

**ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING  
MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANGA SETIAWAN**

**NIM : 1911008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING  
MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagai Prasyarat  
Mencapai Derajat S-1 Bidang Teknik Mesin



DISUSUN OLEH :

**NAMA : ANGGA SETIAWAN**

**NIM : 1911008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY

#### SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
Program Studi Teknik Mesin

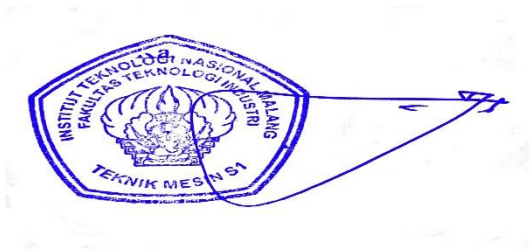
#### Disusun Oleh :

Nama : Angga Setiawan  
Nim : 1911008  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri

Malang, 01 September 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT**  
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

**Ir. Soeparno Djiwo, MT**  
NIP. Y. 1018600128



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : ANGGA SETIAWAN  
NIM : 1911008  
Program Studi / Bidang : TEKNIK MESIN S-1  
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT  
ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK  
DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG  
GONDOK - EPOXY

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari / Tanggal : 16, Agustus 2023

Dengan Nilai : 80,25

### Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y.1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP.P.1031500490

### Anggota Penguji

Penguji I

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y.1030400405

Penguji II

Dioko Hari Praswanto, ST., MT.

NIP. P. 1031800551

## LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Angga Setiawan

Nim : 1911008

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### MENYATAKAN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul :

**"ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY"**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data sebenarnya.

Malang, 01 September 2023



10000  
METERAI  
TEMPEL  
201F0A0X645568529  
Institut Teknologi Nasional Malang  
NIM. 1911008

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

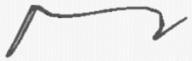
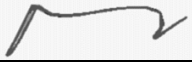
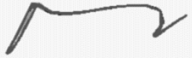
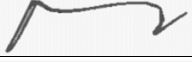

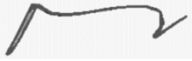
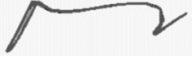
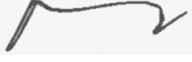
Nama : Angga Setiawan

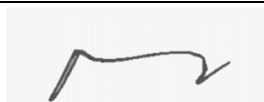
Nim : 1911008

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo., MT

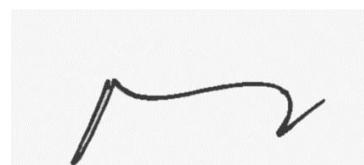
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Arah Serat Eceng Gondok Terhadap  
Kekuatan Tarik Dan Bending Material Komposit Eceng Gondok –  
Epoxy

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen
1	Jumat 10-03-2023	- Pengajuan judul - Surat keputusan pembimbing	
2	Rabu 15-03-2023	- Perbaiki latar belakang	
3	Sabtu 18-03-2023	- Perbaiki batasan masalah - Menambahkan tempat pengujian - Menambahkan metode pengolahan data	
4	Selasa 21-03-2023	- Lanjutkan BAB II	
5	Rabu 22-03-2023	- Perbaiki penulisan penelitian terdahulu - Lanjutkan BAB III	
6	Sabtu 01-04-2023	- Perbaiki diagram alir - Lanjutkan Penulisan Subbab 3.3 - Perbaiki Penulisan jadwal Kegiatan skripsi - Perbaiki Rancangan anggaran belanja Penelitian	
7	Selasa 04-04-2023	- Lanjutkan menulis daftar Pustaka dan biodata penulis - Perbaiki penulisan daftar Pustaka dan biodata penulis	
8	Rabu 05-04-2023	- Tulis lembar persetujuan dan ringkasan - Perbaiki penulisan ringkasan - Siapkan proposalmu untuk seminar	

9	Senin 18-06-2023	- Pengarahan penyusunan BAB III dan BAB VI	
10	Sabtu 15-07-2023	- Penulisan SUBBAB 4.1 - Lanjutkan penulisan SUBBAB 4.2 - Analisa dihubungkan dengan hasil uji SEM	
11	Selasa 18-07-2023	- Lanjutkan menulis Lampiran-lampiran - Revisi BAB IV - Lanjutkan penulisan BAB V dan daftar pustaka - Lanjutkan menulis abstrak	
12	Kamis 20-07-2023	- Pelaksanaan Seminar Hasil	
13	Kamis 27-07-2023	- Perbaiki format abstrak - Sempurnakan kata kunci abstrak	
14	Minggu 30-07-2023	- Kirim pdf lengkap skripsi - Lengkapi lembar persetujuan dan lain lain	

Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing



**Ir. Soeparno Djiwo, MT**  
**NIP .Y. 1018600128**

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Angga Setiawan  
Nim : 1911008  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT  
ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK  
DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG  
GONDOK – EPOXY**  
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT

Tanggal Pengajuan Skripsi : 3 Maret 2023  
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 25 Agustus 2023  
Telah Diselesaikan Dengan Nilai :

**Disetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Ir. Soeparno Djiwo, MT**  
**NIP. Y. 1018600128**



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang maha Esa atas Rahmat dan Karunia- Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan apa yang direncanakan. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya banyak pihak yang telah membantu menyelesaikannya baik bantuan secara moril maupun materi, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. Selaku dekan 1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Orang Tua yang selalu mendukung penuh atas kelancaran proses penyusunan skripsi ini baik melalui doa maupun financial yang dibutuhkan penulis.
6. Saudara beserta Saudari Program Studi Teknik Mesin 2019 yang sudah membantu penulis selama masa studi di Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak dalam ilmu material khususnya dalam pengembangan komposit.

Malang, 01 September 2023



**Angga Setiawan**  
**NIM. 1911008**

# ANALISA PENGARUH VARIASI ARAH SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT ECENG GONDOK – EPOXY

Angga Setiawan<sup>1</sup>, Soeparno Djiwo<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : [anggasetiawan090989@gmail.com](mailto:anggasetiawan090989@gmail.com)

## ABSTRAK

Pengembangan komposit berpenguat serat diharap mampu untuk mengurangi komposit yang berasal dari metal maupun keramik yang sifatnya identik dengan getas, dan tergolong material yang mahal. Serat alam yang sifatnya mampu didaur ulang serta ramah lingkungan dapat digunakan untuk membuat komponen otomotif yang tidak memerlukan spesifikasi kekuatan tinggi seperti dashboard yang identik dengan sifat tidak ramah lingkungan. Proses fabrikasi komposit menggunakan metode *hand lay-up* dibuat berdasarkan komposisi fraksi volume 40% serat dan 60% resin (*epoxy*) dengan pengaplikasian 2 layer. Variasi arah serat serat eceng gondok yang diteliti adalah sebagai berikut: varian  $-45^\circ + 45^\circ$ , varian  $45^\circ + 90^\circ$ , varian  $90^\circ + 90^\circ$ . Spesimen pengujian kekuatan bending menggunakan standar ASTM D790 – 03, pengujian kekuatan tarik menggunakan standar ASTM D 638 – 03, dan pengujian SEM menggunakan standar D1002. Hasil pengujian menunjukkan bahwa varian  $45^\circ + 90^\circ$  merupakan varian dengan nilai kekuatan tarik terbaik diantara varian  $-45^\circ + 45^\circ$ , dan  $90^\circ + 90^\circ$ . Nilai kekuatan tarik varian  $45^\circ + 90^\circ$  yaitu sebesar  $1.37 \text{ Kgf/mm}^2$ , serta mampu melampaui standar nilai kekuatan tarik SNI-01-4449-06. Sedangkan kekuatan Bending terbaik ada pada varian  $45^\circ + 90^\circ$  dengan nilai  $4.43 \text{ N/mm}^2$ , dibandingkan dengan varian  $45^\circ + 45^\circ$ , dan  $90^\circ + 90^\circ$ . Tetapi belum mampu memenuhi standar minimal nilai kekuatan tarik SNI-01-4449-06. Serta hasil pengujian *scanning electron microscopy* terbaik ada pada varian  $45^\circ + 90^\circ$  dengan porositas paling sedikit, dibandingkan dengan varian  $-45^\circ + 45^\circ$ , dan  $90^\circ + 90^\circ$ .

