

## **TUGAS AKHIR**

### **PENGARUH PERLAKUAN SERAT CARBON TERHADAP SIFAT TARIK KOMPOSIT HYBRID SERAT SISAL ALKALI/CARBON/PMMA**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Strata-1 Program Studi  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :**

**DIAS SAPUTRA UTAMA**

**20140130281**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PENGARUH PERLAKUAN SERAT CARBON TERHADAP SIFAT TARIK  
KOMPOSIT HYBRID SERAT SISAL ALKALI/CARBON/PMMA**

*Effect of Carbon Fiber Treatment of Tensile Properties Composite Hybrid on  
Alkali/Carbon/PMMA Sisal Fibers*

Dipersiapkan dan susun oleh :

**DIAS SAPUTRA UTAMA**

**20140130281**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Pada Tanggal, 31 Agustus 2018

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.  
NIK. 19591220 201510 123088

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

**Penguji**

Sudarisman, M.Sc., Ph.D.  
NIK. 19590502 198702 1 001

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

Tanggal, Agustus 2018

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

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir 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 yang pernah pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Agustus 2018

Dias Saputra Utama  
20140130281

## **MOTTO**

“ Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

(Q.S. Ar-Ra'd : 11)

“maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyrah : 5)

## INTISARI

Bahan komposit hibrid menggunakan campuran serat carbon dan serat alam sisal (*agave sisalana*) dan menggunakan matriks PMMA (*polymethylmethacrylate*) dikembangkan sebagai bahan aplikasi biomedis. Serat sisal memiliki keunggulan kekuatan mekanis yang lebih tinggi dibandingkan serat alam lainnya seperti rami, sabut kelapa, dan kenaf. Sedangkan PMMA sebagai matriks memiliki keunggulan yang *biocompatible* bagi tubuh manusia dan harga yang relatif murah. Perbedaan sifat alami serat sisal yang *hydrophilic* dan PMMA yang *hydrophobic* mengakibatkan sulit untuk mencapai dispersi homogen serat dalam matriks menjadi masalah yang signifikan dalam pembuatan bahan komposit serat alam. Penambahan serat karbon diharapkan dapat mengatasi kekurangan komposit sisal/PMMA sehingga layak menjadi bahan pengganti untuk aplikasi biomedis.

Serat sisal diberi perlakuan alkalisasi dengan larutan 6% NaOH selama 4 jam. Serat carbon diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam nitrat 68% selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Panjang serat yang digunakan  $\pm 6$  mm. Perbandingan serat (sisal dan carbon)/ matriks yang akan digunakan adalah 20:80. Fabrikasi komposit dengan metode serat acak satu lapisan menggunakan mesin *cold press* manual dengan tekanan terukur  $120 \text{ kg/cm}^2$  pada suhu ruangan selama 60 menit. Pengujian mekanis dilakukan dengan metode uji tarik yang mengacu pada ASTM D638-01. Patahan komposit dikarakterisasi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur mikro patahan komposit.

Hasil penelitian didapatkan bahwa semakin lama dilakukan perendaman serat karbon pada asam nitrat dapat menurunkan kekuatan mekanis komposit. Komposit dengan variasi perendaman 48 jam memiliki kekuatan mekanis paling tinggi yaitu 50,45 MPa dan nilai modulus elastisitas sebesar 1,033 GPa. Sedangkan pada variasi perendaman 24 jam memiliki kekuatan mekanis yang paling rendah dengan nilai 45,51 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,844 GPa.

Kata Kunci : Sisal, alkalisasi, PMMA, Karbon, Uji tarik, SEM.

## ABSTRACT

Hybrid composite material using a mixture of carbon and sisal natural fibers (*Agave Sisalana*) and use the matrix PMMA (polymethylmethacrylate) was produced as a biomedical application. Sisal fibers have the advantage of a higher mechanical strength than other natural fibers such as hemp, coconut fiber, and kenaf. While PMMA as the biocompatible matrix has advantages for the human body and a relatively cheap price. Differences in the nature of sisal fibers are hydrophilic and hydrophobic PMMA makes it difficult to achieve a homogeneous dispersion of the fibers in the matrix becomes a significant problem in the manufacture of natural fiber composite materials. The addition of carbon fiber composites is expected to overcome the shortage of sisal / PMMA and worthy to be a substitute for biomedical applications.

Alkalization sisal fibers treated with a solution of 6% NaOH for 4 hours. Carbon fiber treated by soaking in a solution of 68% nitric acid for 24 hours, 48 hours, 72 hours and 96 hours. The length of the fiber used  $\pm 6$  mm. Comparison of fibers (sisal and carbon) / matrix to be used is 20:80. Composite fabrication method of the random fiber layer using cold press machine manually with a gauge pressure of 120 kg / cm<sup>2</sup> at room temperature for 60 minutes. The mechanical tests carried out by the tensile test method which refers to ASTM D638-01. Fault composites were characterized using scanning electron microscopy (SEM) to determine the microstructure of the composite fracture

The results showed that the longer carbon fiber on nitric acid can lower the mechanical strength of the composite. Composites with 48 hour immersion variation has the highest mechanical strength is 50.45 MPa and the modulus of elasticity of 1.033 GPa. While the 24-hour immersion variation has the lowest mechanical strength with a value of 45.51 MPa and a modulus of elasticity of 0.844 GPa.

