

TUGAS AKHIR

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN BENDING PADA KOMPOSIT SERAT TEBU/EPOKSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Akhmad Maryadi
1999130069

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2013

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK
DAN BENDING PADA KOMPOSIT SERAT TEBU/EPOKSI**

DISUSUN OLEH:

AKHMAD MARYADI
1999130069

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal April 2013

Susunan Tim Penguji

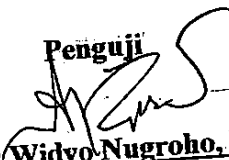
Dosen Pembimbing I


Drs. Sudarisman, M.Mech., Ph.D
NIP : 19590502 198702 1 001

Dosen Pembimbing II

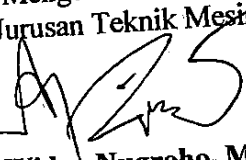

Muh. Budi Nur Rahman, S.T.
NIP. 19790523 200501 1 001

Penguji


Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.
NIK. 123022

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 30 April 2013



Mengesahkan
di Jurusan Teknik Mesin

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.
NIK. 123022

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, April 2013

Akhmad Maryadi

SEKAPUR SIRIH

*Pasang surutnya gelombang kehidupan tak pernah menggoyahkan
Niat tulus suci nan mulia dari kedua orang tua
Terombang-ambing diantara cucuran keringat dan air mata
Berebel doa dan tenaga demi memberikan yang terbaik
Tuk belahan jiwanya.*

*Ku'arungi lautan luas dengan biduk kecilku, melewati waktu panjang
Kayuh demi kayuh kulewati karang terjal dan ombak
Guna mewujudkan impian, angan dan cita-cita
Baik cita-cita yang kucita-citakan
Maupun yang dicita-citakan kedua orang tua.*

P.F.R.B.F.M.B.A.D.A.N

Karya ini aku persembahkan untuk :

- 1. Ayahanda Sugiyono dan Bunda Wagiyah tercinta atas segala do'a, kasih sayang serta pengorbanan yang tak pernah mampu ananda balas.*
- 2. Adikku Barul Ariyani tersayang yang telah menjadi inspirasiku.*
- 3. Istriku Widiastuti dan My Son Devan pelecut semangat love U so much forever.*

"Waktu dibaratkan sebuah pedang yang tajam

anda membencinya"

dengan mencintai apa yang Anda lakukn, walaupun sebenarnya

"Satu-satunya cara untuk melakukan pekerjaan besar adalah

tetapi buang lah pengalaman buruk yang hanya merugikan"

"Pengalaman adalah guru yang terbaik

"Dengan Agama Hidup Menjadi Terarah"

"Dengan Seni Hidup Menjadi Indah"

"Dengan Ilmu Hidup Menjadi Mudah"

MOTTO

INTISARI

Komposit adalah hasil penggabungan dua atau lebih material pembentuk secara fisis. Komposit serat terdiri dari serat sebagai penguat dan resin sebagai pengikat. Penelitian ini diharapkan akan didapat kekuatan tarik dan bending yang tinggi sehingga dapat meminimalkan kerusakan yang fatal akibat beban tarik dan beban bending yang terjadi. Material serat tebu pada penelitian ini digunakan karena pemanfaatannya yang masih terbatas. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan bending material komposit serat tebu/epoksi dan mengetahui karakteristik patahan.

Spesimen dipotong dari pelat yang dibuat dengan cara cetak tekan dengan $V_f = 0\%$, 10%, 20%, 30% dan 40%. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah serat tebu, resin epoksi dan hardener EPOSCHON. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D-638 dan pengujian bending menggunakan standar ASTM D-790. Kegagalan spesimen diamati menggunakan foto makro dan mengetahui karakteristik patahannya

