

**PENGARUH WAKTU ALKALISASI TERHADAP SIFAT BENDING  
KOMPOSIT SISAL/PMMA**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh:**

**Ari Padli**

**20130130155**

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

**2018**



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**Pengaruh Waktu Alkalisasi Terhadap Sifat Bending Komposit Sisal/PMMA  
Effect Of Alkalization Time On The Properties Composite Sisal/PMMA**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

Ari Padli  
20130130155

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji

Pada Tanggal, 30 Agustus 2018

**Pembimbing Utama**

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng  
NIK. 19591220 101510 123088

**Pembimbing Pendamping**

Muhammad Budi Nur Rahman, ST., M.eng  
NIP. 19790523 200501 1 001

**Penguji**

Drs. Sudarisman, M.S Meechs, PhD  
NIP. 19590502 198702 1 001

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, 7 September 2018

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**



Scdi Pariburno, Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

### HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Agustus 2018



Ari Padli

## **MOTTO**

“Jika mungkin gagal, mungkin juga berhasil, jadi jangan pernah menyerah sebelum memulainya”

“Tersenyumlah dan bersikap biasa walaupun sesakit apa penderitaan yang kamu rasakan saat ini, karena sesungguhnya roda kehidupan itu berputar”

“Yakin, percaya dan jangan khawatir akan kelangsungan hidupmu dihari esok karena Allah tidak akan diam dan segala sesuatunya sudah dipersiapkan untukmu sebagaimana mestinya. Kita manusia hanya bisa berusaha, pasrah dan tetap percaya, jika orang lain bisa mengapa kita tidak”

## INTISARI

Penelitian mengenai komposit serat alam bermatrik *Polymethyl Metakrilat* (PMMA) sudah banyak dikembangkan pada bidang industri dan kesehatan contohnya seperti pembuatan pada bahan basis gigi tiruan dan bahan pelapis pada pesawat terbang. Walau demikian, penelitian mengenai komposit serat alam masih banyak dilakukan dengan berbagai metode untuk meningkatkan kekuatan mekanisnya. Salah satu metode tersebut adalah memodifikasi permukaan serat dengan alkalisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu alkalisasi terhadap sifat bending komposit sisal/PMMA.

Sebelum difabrikasi menjadi komposit serat sisal terlebih dahulu dilakukan proses alkalisasi pada serat sisal dengan lama perendaman yang bervariasi yaitu 4 jam, 24 jam dan 40 jam, sedangkan perbandingan variasi volume terhadap matrik sebesar 80:20. Metode fabrikasi pembuatan komposit dilakukan secara manual dengan mesin *cold press* pada tekanan  $120 \text{ kg/cm}^2$ . Spesimen di uji bending menggunakan standar ASTM D790. Permukaan komposit setelah di bending dilakukan analisa menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui distribusi serat didalam matrik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa uji bending komposit yang menggunakan sisal alkalisasi 4 jam dengan nilai sebesar 92,196 MPa lebih tinggi dari pada sisal alkalisasi 24 jam sebesar 90,562 MPa. Hal tersebut diperkuat berdasarkan analisa foto optik pada permukaan komposit sisal dengan lama perendaman 4 jam adalah yang paling baik dan berdasarkan analisa foto optik menunjukkan distribusi serat didalam matrik yang tidak merata pada komposit dengan alkalisasi 40 jam. Hal inilah yang mungkin menyebabkan kekuatan tekan bending dengan waktu alkalisasi 40 jam ini menjadi yang paling rendah.

Kata kunci : serat sisal, PMMA, komposit, sifat bending.

### **ABSTRAK**

*Research on natural fiber composites based on Polymethyl Methacrylate (PMMA) has been widely developed in the industrial and health fields for example such as the manufacture of denture base materials and coating materials on aircraft. However, many researches on natural fiber composites are still carried out with various methods to increase the mechanical strength. One such method is modifying the surface of the fiber with alkalization. The purpose of this study was to determine the effect of alkalization time differences on sisal / PMMA composite bending properties.*

*Before being fabricated into sisal fiber composite, alkalization process was carried out on sisal fibers with varying immersion times, ie 4 hours, 24 hours and 40 hours, while the ratio of volume variation to matrix was 80:20. Fabrication method for making composite is done manually with cold press machine at a pressure of 120 kg / cm<sup>2</sup>. Specimens were tested using the ASTM D790 standard. Composite surface after bending is analyzed using an optical microscope to determine the fiber distribution in the matrix.*

*The results of this study indicate that the composite bending test using 4 hour alkalization sisal with a value of 92.196 MPa is higher than the 24 hour alkalization sisal of 90.562 MPa. This is strengthened based on optical photo analysis on the surface of sisal composite with 4 hours soaking time is the best and based on optical photo analysis shows the distribution of fibers in the matrix that is not evenly distributed in the composite with 40 hours alkalization. This is what might cause the bending compressive strength with the 40 hour alkalization to be the lowest.*

*Keywords: sisal fiber, PMMA, composite, bending properties.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan kasih sayang-Nya, serta dengan ridho-Nyalah penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga terus tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik bagi kita semua. Penyusunan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Judul yang disusun adalah "PENGARUH WAKTU ALKALISASI TERHADAP SIFAT BENDING KOMPOSIT SISAL/PMMA".

