan *Fishnet*) terhadap nilai Daktilitas, TRC Slab mampu memberikan kontribusi daktilitas yang cukup tinggi. Persentase kenaikan nilai daktilitas berturut-turut TRC Slab dengan anyaman Grid 1, Grid 2, *Fishnet* antara slab normal adalah 1240%, 607%, 489%
5. Pola patahan TRC Slab anyaman Grid 1 dan Grid 2 berada pada pertemuan serat arah memanjang dan melintang, sedangkan untuk TRC Slab anyaman *Fishnet* pola patahan berada di simpul anyaman.

## SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diberikan saran-saran dan koreksi yang akan berguna bagi perkembangan TRC dengan material alami serat cantula pada masa mendatang. Saran-saran yang diberikan sebagai berikut.

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut lagi tentang rasio diameter serat cantula terhadap ketebalan mortar.
2. Perlu adanya penelitian tentang lekatan serat cantula terhadap mortar dan penambahan bahan-bahan lain yang berisifat merekatkan serat cantula dengan semen
3. Perlu dikembangkan varian jarak anyaman.
4. Perlu kehati-hatian terhadap perubahan posisi anyaman.
5. Perlu diperhatikan pengaruh serapan air serat cantula terhadap faktor air semen (FAS)

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 33, standard Specification for Concrete Aggregates.
- ASTM C 40, Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concret.
- ASTM C 78, Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using simple beam with Third-point Loading).
- ASTM C 109, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar.
- ASTM C 117, Standard Test Method for Materials Finer than (no. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.
- ASTM C 128, Standard Test Method for Relative (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
- ASTM C 579, Standard Test Method for Compressive Strength of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic, Surfacing, and Polymer Concretes.
- Achmad Nurhidayat, 2013, Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE limbah-Cantula Dan Berbagai jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat. Tesis, Program Pascasarjana Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret.
- Arifur Rochman, 2012, Pengertian Anyaman, <http://www.arifoer.blogspot.com>, diakses 2016.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049-2004, Semen portland, Indonesia.
- Brameshuber, W. 2006, Textile Reinforced Concrete. Static-of-the Art Report of RILEM Technical Committee 201-TRC. RILEM Report 36, RILEM Publication, Bagneux, France PT.
- Dragos Petre, Iwona Zapalowicz, 2012, Analysis of Reinforced Concrete Slabs Strengthened with Textile Reinforcement, Non-linear finite Element Analysis, Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology, Sweden.
- Dyah Kurnia P., 2010, Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Repair Mortar dengan Bahan Tambah Polymer. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- EFNARC, 2002, Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete, <http://www.efnarc.org>, diakses 2016.
- Grace, 2000, Grace Concrete Products, <http://www.graceconstruction.com>, diakses 2016
- <http://www.id.wikipedia.org> , 2015, Pengertian Textile, Di akses 2016.
- Heru Ari Christianto, 2004, Effect of Chemical and Mineral Admixture on the Fresh Properties of Self Compacting Mortar, Thesis, Civil Engineering, Middle East Technical University.
- I Made Yana P., Perbandingan Daktilitas Balok Beton Bertulang dengan Menggunakan Perkuatan CFRP dan GFRP, Jurnal Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- J. Hegger, et al, 2008, Textile Reinforced Concrete-Realization in Applications, Journal Institute of Structural Concrete, RWTH Aachen University, Germany.
- Jiangqiang Wei, 2014, Durability of Cement Composites Reinforced with Sisal Fiber, Dissertation, Columbia University, USA.
- Natalie Williams Portal, 2013, Sustainability and Flexural Behavior of Textile Reinforced Concrete, Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology, Sweden.
- Okamura and Ouchi, 2003 , Self-Compacting Concrete, Journal of Advanced Concrete Technology, Japan Concrete Institute, Japan..
- Plamen Kravarev,et al, 2009, Commingling Yarns for Reinforcement of Concrete, 4th Colloquium on Textile Reinforced Concrete Structure (CTRS4), RWTH Aachen University, Germany.
- P. Rathish Kumar, 2008, Mechanical Characteristic of Fiber Reinforced Self Compacting Mortars, Asian Journal of Civil Engineering, Department of Civil Engineering, NIT Warangal, India.

- Raharjo.W.W., 2003, Pengaruh Kadar Air pada Sifat Mekanik Serat Cantula, Gema Teknik Volume 2/tahun VI.
- Reynaldo M. Pablo. Jr, 2011, Natural Organic Fiber Meshes As Reinforcement In Cement-Matric, International Journal of Engineering Research and Innovation, Department of Manufacturing and Construction and Interior Design, Indiana University-purdue University, Indiana.
- Sohji Inoue, 2005, Flexural Behavior Of Cement Composites Panels Reinforced With Different Types Of Panels, Artikel, Mie University, Japan. 30th conference on Our World in Concrete & structure, Singapore.
- U. Haussler-Combe, 2013, Textile Reinforced Concrete – Overview, Experimentl and Theoretical Investigation, Journal, Department of Civil Engineering, Dresden University of Technology, Germany.