**Kata kunci :** Serat Eceng Gondok, Variasi Arah Serat, *Hand lay-up*, *Epoxy*, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending, Pengujian *Scanning electron microscopy*

# ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATIONS IN EICHHORNIA CRASSIPES FIBER DIRECTION ON THE TENSILE AND BENDING STRENGTH OF EICHHORNIA CRASSIPES - EPOXY COMPOSITE MATERIALS

Angga Setiawan<sup>1</sup>, Soeparno Djiwo<sup>2</sup>

Mechanical Engineering S-1, Faculty of Industrial Technology  
National Institute of Technology Malang

Email: [anggasetiawan090989@gmail.com](mailto:anggasetiawan090989@gmail.com)

## ABSTRACT

*The development of fiber-reinforced composites is expected to be able to reduce composites derived from metals and ceramics which are identical to brittle and are classified as expensive materials. Natural fibers that are recyclable and environmentally friendly can be used to make automotive components that do not require high strength specifications such as dashboards that are not environmentally friendly. The composite fabrication process using the hand lay-up method is made based on a volume fraction composition of 40% fiber and 60% resin (epoxy) with the application of 2 layers. Fiber direction variants of Eichhornia crassipes fibers studied are as follows:  $-45^\circ + 45^\circ$  variant,  $45^\circ + 90^\circ$  variant,  $90^\circ + 90^\circ$  variant. Bending strength testing specimens using ASTM D790 - 03 standard, tensile strength testing using ASTM D 638 - 03 standard, and SEM testing using D1002 standard. The test results show that the  $45^\circ + 90^\circ$  variant is the variant with the best tensile strength value among the  $-45^\circ + 45^\circ$ , and  $90^\circ + 90^\circ$  variants. The tensile strength value of the  $45^\circ + 90^\circ$  variant is  $1.37 \text{ Kgf/mm}^2$  and is able to exceed the standard tensile strength value of SNI-01-4449-06. While the best Bending strength is in the  $45^\circ + 90^\circ$  variant with a value of  $4.43 \text{ N/mm}^2$ , compared to the  $45^\circ + 45^\circ$ , and  $90^\circ + 90^\circ$  variants. These results have not been able to meet the minimum standard of tensile strength value SNI-01-4449-06. The best scanning electron microscopy test results are in the  $45^\circ + 90^\circ$  variant with the least porosity, compared to the  $-45^\circ + 45^\circ$ , and  $90^\circ + 90^\circ$  variants.*

**Keywords:** *Eichhornia crassipes Fiber, Fiber Direction Variation, Epoxy, Tensile Strength, Bending Strength*

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Metode Penelitian .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
1.8 Road Map Diagram .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Komposit .....	11
2.2.1 Unsur Penyusun Komposit.....	11
2.2.2 Klasifikasi Komposit .....	13
2.2.3 Komposit Serat Matriks Polimer .....	14
2.2.4 Serat Eceng Gondok .....	15
2.2.5 Resin Epoxy .....	15
2.2.6 Metode <i>Hand Lay Up</i> .....	16

2.3 Pengujian Tarik .....	16
2.3.1 Standar Pengujian Tarik.....	17
2.3.2 Metode Pengujian Tarik.....	18
2.3.3 Tujuan Pengujian Tarik.....	18
2.4 Pengujian Bending.....	19
2.4.1 Standar Pengujian Bending.....	19
2.4.2 Metode Pengujian Bending.....	20
2.4.3 Tujuan Pengujian Bending.....	20
2.5 Pengujian SEM.....	21
2.5.1 Standar Pengujian SEM .....	21
2.5.2 Tujuan Pengujian SEM.....	22
2.6 Dashboard.....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Diagram Alir.....	24
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	25
3.2.1 Studi Literatur .....	25
3.2.2 Tahap Persiapan Bahan dan Alat .....	26
3.2.3 Pembuatan Spesimen .....	29
3.2.4 Proses Pengujian Spesimen.....	38
3.2.5 Analisa Pengolahan Data dan Pembahasan .....	40
3.2.6 Kesimpulan Hasil Penelitian.....	41
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Data Hasil Pengujian .....	42
4.1.1 Data Hasil Pengujian Scanning Electrone Microscopy (SEM) .....	42
4.1.2 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	46
4.1.3 Data Hasil Pengujian Kekuatan Bending.....	47
4.2 Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian.....	48
4.2.1 Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian Scanning Electrone Microscopy (SEM).....	48
4.2.2 Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Tarik .	56
4.2.3 Pengolahan Data Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Bending .....	60

