

# SKRIPSI

## PENGARUH PANJANG SERAT *CARBON* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS KOMPOSIT HIBRID SISAL/*CARBON*/*HIGH DENSITY* *POLYETHYLENE (HDPE)*

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



# UMY

UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

**DENI DWI SETYAWAN**

**20150130134**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2019**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Pengaruh Panjang Serat *Carbon* Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit  
Hibrid *Sisal/Carbon/High Density Polyethylene (HDPE)*

*Effect Length of Carbon Fiber on Physical and Mechanical Properties of  
Sisal/Carbon/High Density Polyethylene (HDPE) Hybrid Composites*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Deni Dwi Setvawan  
20150130134

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 3 Juli 2019

Pembimbing Utama

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

Pembimbing Pendamping

Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D.  
NIP. 19590502 198702 1 001

Penguji

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.  
NIK. 19700307 199509 123022

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

Tanggal 13 Juli 2019

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



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

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah 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 orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Juli 2019



Deni Dwi Setyawan  
20150130134

## **MOTTO**

“Ilmu memang berserakan dimana-mana di seluruh muka bumi ini, jauh lebih banyak dibanding yang ada dalam gedung sekolah atau kampus. Bahkan seekor ayam pun bisa memberikan ilmu dan inspirasi yang sangat berharga.”

-Bob Sadino-

“Berhenti membuat rencana, MELANGKAHLAH!” MELANGKAH adalah kunci rahasia sukses.”

-Bob Sadino-

“Satu hari tanpa tertawa adalah hari yang terbang sia-sia.”

-Charlie Chaplin-

## INTISARI

Perkembangan teknologi yang pesat membuat industri berlomba-lomba menciptakan inovasi terbaru, guna meningkatkan kualitas produk, daya saing dan ramah lingkungan. Salah satunya inovasi di bidang material adalah perangkat biomedis, yang sebelumnya menggunakan material logam sekarang mulai beralih ke material komposit. Karena material logam mudah korosi, berat dan harganya mahal. Komposit serat alam mulai digunakan karena sifat-sifat materialnya yang kuat, ringan, lentur, tahan korosi, dan tahan terhadap keausan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat komposit hibrida *high density polyethylene* (HDPE) dengan *filler* serat sisal dan serat karbon sebagai bahan perangkat biomedis, serta mengetahui karakteristik sifat mekanis *bending* dan sifat fisis *water absorption* material komposit hibrida dengan variasi panjang serat karbon.

Komposit hibrida sisal/karbon/HDPE dibuat dengan metode hand lay-up dalam cetakan panas pada suhu 140 °C dan 1,5 MPa selama 15 menit dengan kandungan serat 20% dan rasio sisal terhadap karbon 3:1. Serat sisal diperlakukan alkali dengan merendam serat dalam 6% NaOH selama 36 jam, sedangkan serat karbon diperlakukan dengan nitrogen cair selama 10 menit dan kemudian dipotong 6 mm, 10 mm, dan 15 mm. Uji *bending* dan penyerapan air dilakukan pada semua spesimen komposit hibrida masing-masing menurut ASTM D790 dan ASTM D570. Karakterisasi struktur retak dari spesimen uji *bending* dilakukan dari tampilan penampang dengan mikroskop optik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tertinggi (45,93 MPa) dan modulus (3,024) komposit sisal/karbon/HDPE dicapai oleh komposit dengan panjang serat karbon 15 mm. Komposit ini juga menunjukkan peyerapan air dan penambahan ketebalan masing-masing 9,37% dan 4%. Hasil tersebut terkait dengan distribusi serat yang merata dalam matriks.

**Kata kunci :** HDPE, serat sisal, serat karbon, komposit hibrida, *flexural strength*, *water absorption*

## ABSTRACT

The rapid technological development made the industries compete to create newer innovations, to improve product quality, competitiveness, and environmentally friendly. One of the innovative materials is the material for biomedical device application, which was previously made of metal materials. However, metal materials are easily corroded, heavy, and expensive. Thus, it now began to switch to the natural fiber composite materials, due to their strength, light weight, flexibility, corrosion resistance, and wear resistance. Objectives of this research are to fabricate the high-density polyethylene (HDPE) hybrid composites reinforced with sisal and carbon fibers and to study the influence of carbon fiber length on the bending properties and water absorption of the composites.

