

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT  
TERHADAP KUAT TARIK DAN TEKAN MATERIAL  
KOMPOSIT *UNIDIRECTIONAL* SERAT IJUK  
AREN/*POLYESTER***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat**

**Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun oleh :**

**SIGIT SURYO MULYONO**

**20130130190**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP TARIK DAN  
TEKAN MATERIAL KOMPOSIT *UNIDIRECTIONAL* SERAT IJUK  
*AREN/POLYESTER***

Disusun Oleh :  
Sigit Suryo Mulyono  
NIM : 20130130190

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada tanggal 21 November 2017

Susunan Tim Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Sudarisman, M.Mechs., Ph.D.

Muhammad Budi Nur R., S.T.,

M.Eng

NIP: 19590502 198702 1 001

NIK. 19790523 200501 1 001

Penguji

Cahyo Budiyanoro, S. T., M.Sc.

NIK: 1971102332 201507 123083

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu  
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal..... 2017

Mengesahkan  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Berli P.Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D

NIK. 19740302 200104 123049

## PERSEMBAHAN

*Sujud syukurku pada-Mu Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:*

- ♣ *Agamaku Islam yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.*
- ♣ *Ibu Hartini dan Bapak Topo Santoso tercinta, dengan samudera kesabaran, do'a dan kasih sayangmu dalam menuntun setiap langkahku, terima kasih atas segala pengorbanan yang telah engkau dalam memberikan kesempatan untuk belajar.*
- ♣ *Sodara- Sodaraku yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.*
- ♣ *Teman-temanku di organisasi dan komunitas yang selalu memberi motivasi dan semangat.*
- ♣ *Seluruh teman-teman Teknik Mesin, khususnya Team D dan Team Komposit terimakasih atas dukungan sehingga terlaksanalah Tugas Akhir ini.*

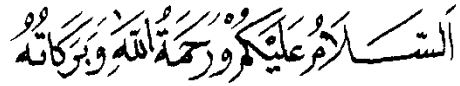
## **MOTTO**

”Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah dengan  
sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya  
kamu berharap” (Q.S Alam Nasyarah : 6-8)

“Jika berhenti hari ini, maka kita tidak tahu apa yang akan terjadi besok”

”Tiada bakat berusahapun jadi ”

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kuat Tarik dan Tekan Komposit Unidireksional Serat Ijuk Aren/*Epoxy*”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Berli Paripurna K ,S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama Tugas Akhir.
4. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan, kritik dan saran.
5. Staff Pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Bapak Bambang Surono, S.T., M.Eng selaku pembimbing pengujian tekan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Bapak Aprial selaku pembimbing pengujian tarik Laboratorium Balai Kulit
8. Bapak dan Ibu tercinta, adekku yang senantiasa mendoakan, selalu memberikan dorongan semangat, dan kasih sayang yang tak terbatas.

9. Teman-teman dari Team D yang terus memberikan support, inspirasi, dan bantuan dalam banyak hal yang tak terhitung.
10. Terimakasih untuk penghuni kontrkan bapak sunarto yang selalu menginspirasi.
11. Tim Para Pencari Toga yang selalu memberikan dorongan dan meramaikan suasana.
12. Para penghuni Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta baik yang kasat mata maupun tidak kasat mata yang setia menemani lembur di malam hari.
13. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena penulis juga makhluk-Nya yang selalu memiliki kekurangan. Kritik dan saran yang membangun dari teman-teman semua sangat diharapkan. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, November 2017

Penyusun

Sigit Suryo Mulyono

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN DAN MOTO</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>INTI SARI</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi dan Batasan Masalah .....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat penelitian .....	5
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Komposit .....	8
2.2.1. Komposit Serat Alami.....	10
2.2.2 Serat Ijuk dan Komposisi Serat Ijuk .....	12
2.2.3 Perlakuan Serat .....	14
2.2.4 Mekanisme perikatan serat .....	15

2.3. Matriks .....	17
2.3.1 Poliester .....	18
2.4. Katalis .....	20
2.5. Klasifikasi Material Komposit .....	20
2.5.1 <i>Unidirectional Fiber Composite</i> .....	20
2.5.2. Pengujian Tarik .....	22
2.5.3. Pengujian Tekan.....	24
2.6. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit .....	27
1. Patah Banyak .....	27
2. Patah Tunggal .....	27
3. Debonding .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	29
3.1.1. Alat Penelitian.....	29
3.1.2. Alat Pengujian Material komposit .....	32
3.1.3. Bahan Material Komposit .....	34
3.2. Perlakuan Serat.....	37
3.3. Pembuatan Spesimen .....	39
3.4. Pencetakan Spesimen .....	50
A. Persiapan Cetakan .....	40
B. Proses Persiapan Resin.....	41
C. Proses pencetakan .....	42
3.5. Pembuatan Spesimen Dengan Modifikasi Lebar .....	44