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun dengan senang hati menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ibuk tercinta Rustam Efendi dan Yusmanidar serta segenap keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dari awal sampai akhir.
2. Dr. Harini Sosiati, M.Eng sebagai pembimbing I yang membimbing dari bawah dengan hati yang sabar.
3. Muhammad Budi Nur Rahman ST.,M.eng sebagai pembimbing II.
4. Staff pengajar, laboratorium TU jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Kakak terbaik Rusmanelly serta adikku Imam Rustadi dan Ihsan Apriadi tercinta, mereka yang selalu menemani hari-hariku suka maupun duka.
6. Seluruh teman di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan motivasi dan semangat kepadapenulis.
7. Semua teman-teman angkatan 2013, senasib dan seperjuangan khususnya kelas D, terimakasih atas dukungan kalian semua.
8. Seluruh teman Asrama Dt, Tabano Yogyakarta bang Supriadi, Pandika Swandi, Afta Hurizko, Zulhijri, bang Reza Fadli, Al Furqon Saputra, Andre Pratama, Agri Rinaldo, Febri kale, Riski Akbar, Ongki Pratama, Doel Norton, yang merupakan saudara seperantauan.
9. Seluruh teman kontrakan Jomblovan yang sudah penulis anggap sebagai saudara sendiri.
10. Semua pihak terkait dengan penelitian ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu dan telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, semoga ALLAH SWT membalas bantuan tersebut berlipat ganda.

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur penyusun panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, amin

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program studi teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah yogyakarta

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan kasih sayang-Nya, serta dengan ridho-Nyalah penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga terus tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik bagi kita semua. Penyusunan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Judul yang penyusun ajukan adalah "PENGARUH WAKTU ALKALISASI TERHADAP SIFAT BENDING KOMPOSIT SISAL/PMMA".

Dalam penyusun tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun dengan senang hati menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ibuk tercinta Rustam Efendi dan Yusmanidar serta segenap keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dari awal sampai akhir.
2. Dr. Harini Sosiati, M.Eng sebagai pembimbing I yang membimbing dari bawah dengan hati yang sabar.
3. Muhammad Budi Nur Rahman ST.,M.eng sebagai pembimbing II.
4. Staff pengajar, laboratorium TU jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Kakak terbaik Rusmanelly serta adikku Imam Rustadi dan Ihsan Apriadi tercinta, mereka yang selalu menemani hari-hariku suka maupun duka.



6. Seluruh teman di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan motivasi dan semangat kepadapenulis.
7. Semua teman-teman angkatan 2013, senasib dan seperjuangan khususnya kelas D, terimakasih atas dukungan kalian semua.
8. Seluruh teman Asrama Dt, Tabano Yogyakarta bang Supriadi, Pandika Swandi, Afta Hurizko, Zulhijri, bang Reza Fadli, Al Furqon Saputra, Andre Pratama, Agri Rinaldo, Febri kale, Riski Akbar, Ongki Pratama, Doel Norton, yang merupakan saudara seperantauan.
9. Seluruh teman kontrakan Jomblovan yang sudah penulis anggap sebagai saudara sendiri.
10. Semua pihak terkait dengan penelitian ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu dan telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, semoga ALLAH SWT membalas bantuan tersebut berlipat ganda.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Serat Alam .....	6
2.2.2 Serat Sisal .....	8
2.2.3 Modifikasi Serat Alam .....	10
2.2.4 Metode Fisik .....	10
2.2.5 Metode Kimia .....	10
2.2.6 Material Komposit .....	12

2.3 Klasifikasi Bahan Matrik Pada Komposit .....	12
2.3.1 Resin Akrilik.....	12
2.3.2 Epoxy.....	13
2.3.3 Polyester .....	14
2.4 Karakteristik Material Komposit .....	14
2.5 Pengujian Bending.....	15

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....	19
3.1.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian .....	21
3.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.3.1 Persiapan Alat dan Perlakuan Serat.....	27
3.3.2 Proses Pemotongan Serat .....	28
3.3.3 Proses Uji Tarik Serat Tunggal .....	28
3.3.4 Proses Penghitungan Matriks dan Serat .....	29
3.3.5 Pembuatan Bentuk dan Ukuran Spesimen .....	30
3.3.6 Prosedur Pengujian Bending .....	31
3.4 Diagram Alir.....	33
3.5 Tahap Pelaksanaan Pengujian .....	34