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin menurun kekuatan tarik, regangan dan menaikkan modulus elastisitasnya. Kekuatan tarik dan regangan tarik rata-rata tertinggi pada $V_f = 0\%$ yaitu 31,31 MPa; 0,0898 mm/mm dan modulus elastisitas tarik pada $V_f = 0\%$ yaitu 352,15 MPa. Kekuatan bending dan modulus elastisitas bending tertinggi rata-rata terjadi pada $V_f = 30\%$ yaitu 99,90 MPa; 7,868 GPa. Regangan bending tertinggi pada $V_f = 0\%$ yaitu 0,0320 mm/mm. Dari hasil pengamatan foto makro karakteristik patahan komposit berpenguat serat tebu pada pengujian tarik terjadi patah tunggal pada setiap V_f serta terjadi *fiber pull out* pada $V_f = 10\%$, 20%, 30% dan 40%. Sedangkan pada pengujian bending terjadi patah tunggal pada setiap V_f dan terjadi *fiber pullout* pada $V_f = 30\%$.

Kata kunci: Serat tebu, epoksi, kekuatan tarik, kekuatan bending.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT sebagai penghuni utama kalbu kita yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini telah diselesaikan Tugas Akhir dengan judul **"Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Material Komposit Serat Tebu/Epoksi"**. Penulisan ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam melaksanakan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik dari segi moril maupun materil. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

2. Bapak Drs. Sudarisman. M.Mech.,Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nurahman,S.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
4. Bapak Berli Paripurna Kamiel,S.T,M.T.,M.Eng.Sc. selaku dosen yang telah mengenalkan dan memberikan judul Material Komposit untuk Tugas Akhir.
5. Staff Pengajar, Laboratorium dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Staff Laboratorium Material Teknik Diploma Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada yang telah membantu selama proses penelitian.
7. Ayahanda dan Bunda tercinta yang selalu mendo'akan dan memberi ananda dukungan materi serta dorongan dan semangat.
8. Adikku trim's spirit n supportnya.
9. Untuk tulang Rusukku trims atas kesabaran selama ini dan untuk My Little Angel, love you son.
10. Komunitas Mesin 99^A Khususnya dan teman-teman T.M. UMY, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungannya.
11. Teman-temanku seperjuangan diantaranya, Abrar, Haris, Riko botak, Ramadhan, Mbah Cahyo, Riko martabak, Pandot, Anteng, Abil, Dito, Cah Sawah; Ilham, Manyul, Wira, Hendri, Bambang, Hamid, Beny, Wardoyo, Kodok, Esa, Imam, Yoga, Mabes; Qory dan Yani, beserta teman-teman yang

tidak tersebut namanya yang sudah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dengan kerendahan hati penulis sadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi khasanah ilmu pengetahuan khususnya bidang Teknik Mesin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
SEKAPUR SIRIH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
INTISARI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	ixx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Asumsi	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Definisi Komposit	7
2.3 Klasifikasi Material Komposit	8
2.3.1 Komposit serat (Fibrous Composites).....	8
2.3.2 Komposit Partikel (Particulate Composites).....	11

2.3.3 Komposit Lapis (<i>Laminates Composites</i>)	11
2.4 Aspek Geometri	14
1. Jenis Serat	14
2. Letak Serat	14
3. Panjang Serat	15
4. Bentuk Serat	16
5. Faktor Matrik	17
6. Faktor Ikatan <i>Fiber-Matrix</i>	17
2.5 Material Konstituen	17
2.5.1 Serat	17
Serat Tebu	22
Matrik	24
Defenisi Fungsi Matriks Dan Klasifikasi	24
2.5.2 Termoset Epoksi	26
Hardener	27
Larutan Alkali (NaOH)	28
2.6 Karakteristik Patahan Pada Material Komposit	28
2.6.1 Patah Banyak	29
2.6.2 Patah Tunggal	29
2.6.3 Debonding	30
2.6.4 <i>Fiber pullout</i>	30
2.6.5 <i>Fiber breakage/fiber break-up</i>	31
2.7 Sifat Fisis Komposit	32
2.8 Sifat-Sifat Bending	34
2.9 Kekuatan Tarik	36
a. Tegangan Tarik	37
b. Regangan Tarik	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan	40
3.1.1 Alat Penelitian	40
3.1.2 Bahan Penelitian	43
3.2 Proses Persiapan dan Pengujian Serat	44
3.3 Pembuatan Komposit	46
3.3.1 Perhitungan Fraksi Volume Uji Bending	46
3.3.2 Pencetakan Komposit	48
3.4 Post Cure	51
3.5 Pembuatan Spesimen Uji	51
3.6 Uji Tarik Serat Tunggal	53
3.7 Pengujian Tarik dan Bending.....	55
3.7.1 Alat Uji Tarik	55
3.7.2 Prosedur Pengujian Tarik.....	56
3.7.3 Alat Uji Bending	57
3.7.4 Prosedur Pengujian Bending.....	58
3.8 Diagram Alir Penelitian	60