3.6. Proses Pengujian Tarik.....	45
3.7. Proses Pengujian Tekan .....	47
3.8. Foto Makro.....	48
3.8.1 Alat pembuatan Soesimen Uji.....	48
3.8.2 Prosedur Pembuatan Spesimen Uji .....	48
3.8. Diagram Alir Penelitian .....	52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1. Fraksi volume serat aktual .....	53
4.2. Analisa Foto Makro Patahan Komposit .....	56
4.2.1. Analisa Patahan Spesimen Tarik.....	56
4.2.2. Analisa Patahan Spesimen Tekan .....	58
4.3. Hasil Pengujian Tarik.....	59
4.4. Grafik Hubungan Antara gaya <i>Longitudinal</i> dan <i>Displacement</i> .....	59
4.4.1 Kekuatan Tarik .....	62
4.4.2 Reganagan Tarik .....	64
4.4.3 Modulus Elastisitas Tarik .....	65
4.5. Hasil Pengujian Tekan .....	69
4.5.1 Grafik Hubungan Antara gaya <i>Longitudinal</i> dan perpendekan .....	69
4.5.2 Kekuatan Tekan .....	70
4.5.3 Regangan Tekan .....	72
4.5.4 ModulusElastisitas Tekan .....	73
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>76</b>
A. KESIMPULAN .....	76
B. SARAN.....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN – LAMPIRAN .....</b>	<b>.....</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik hubungan antara kekuatan dan susunan serat pada Komposit.....	11
Gambar 2.2 Jenis-jenis orientasi serat pada komposit berpenguat serat.....	11
Gambar 2.3. Pohon dan serat ijuk aren .....	14
Gambar 2.4. Metode Pengujian Kekuatan Perikatan Serat dengan Matriks .....	16
Gambar 2.5. Jenis-jenis Ikatan antara Serat dan Matriks.....	17
Gambar 2.6. <i>Polyester</i> resin dan Katalis .....	21
Gambar 2.7. Model pengarahan filament satu arah dalam komposit (a) paralel dan (b) seri.....	21
Gambar 2.8. Gaya tarik terhadap pertambahan panjang .....	22
Gambar 2.9. Spesimen tarik tanpa tab sesuai standar ASTM D638 .....	31
Gambar 2.10. Metode cengkaman spesimen uji berdasarkan jenis material spesimen.....	23
Gambar 2.11. Modifikasi grip untuk uji kompresi IITRI.....	25
Gambar 2.12 Tes celanese Perlengkapan dan spesimen (ASTM D 3410-75). Dua Contoh Jig untuk Spesimen Alignment Dengan Wedge Grips Outside the Fixture Housing Blocks.....	25
Gambar 2.13. Patahan Banyak .....	27
Gambar 2.17. Patahan tunggal .....	28
Gambar 2.16. Debonding Serat.....	28
Gambar 3.1. Alat Cetak komposit .....	29
Gambar 3.2. Alat pengepres komposit .....	30
Gambar 3.3. Dongkrak hidrolik .....	30
Gambar 3.4. Alat bantu fabrikasi .....	31
Gambar 3.5. Timbangan Digital.....	31
Gambar 3.6. Alat pemotong dan amplas .....	32
Gambar 3.7. Alat uji tarik.....	33

Gambar 3.8. Alat uji tekan .....	33
Gambar 3.9. Alat Penjepit Spesimen Tekan .....	34
Gambar 3.10. Ijuk aren.....	35
Gambar 3.11. Resin <i>polyester</i> .....	36
Gambar 3.12. Katalis.....	36
Gambar 3.13. NAOH .....	36
Gambar 3.14. Perendaman menggunakan alkali .....	37
Gambar 3.15. Mencuci serat setelah direndam .....	37
Gambar 3.16. Proses Pengeringan Serat Secara Alami.....	37
Gambar 3.17. persiapan cetakan.....	41
Gambar 3.18. penimbangan serat.....	41
Gambar 3.19. Percampuran resin dengan katalis .....	42
Gambar 3.20. Penuangan Resin .....	42
Gambar 3.21. Penekanan cetakan.....	43
Gambar 3.22. Dimensi spesimen uji .....	43
Gambar 3.23. Proses pemotongan lembaran komposit. ....	44
Gambar 3.24. Proses pembentukan specimen uji tarik sesuai ASTM D638.....	44
Gambar 3.25. Diagram alir pembuatan spesimen pembuatan material komposit.	45
Gambar 3.26. (a) Spesimen tarik (ASTM D638) dan (b) tekan (ASTM D3410) siap uji .....	45
Gambar 3.27. Posisi pemasangan spesimen.....	46
Gambar 3.28. Pencatatan hasil uji tarik .....	46
Gambar 3.29. Pemasang <i>Alighment jig</i> pada spesimen uji .....	47
Gambar 3.30. Pemasangan grip pada mesin UTM .....	48
Gambar 3.31. Hasil Grafik Pengujian Tekan .....	48
Gambar 3.32. Pengujian Foto Makro .....	49
Gambar 3.33. Menu <i>Open</i> Pada <i>ImageJ</i> .....	49
Gambar 3.34. (a) Proses dupliaksi, (b) Proses pengaturan cahaya, dan (c) Peroses penggantian tipe gambar .....	50
Gambar 3.35. Menu <i>Threshold</i> pada <i>imagej</i> .....	50
Gambar 3.36. Proses Perhitungan Serat .....	51