The sisal/carbon/HDPE hybrid composites were fabricated by hand lay-up method in a hot press molding at 140 °C and 1,5 MPa for 15 minutes with the fiber content of 20% and sisal to carbon ratio 3:1. Sisal fibers were alkali treated by soaking the fibers in 6% NaOH for 36 hours, whereas carbon fibers were treated in liquid nitrogen for about 10 min, and then chopped in various fiber length 6 mm, 10 mm, and 15 mm. Bending and water absorption tests were conducted on all hybrid composite specimens according to ASTM D790 and ASTM D570, respectively. The characterization of the fractured structure of the bending test specimens was carried out from the cross-section view with an optical microscope.

The results showed that the highest bending strength (38.9 MPa) and modulus (3,024 GPa) of sisal/carbon/HDPE hybrid composites reached by the composite with 15 mm carbon fiber length. This composite also showed the lowest water absorption and thickness swelling of 9.37% and 4%, respectively. Those results are related to the even fiber distribution in the matrices.

**Keywords:** HDPE, sisal fiber, carbon fiber, hybrid composite, flexural strength, water absorption

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan 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 Panjang Serat *Carbon* Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Hibrid Sisal/*Carbon/High Density Polyethylene* (HDPE)”.

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, 3 Juli 2019

Penulis

Deni Dwi Setyawan  
20150130134

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PEGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO .....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
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
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Komposit.....	8
2.2.2 Matriks PE ( <i>Polyethylene</i> ) .....	10
2.2.3 Serat Sisal.....	13
2.2.4 Serat Karbon.....	15
2.2.5 Alkalisasi.....	16
2.2.6 Pengujian <i>bending</i> .....	17
2.2.7 Pengujian daya serap air.....	19
2.2.8 Instrumen analitik.....	20



BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1    Bahan penelitian .....	22
3.2    Alat penelitian .....	24
3.3    Tahap penelitian .....	26
3.3.1    Perlakuan serat sisal .....	27
3.3.2    Perlakuan serat karbon .....	29
3.4    Pembuatan komposit .....	30
3.4.1    Perhitungan volume dan massa spesimen .....	31
3.4.2    Pembuatan komposit .....	33
3.5    Pengujian komposit .....	34
3.5.1    Uji <i>bending</i> .....	34
3.5.2    Uji daya serap air .....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1    Pengujian <i>bending</i> .....	39
4.2    Pengujian daya serap air .....	45
4.3    Pengujian Thickness Swelling.....	46
4.4    Karakterisasi foto mikro .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1    Kesimpulan.....	51
5.2    Saran .....	52
UCAPAN TERIMA KASIH.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Susunan komposit.....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Komposit serat .....	9
<b>Gambar 2. 3</b> Komposit lamina.....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Komposit partikel .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> Reaksi Polimerisasi Polyethylene.....	10
<b>Gambar 2. 6</b> Pohon sisal .....	13
<b>Gambar 2. 7</b> Serat sisal .....	14
<b>Gambar 2. 8</b> Tiga titik <i>bending</i> (ASTM D790).....	17
<b>Gambar 2. 9</b> Empat titik <i>bending</i> (ASTM D6272).....	18
<b>Gambar 2. 10</b> Mikroskop optik digital usb.....	21
<b>Gambar 3. 1</b> Serat sisal .....	22
<b>Gambar 3. 2</b> Serat karbon .....	22
<b>Gambar 3. 3</b> Timbangan digital.....	24
<b>Gambar 3. 4</b> Cetakan komposit .....	25
<b>Gambar 3. 5</b> Mesin <i>hot press</i> .....	25
<b>Gambar 3. 6</b> Diagram alir .....	26
<b>Gambar 3. 7</b> Serat sisal dipotong.....	27
<b>Gambar 3. 8</b> Pengeringan serat.....	28
<b>Gambar 3. 9</b> Penyisiran serat .....	28
<b>Gambar 3. 10</b> Alkalisasi serat.....	29
<b>Gambar 3. 11</b> Serat dipotong 6 mm.....	29
<b>Gambar 3. 12</b> Pengisian nitrogen cair .....	30
<b>Gambar 3. 13</b> Serat karbon dipotong sesuai variasi .....	30
<b>Gambar 3. 14</b> Pemotongan komposit .....	34
<b>Gambar 3. 14</b> Ukuran spesimen uji <i>bending</i> .....	34
<b>Gambar 3. 16</b> Spesimen uji <i>bending</i> .....	35
<b>Gambar 3. 17</b> Persiapan pengujian <i>bending</i> .....	36
<b>Gambar 3. 18</b> Pengujian <i>bending</i> .....	36
<b>Gambar 3. 19</b> Spesimen <i>water absorption</i> .....	37
<b>Gambar 3. 20</b> Wadah <i>water absorption</i> .....	37
<b>Gambar 3. 21</b> Pengukuran berat .....	38
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil spesimen uji bending full sisal .....	39
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil spesimen uji bending karbon 6 mm .....	39
<b>Gambar 4. 3</b> Hasil spesimen uji bending karbon 10 mm .....	40
<b>Gambar 4. 4</b> Hasil spesimen uji bending karbon 15 mm .....	40
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik bending variasi spesimen .....	41