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengujian serat tunggal	62
4.2. Hasil Pngujian Tarik	62
4.2.1. Grafik Hasil Pengujian Tarik.....	63
4.2.2. Kekuatan Tarik.....	63
4.2.3. Regangan Tarik	65
4.2.4. Modulus Elastisitas Tarik.....	66
4.2.5. Hasil Pengamatan Foto Makro.....	68
4.3. Hasil Pengujian Bending.....	69
4.3.1. Grafik Hasil Pengujian Bending	70
4.3.2. Kekuatan Bending	70

4.3.3. Regangan Bending	71
4.3.4. Modulus Elastisitas Bending	71
4.3.5. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan.....	73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA	76
-----------------------------	-----------

I A N E D I D A N I Y A N E D I D A N I	--
--	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Continous fiber composite</i>	9
Gambar 2.2. <i>Woven fiber composite</i>	10
Gambar 2.3. <i>Chopped fiber composite</i>	10
Gambar 2.4. <i>Hybrid fiber composite</i>	10
Gambar 2.5. Partikel Komposit.....	11
Gambar 2.6. Jenis Komposit Lamina.....	12
Gambar 2.7. Komposit Lamina.....	13
Gambar 2.8. Tiga Tipe Orientasi Pada <i>Reinforcement</i>	15
Gambar 2.9. Serat Sintetis.....	18
Gambar 2.10. Serat Alami.....	18
Gambar 2.11. Bentuk dan Ukuran Beberapa Jenis Serat Alami	19
Gambar 2.12. Grafik Hubungan Antara Kekuatan dan Susunan Serat pada Komposit	21
Gambar 2.13. Batang Tebu dan Serat Tebu	23
Gambar 2.14. Molekul pada Polimer Termoset Mengalami Cross Linking.....	25
Gambar 2.15. Patah Banyak.....	29
Gambar 2.16. Patah tunggal	30
Gambar 2.17. <i>Debonding</i>	30
Gambar 2.18. <i>Fiber Pull Out</i>	31
Gambar 2.19. <i>Fiber brekage/fiber break-up</i>	31
Gambar 2.20. Metode Pengujian Bending	35
Gambar 2.21. Bentuk dan Ukuran Spesimen dalam (mm).....	36
Gambar 2.22. Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	39
Gambar 3.1. Alat Pres	40
Gambar 3.2. Timbangan digital.....	40
Gambar 3.3. Alat Uji Tarik dan Bending.....	41
Gambar 3.4. Alat Uji Serat tunggal.....	42
Gambar 3.5. Alat Bantu Lain	42