Keywords: Sisal, alkalization, PMMA, Carbon, tensile test, SEM.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucap puji syukur Alhamdulillahirobbil'alamin kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, nikmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tanpa halangan apapun dengan judul tugas akhir "PENGARUH PERLAKUAN SERAT CARBON TERHADAP SIFAT TARIK KOMPOSIT HYBRID SERAT SISAL ALKALI/CARBON/PMMA".

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademis jenjang Strata Satu (S1) pada mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, 18 Agustus 2018

Penulis

Dias Saputra Utama

20140130281

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 LANDASAN TEORI .....	6
2.2.1 Serat Alam Sisal .....	6
2.2.2 Matriks .....	8
2.2.3 Komposit.....	8
2.2.4 <i>Polymethyl Methacrylate</i> .....	9
2.2.5 Carbon.....	10
2.2.6 Alkalisasi .....	11
2.2.7 Pengujian Tarik.....	12
2.2.8 Densitas Komposit dan mekanika material komposit.....	13
2.2.9 Instrumen Analitik .....	16
2.2.10 Microscope Optic Digital .....	18
<b>BAB III</b> .....	<b>19</b>
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>



3.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	19
3.1.1 Persiapan Alat.....	19
3.1.2 Persiapan Bahan.....	25
3.2 Tahapan penelitian.....	28
<b>BAB IV .....</b>	<b>37</b>
<b>HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Morfologi Permukaan Serat Carbon.....	37
4.2 Morfologi Permukaan serat sisal .....	38
4.3 Pengujian Tarik Komposit.....	39
4.4 Struktur Potongan Spesimen Uji Tarik .....	41
<b>BAB V .....</b>	<b>47</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	48
<b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>53</b>
1. Tabel perhitungan kekuatan tarik komposit .....	53
2. Grafik pengujian tarik komposit.....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dimensi spesimen uji tarik ASTM D638 type 1.....	13
Gambar 2. 2 Kurva tegangan-regangan.....	15
Gambar 2. 3 Skema uji SEM “Scanning electron microscope” .....	18
Gambar 2. 4 Microscope Optic Digital USB.....	18
Gambar 3. 1 Timbangan Digital.....	19
Gambar 3. 2 Cetakan Benda Uji .....	19
Gambar 3. 3 Alat Pres.....	20
Gambar 3. 4 Alat uji Tarik <i>Zwick/Roell</i> .....	20
Gambar 3. 5 Mikroskop optik .....	21
Gambar 3. 6 Gelas Beker .....	21
Gambar 3. 7Gelas ukur 10 ml .....	22
Gambar 3. 8 pengaduk kaca.....	22
Gambar 3. 9 Spatula <i>stainless steell</i> .....	22
Gambar 3. 10 Molding ukuran ASTM D638-01 .....	23
Gambar 3. 11 <i>Hand Gloves</i> .....	23
Gambar 3. 12 Magnetic stirrer .....	24
Gambar 3. 13 Lemari Asam.....	24
Gambar 3. 14 Serat Sisal.....	25
Gambar 3. 15 Gambar NaOH .....	26
Gambar 3. 16 Asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).....	26
Gambar 3. 17 <i>aquades</i> .....	27
Gambar 3. 18 Serat Carbon.....	27
Gambar 3. 19 Polymethyl methacrylate atau PMMA.....	27
Gambar 3. 20 Katalis Verteks .....	28
Gambar 3. 21 Asam nitrat atau <i>nitric Acid</i> .....	28
Gambar 3. 22 Proses alkalisasi serat sisal .....	29
Gambar 3. 23 serat sisal alkali yang sudah dipotong.....	31
Gambar 3. 24 PMMA yang sudah ditimbang.....	31

Gambar 3. 25 <i>Molding</i> atau cetakan ASTM D638-01 .....	32
Gambar 3. 26 blender dan hasil campuran serat sisal dengan carbon .....	32
Gambar 3. 27 Menata serat pada cetakan .....	32
Gambar 3. 28 hasil cetakan yang sudah dirapikan .....	33
Gambar 3. 29 Spesimen yang dipasang ampas dibagian ujungnya.....	33
Gambar 3. 30 Memasang spesimen pada alauji tarik .....	34
Gambar 4. 1 Hasil uji SEM serat carbon.....	37
Gambar 4. 2. Hasil uji SEM serat sisal mentah dan serat sisal alkalisasi.....	38
Gambar 4. 3 Grafik kuat tarik komposit.....	39
Gambar 4. 4 Grafik kuat tarik komposit.....	40
Gambar 4. 5 Struktur potongan hasil uji optik komposit.....	41
Gambar 4. 6 Struktur patahan hasil uji sem .....	42
Gambar 4. 7 Struktur patahan komposit perendaman asam nitrat 24 jam.....	43
Gambar 4. 8Struktur patahan komposit perendaman asam nitrat 48 jam.....	44
Gambar 4. 9 Struktur patahan komposit perendaman asam nitrat 72 jam.....	45
Gambar 4. 10 Struktur patahan komposit perendaman asam nitrat 96 jam.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Dimensi spesimen uji tarik ASTM D638 .....	16
---	----