<b>Gambar 4. 6</b> Grafik kekuatan dan modulus <i>bending</i> .....	42
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik regangan <i>bending</i> .....	44
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik daya serap komposit sisal/karbon/HDPE .....	45
<b>Gambar 4. 9</b> Pengukuran 5 titik spesimen .....	46
<b>Gambar 4. 10</b> Grafik <i>thickness swelling</i> komposit sisal/karbon/HDPE .....	47
<b>Gambar 4. 11</b> Foto makro komposit sisal/HDPE .....	48
<b>Gambar 4. 12</b> Foto makro komposit sisal/karbon/HDPE variasi 6 mm .....	48
<b>Gambar 4. 13</b> Foto makro komposit sisal/karbon/HDPE variasi 10 mm .....	49
<b>Gambar 4. 14</b> Foto makro komposit sisal/karbon/HDPE variasi 15 mm .....	49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Sifat Fisik dan Mekanik (Joseph P. Greene, 2013) .....	12
<b>Tabel 2. 2</b> Sifat serat sisal (Joseph dkk, 1996) .....	15
<b>Tabel 3. 1</b> Perbandingan volume HDPE/serat sisal/serat karbon .....	31
<b>Tabel 4. 1</b> Tegangan bending ( $\sigma_f$ ) komposit hibrida HDPE/sisal/karbon.....	41
<b>Tabel 4. 2</b> Modulus elastisitas ( $E_B$ ) komposit hibrida HDPE/sisal/karbon .....	42
<b>Tabel 4. 3</b> Regangan bending ( $\epsilon_f$ ).....	44

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$\sigma_f$	=	Tegangan <i>bending</i> (Mpa)
P	=	Beban (N)
L	=	<i>Support span</i> (mm)
b	=	Lebar spesimen (mm)
d	=	Tebal spesimen (mm)
Eb	=	Modulus elastisitas (Gpa)
M	=	Slope (N/mm)
$\epsilon_f$	=	Regangan <i>bending</i> (mm/mm)
R	=	Kecepatan penekanan <i>crosshead</i> (mm/min)
WA	=	Daya serap air (%)
B1	=	Berat sebelum perendaman (gram)
B2	=	Berat setelah perendaman (gram)
$V_c$	=	Volume cetakan
$V_m$	=	Volume matriks
$V_f$	=	Volume <i>filler</i> ,
$V_s$	=	Volume serat
$V_{\text{karbon}}$	=	Volume Karbon
$V_{\text{sisal}}$	=	Volume sisal
$m_m$	=	Massa matriks
$m_s$	=	Massa serat
$m_{\text{sisal}}$	=	Massa sisal
$m_{\text{karbon}}$	=	Massa karbon
$\rho_m$	=	Massa jenis matriks
$\rho_{\text{sisal}}$	=	Massa jenis sisal
$\rho_{\text{karbon}}$	=	Massa jenis karbon