Gambar 3.6. Serat Tebu.....	43
Gambar 3.7. <i>Epoxy</i> dan <i>Hardener Eposchon</i>	43
Gambar 3.8. Kristal NaOH.....	44
Gambar 3.9. Ampas Tebu yang Direndam dengan Air.....	45
Gambar 3.10. Perendaman serat dengan NaOH.....	45
Gambar 3.11. Spesimen dan Pengujian serat tunggal	46
Gambar 3.12. Pencampuran resin dengan hardener	50
Gambar 3.13. Peceetakan dan pengepresan dengan dongkrak hidrolik.....	50
Gambar 3.14. Komposit hasil cetakan	51
Gambar 3.15. Oven	51
Gambar 3.16. Spesimen uji tarik ASTM D 638.....	52
Gambar 3.17. Spesimen uji bending ASTM D 790	53
Gambar 3.18. Ukuran uji tarik serat menurut ASTM D 3379-75	53
Gambar 3.19. Mesin Uji Tarik Serat Tunggal.....	54
Gambar 3.20. Mesin Uji Tarik	55
Gambar 3.21. Posisi pemasangan specimen uji tarik.....	56
Gambar 3.22. Mesin uji bending.....	57
Gambar 3.23. Pemasangan specimen uji bending.....	58
Gambar 3.24. Diagram alir penelitian.....	60
Gambar 4.1. Grafik hasil pengujian tarik.....	63
Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan tarik terhadap fraksi volume serat tebu/epoksi.....	64
Gambar 4.3. Grafik hubungan regangan tarik terhadap fraksi volume serat tebu/epoksi.....	65
Gambar 4.4. Grafik hubungan modulus elastisitas tarik terhadap fraksi volume serat tebu/poliester	67
Gambar 4.5. Foto makro penampang patahan spesimen tarik	68
Gambar 4.6. Panel penunjuk tekanan, pertambahan panjang dan grafik penunjuk tekanan dan penambahan panjang	69

Gambar 4.7. Grafik hasil pengujian bending	70
Gambar 4.8. Grafik kekuatan, regangan, dan modulus elastisitas bending	72
Gambar 4.9. Foto makro 4.10. Foto makro	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi unsur kimia serat alam	21
Tabel 2.2. Sifat mekanis beberapa serat alam	22
Tabel 2.3. Struktur Ampas Tebu	23
Tabel 2.4. Perbandingan Sifat Resin Poliester dan Epoksi	25
Tabel 3.1. Hasil perhitungan fraksi volume serat.....	48
Tabel 4.1. Hasil pengujian serat tunggal ASTM D 3379-75.....	62
Tabel 4.2. Nilai tertinggi, terendah, rata-rata dan standardifikasi kekuatan tarik	64
Tabel 4.3. Nilai tertinggi, terendah, rata-rata dan standardifikasi regangan tarik.....	65
Tabel 4.4. Nilai tertinggi, terendah, rata-rata dan standardifikasi modulus tarik.....	67
Tabel 4.5. Nilai tertinggi, terendah, rata-rata dan standardifikasi kekuatan, regangan, dan modulus elastisitas	68

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

A	= luas penampang spesimen (mm^2)
F	= beban tarik maksimum (N)
L	= panjang awal (mm)
P	= beban (N)
l	= jarak antara titik tumpuan (mm)
L	= panjang span (mm)
b	= lebar (mm)
d	= tebal (mm)
m	= slope tangen pada kurva beban defleksi (N/mm)
D	= defleksi/pertambahan panjang (mm)
m_f	= massa serat (g)
m_m	= massa matrik/resin (g)
V_c	= volume komposit (mm^3)
V_f	= fraksi volume serat (%)
V_m	= fraksi volume matrik (%)
W_f	= fraksi massa serat (gr)
E_m	= modulus elastisitas tarik (GPa)
σ	= kekuatan/tegangan tarik (MPa)
ϵ	= regangan tarik (%)
E	= modulus elastisitas (Gpa)
ρ_f	= massa jenis serat (g/mm^3)
ρ_m	= massa jenis matrik/resin (g/mm^3)
Δl	= penambahan panjang (mm)
l_0	= panjang daerah ukur/ <i>gage length</i> (mm)
m_c	= massa komposit (g)
m_f	= massa serat (g)
m_m	= massa matrik (g)
ρ_c	= massa jenis komposit (gr/cm^3)
p	= panjang material (cm)
l	= lebar material (cm)
t	= tebal material (cm)
w	= fraksi massa serat (%)