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Karakteristik Serat Tunggal.....	35
4.1.2 Karakterisasi Serat Tunggal .....	35
4.1.2.1 Diameter Serat .....	35
4.2 Pengujian Bending Komposit Sisal/PMMA.....	36
4.3 Hasil Analisis Pengujian Bending .....	37
4.3.1 Hasil Pengukuran Spesimen Komposit Sisal/PMMA .....	37

4.3.2 Hasil Foto Makro Komposit Serat Sisal.....	39
4.4 Pengaruh Komposit Serat Sisal Terhadap Kekuatan	
Bending .....	41
4.4.1 Pengaruh Komposit Serat Sisal Terhadap Regangan	
Bending .....	42
4.4.2 Pengaruh Komposit Serat Sisal Terhadap Modulus Elastisitas	
Bending .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 kesimpulan.....	
5.2 Saran.....	
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi serat alam .....
Gambar 2.2	Struktur serat alam .....
Gambar 2.3	Tanaman sisal.....
Gambar 2.4	Gugus fungsional silane .....
Gambar 2.5	Fasa penyusun komposit .....
Gambar 2.6	Struktur kimia metil metakrilat .....
Gambar 2.7	Penampang pembebanan lengkung terhadap benda uji.....
Gambar 3.1	Serat sisal.....
Gambar 3.2	Resin akrilik .....
Gambar 3.3	Alkali.....
Gambar 3.4	Timbangan digital .....
Gambar 3.5	Glass fiber .....
Gambar 3.6	Oven .....
Gambar 3.7	Cetakan.....
Gambar 3.8	Alat pres .....
Gambar 3.9	Mesin potong komposit.....
Gambar 3.10	Kertas amplas .....
Gambar 3.11	Uji serat tunggal .....
Gambar 3.12	Alat bantu lain .....
Gambar 3.13	<i>Universal testing machine</i> .....
Gambar 3.14	Mikroskop optik .....
Gambar 3.15	Spesimen uji serat tunggal.....
Gambar 3.16	Pengujian serat tunggal .....
Gambar 3.17	Bentuk dan ukuran spesimen.....
Gambar 3.18	Posisi pemasangan spesimen.....
Gambar 4.1	Foto optik pengukuran serat sisal.....

Gambar 4.2 Grafik pengujian kuat tarik serat tunggal .....	
Gambar 4.3 Papan komposit .....	
Gambar 4.4 Spesimen setelah di uji bending .....	
Gambar 4.5 Foto optik komposit dengan alkalisasi selama 4 jam .....	
Gambar 4.6 Foto optik komposit dengan alkalisasi selama 24 jam .....	
Gambar 4.7 Foto optik komposit dengan alkalisasi selama 40 jam .....	
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara variasi waktu perendaman NaOH terhadap tegangan <i>bending</i> .....	
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara variasi waktu perendaman NaOH terhadap regangan <i>bending</i> .....	
Gambar 4.10 Grafik hubungan antara variasi waktu perendaman NaOH terhadap modulus elastisitas <i>bending</i> .....	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat mekanis.....
Tabel 2.2 Spesifik sifat mekanis <i>epoxy</i> .....
Tabel 3.1 Standar ukuran pengujian bending komposit.....
Tabel 4.1 Hasil pengujian serat tunggal.....
Tabel 4.2 Ukuran dan toleransi bentuk spesimen .....
Tabel 4.3 Hasil pengukuran spesimen komposit sisal.....
Tabel 4.4 Data kekuatan bending komposit sisal.....
Tabel 4.5 Data kekuatan regangan bending komposit sisal .....
Tabel 4.6 Data modulus elastisitas bending komposit sisal.....

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Massa komposit .....	
Persamaan 2.2 Massa jenis komposit.....	
Persamaan 2.3 Fraksi massa serat .....	
Persamaan 2.4 Fraksi volume serat.....	
Persamaan 2.8 Tegangan bending.....	
Persamaan 2.10 regangan bending.....	
Persamaan 2.11 Modulus elastisitas bending.....	



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$V_m$	= Fraksi volume matrik ( $\text{cm}^3$ )
$V_f$	= Fraksi volume serat ( $\text{cm}^3$ )
$V_c$	= Fraksi volume komposit ( $\text{cm}^3$ )
$m_m$	= Massa matrik (gr)
$\sigma$	= Tegangan (MPa)
$\epsilon$	= Regangan (%)
E	= Modulus elastisitas (GPa)