Gambar 3.37. Proses Perhitungan Vraksi Volume serat .....	51
Gambar 4.1. Foto makro spesimen tarik (a) $V_f$ 10%; (b) $V_f$ 20%; (c) $V_f$ 30%; dan (d) $V_f$ 40% .....	53
Gambar 4.2. . Foto makro spesimen tekan (a) $V_f$ 10%; (b) $V_f$ 20%; (c) $V_f$ 30%; dan (d) $V_f$ 40%.....	58
Gambar 4.3 Patahan pada spesimen uji tarik (a) $V_f$ 10,54 %; (b) $V_f$ 19,42 %; (c) $V_f$ 27,74%; dan (d) $V_f$ 40,83%.....	57
Gambar 4.4 Foto Patahan Spesimen Tekan (a) $V_f$ 10,98 %; (b) $V_f$ 16,56 %; (c) $V_f$ 28,89%; dan (d) $V_f$ 39,36.....	58
Gambar 4.5. Spesimen uji tarik yang telah dimodifikasi.....	60
Gambar 4.6. Grafik hubungan gaya longitudinal dan <i>displacement</i> $V_f$ (a) 0 %; (b) 10,54%; (c) 19,422%; (d) 28,89 % dan (e) 40,83%.....	62
Gambar 4.7 Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik .....	63
Gambar 4.8. Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap nilai regangan tarik ..64	
Gambar 4.9. Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap nilai modulus Tarik..67	
Gambar 4.10. Spesimen Uji Tekan .....	68
Gambar 4.11. Hubungan gaya longitudinal dan <i>deformasi</i> pada $V_f$ (a) 0% , (b) 10,98%, (c) 16,56%, (d) 28,9 %, dan (e)39,36%.....	60
Gambar 4.12. Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tekan.....	71
Gambar 4.13. Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap nilai regangan Tekan.....	72
Gambar 4.14. Grafik pengaruh fraksi volume serat terhadap nilai modulus tekan	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kadar air (%) dan massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ ) serat alami pada cuaca normal. ....	12
Tabel 2.2. Ukuran panjang dan diameter serat alam.....	12
Tabel 2.3. Komposisi kimia serat alam.....	12
Tabel 2.4. Sifat-sifat Mekanik Beberapa Serat Alam .....	13
Tabel 2.5. Kandungan kimia serat ijuk .....	14
Tabel 2.6. Kekuatan tarik rata-rata serat ijuk.....	15
Tabel 2.7. Perbandingan antara serat alami dan serat gelas.....	15
Tabel 2.8. Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yukalac 138 BTQN-EX</i> .....	21
Tabel 3.1. Rata – Rata Kekuatan Tarik .....	45
Table 3.2. Spesifikasi <i>Polyester Resin SHPC 268 BTQN</i> .....	45
Tabel 3.3. Hasil Perhitungan massa serat dan matrik .....	50
Tabel 4.1. Fraksi volume aktual specimen Tarik .....	65
Tabel 4.2. Fraksi volume aktual spesimen tekan .....	65
Tabel 4.3. Tabel nilai kuat tarik ijuk aren <i>unidirectional/polyester</i> .....	73
Tabel 4.4. Nilai regangan tarik ijuk aren/ <i>polyester</i> .....	74
Tabel 4.5. Nilai Modulus elastisitas tarik.....	75
Tabel 4.6. Nilai kuat tekan serat ijuk aren <i>unidirectional/polyester</i> .....	81
Tabel 4.7. Nilai regangan tekan serat ijuk aren / <i>polyester</i> .....	84
Tabel 4.8. Nilai modulus elastisitas tekan .....	84