<b>BAB V PENUTUPAN.....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN I DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN II LEMBAR FORMULIR REVISI PENGUJI 1 DAN 2.....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN III SURAT DOSEN PEMBIMBING.....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN IV GAMBAR SPESIMEN PENGUJIAN.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN V SURAT PENGANTAR PENGUJIAN.....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN VI KEGIATAN PENGUJIAN SPESIMEN.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN VII DATA HASIL PENGUJIAN.....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN VIII GRAFIK PENGUJIAN KEKUATAN TARIK.....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN IX GRAFIK PENGUJIAN KEKUATAN BENDING.....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasikan fase komposit .....	12
Gambar 2. 2 (a) particulate (b) flake (c) fiber .....	14
Gambar 2. 3 (a) Continuous (b) randomly (c) discontinuous and aligned.....	14
Gambar 2. 4 Metode hand lay up .....	16
Gambar 2. 5 Alat Uji Tarik Universal Testing Mesin.....	17
Gambar 2. 6 Spesimen uji tarik ASTM D638-03.....	17
Gambar 2. 7 Bentuk Spesimen pengujian bending ASTM D790 .....	19
Gambar 2. 8 Mekanisme spesimen uji bending .....	20
Gambar 2. 9 Alat Scanning Electron Microscopy (SEM).....	21
Gambar 2. 10 Spesimen Uji SEM ASTM D1002 .....	22
Gambar 2. 11 Dashboard mobil .....	23
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Serat eceng gondok .....	27
Gambar 3. 3 Resin Epoxy dan katalis .....	27
Gambar 3. 4 Cetakan komposit.....	29
Gambar 3. 5 Penyusunan serat eceng gondok.....	32
Gambar 3. 6 varian variasi arah serat $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ .....	32
Gambar 3. 7 varian variasi arah serat $45^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	32
Gambar 3. 8 varian variasi arah serat $90^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	33
Gambar 3. 9 Spesimen uji tarik ASTM D638-03.....	34
Gambar 3. 10 Spesimen uji bending ASTM D790-03 .....	36
Gambar 3. 11 Spesimen uji SEM ASTM D1002 .....	37
Gambar 3. 12 Universal testing machine .....	38
Gambar 3. 13 Universal testing machine .....	39
Gambar 3. 14 Alat scanning electron microscopy SEM .....	40
Gambar 4. 1 Hasil pengujian SEM dengan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ .....	43
Gambar 4. 2 Grafik hasil pengujian EDX dengan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ .....	43
Gambar 4. 3 Hasil pengujian SEM dengan variasi arah $45^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	44
Gambar 4. 4 Grafik hasil pengujian EDX dengan variasi arah $45^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	44
Gambar 4. 5 Hasil pengujian SEM dengan variasi arah $90^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	45

Gambar 4. 6 Grafik hasil pengujian EDX dengan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ .....	45
Gambar 4. 7 Hasil pengolahan pengujian SEM dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$ ..	49
Gambar 4. 8 Hasil perhitungan Void dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$ .....	49
Gambar 4. 9 Grafik hasil pengujian SEM dengan variasi arah $-45^\circ + 45^\circ$ .....	50
Gambar 4. 10 Hasil pengolahan pengujian SEM dengan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$ .	51
Gambar 4. 11 Hasil perhitungan Void dengan variasi arah $45^\circ + 90^\circ$ .....	52
Gambar 4. 12 Grafik hasil pengujian SEM variasi arah $45^\circ + 90^\circ$ .....	53
Gambar 4. 13 Hasil pengolahan pengujian SEM dengan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ .	54
Gambar 4. 14 Hasil perhitungan Void dengan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ .....	54
Gambar 4. 15 Grafik hasil pengujian EDX dengan variasi arah $90^\circ + 90^\circ$ .....	55
Gambar 4. 16 Grafik rata rata nilai kekuatan pengujian tarik .....	58
Gambar 4. 17 Grafik rata rata nilai kekuatan pengujian bending .....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Material Eceng Gondok.....	15
Tabel 2. 2 Sifat karakteristik resin Epoxy .....	16
Tabel 2. 3 Persyaratan mekanis untuk papan serat kerapatan tinggi.....	23
Tabel 4. 1 Hasil pengujian kekuatan tarik dengan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ .....	46
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kekuatan tarik dengan variasi arah $45^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	46
Tabel 4. 3 Hasil pengujian kekuatan tarik dengan variasi arah $90^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	47
Tabel 4. 4 Hasil pengujian kekuatan bending dengan variasi arah $-45^{\circ} + 45^{\circ}$ .....	47
Tabel 4. 5 Hasil pengujian kekuatan bending dengan variasi arah $45^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	48
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kekuatan bending dengan variasi arah $90^{\circ} + 90^{\circ}$ .....	48