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1.** Perhitungan Fraksi Volume Serat

**LAMPIRAN 2.** Data Hasil Pengujian Tarik

**LAMPIRAN 3.** Data Hasil Prhitungan Tekan

**LAMPIRAN 4.** Grafik Hasil Pengujian Tarik

**LAMPIRAN 5.** Grafik Hasil Pengujian Tekan

**LAMPIRAN 5.** Standar ASTM D3410 & ASTM D638

## INTISARI

Pemanfaatan serat ijuk baru sebatas pembuatan sapu, tali dan material penapis bangunan industri serta resapan air. Kegunaan tersebut tidak lepas dari keistimewaan sifat serat ijuk yang elastis, keras, sangat tahan terhadap air bersifat asam serta air yang mengandung garam, dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Selama ini jenis serat ijuk baru dimanfaatkan secara umum dan belum digunakan secara khusus dengan memanfaatkan potensi karakteristik sifat mekanisnya dalam menahan beban Tarik dan tekan sebagai material untuk struktur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat ijuk aren dengan *polyester* dan dicetak dengan metode *press mould*. Pembuatan spesimen uji dibuat dengan standar ASTM D638 untuk spesimen tarik dan ASTM 3410 untuk spesimen tekan. Variasi fraksi volume serat rencana untuk spesimen tarik dan tekan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%.

Nilai volume serat aktual setelah dianalisis untuk spesimen tarik adalah 0%; 10,54%; 19,42%; 27,74%; dan 40,83 % sedangkan untuk spesimen tekan adalah 0%; 10,98%; 16,56 %; 28,89 %; dan 39,36%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin meningkatkan kekuatan tarik namun menurunkan nilai kekuatan tekan. Dari pengujian tarik dan tekan diperoleh kuat tarik terbesar terdapat pada  $V_f$  40,83 % yaitu sebesar 43,259 MPa dan kuat tarik terkecil terdapat pada  $V_f$  0% yaitu sebesar 33,437 MPa sedangkan untuk kuat tekan terbesar terdapat pada  $V_f$  0% yaitu sebesar 87,253 MPa dan kuat tekan terkecil terdapat pada  $V_f$  16,56 % yaitu sebesar 50,464 MPa. Untuk modulus tarik terbesar terdapat pada  $V_f$  40,83% yaitu sebesar 1754,65 MPa dan modulus elastisitas tarik terkecil terdapat pada  $V_f$  0% yaitu sebesar 1380,13 MPa sedangkan untuk modulus elastisitas tekan terbesar terdapat pada  $V_f$  0% yaitu sebesar 1712,34 MPa dan modulus elastisitas terkecil terdapat pada  $V_f$  16,56 % yaitu sebesar 1337,60 MPa.

**Kata Kunci: serat ijuk aren, epoksi, fraksi volume serat, unidireksional, kuat tarik, kuat tekan, modulus elastisitas**

## ABSTRAK

*The utilization of sugar palm fibers is limited to the manufacture of brooms, ropes and industrial building filtration materials and water absorption. The usefulness is not separated from the properties of fibers that elastic, hard, very resistant to acidic water and salt-containing water, and difficult to digest by destructive organisms. So far, this type of palm fibers is only used in general and has not been used specifically by utilizing the potential characteristics of mechanical properties in holding the burden of Pull and press as material for the structure.*

*The material used in this research sugar palm fibers with polyester matrix and processed by using press mold method technique. The test specimens were prepared according to ASTM D638 standards for tensile specimens and ASTM 3410 for compressive specimens. Variations in fiber volume fraction were planned being 0%, 10%, 20%, 30%, and 40% for tensile and press specimens*

*The actual fiber volume fraction after being analyzed for being 0%; 10,54%; 19,42%; 27,74%; and 40,83 % for tensile specimen were found. While for compressive specimens were found being 0%; 10,98%; 16,56 %; 28,89 %; and 39,36% . Testing results show that the greater the fiber volume fraction increases the tensile strength but decreases the value of compressive strength. The highest, tensile strength was found at  $V_f$  40,83 % which is 43,259 MPa and the smallest tensile strength is at  $V_f$  0% which is 33,437 MPa, and for the highest compressive strength was found at 0,0%  $V_f$  which is 87,253 MPa and the lowest compression strength was found at  $V_f$  16,56 % which is 50,464 MPa. For the highest tensile modulus was found at  $V_f$  40,83 % which is 1754,65 MPa and the lowest tensile elastic modulus was found at  $V_f$  0% which is 1380,13 MPa,*

***Keyword : sugar palms fibers, Polyester, actual fiber volume fraction, unidirectional fiber, tensile strength, compressive strength, modulus elastiscity***