

TUGAS AKHIR
ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT *POLYESTER*
BERPENGUAT SERAT BAMBUS APUS SEBAGAI
MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF



Disusun Oleh:

Moch Dafa Pramudva

1421900192

Yusuf Yourdiansyah

1421900181

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

TUGAS AKHIR
ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT *POLYESTER*
BERPENGUAT SERAT BAMBU APUS SEBAGAI
MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akademik Dan Memenuhi Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh:

Moch Dafa Pramudya

1421900192

Yusuf Yourdiansyah

1421900181


PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MOCH DAFA PRAMUDYA
NBI : 1421900192
NAMA : YUSUF YOURDIANSYAH
NBI : 1421900181
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT *POLYESTER*
BERPENGUAT SERAT BAMBU APUS SEBAGAI
MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Dr. I Made Kastiawan, S.T.,MT
NPP. 20420950414

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saiful M. Kes, IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul: **ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT BAMBU APUS SEBAGAI MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF** yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 10 Januari 2024



Moch Lita Pramudya
1421900192



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch Dafa Pramudya
NBI/NPM : 1421900192
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT BAMBUS APUS SEBAGAI MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 19 Januari 2024

Yan: 

(Moch Dafa Pramudya)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, pendapat dan saran semua pihak, sehingga penulis dapat mengatasi kesulitan yang dihadapi. Untuk ini, penulis dengan tulus berterima kasih kepada :

1. Allah SWT.
2. Kedua Orang Tua yang selalu mendukung, memberi semangat, mendo'akan serta bantuan berupa material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Dr. I Made Kastiawan, S.T., MT Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, pengarah, motivasi dan semangat.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Univeritas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada kita.
7. Staf Perpustakaan Pusat Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, dan Fakultas Teknik atas pelayanannya dalam menyediakan berbagai macam buku refrensi yang diperlukan dalam Menyusun Tugas Akhir ini.
8. Teman seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2019, Terima kasih atas keersamaan dan kebahagiaan yang sudah lama terjalin.
9. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam bentuk apapun, semoga Allah SWT memberikan berkah dan karunia-nya atas segala amal kebaikan dari semua pihak yang telah diberikan.


KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil' alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan karunia dan rahmat-Nya yang menjadikan penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisa Kekuatan Komposit Polyester Berpenguat Serat Bambu Apus Sebagai Material Teknik Alternatif**" dengan maksimal. Penyusunan Tugas Akhir ini ditujukan sebagai bukti untuk memenuhi persyaratan kelulusan bagi mahasiswa yang ingin mendapatkan gelas sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Untuk mencapai hasil akhir dari perkuliahan ini, tentu saja terdapat banyak sekali pihak yang berperan aktif maupun pasif dalam proses perkuliahan peneliti dari semester awal hingga akhir. Serta keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, pendapat dan saran seluruh pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan dan mengatasi kesulitan yang dihadapi dengan baik.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, tidak dapat dibedakan dari kelebihan dan kekurangannya. Untuk itu, saran, kritik, dan komentar yang membangun merupakan santapan segar yang sangat dibutuhkan peneliti agar artikel ini menjadi penelitian yang jauh lebih baik dari sebelumnya. Serta penulis berharap agar artikel ini dapat membantu semua pihak yang berkepentingan dan membutuhkan.

Surabaya, 12 April 2023



Moch Dafa Pramudya

ABSTRAK

ANALISA KEKUATAN KOMPOSIT *POLYESTER* BERPENGUAT SERAT BAMBU APUS SEBAGAI MATERIAL TEKNIK ALTERNATIF

Perkembangan teknologi di dunia perindustrian saat ini kian meningkat. Banyak dari Perusahaan - perusahaan yang berlomba - lomba untuk meningkatkan kualitas produk dengan menggunakan material yang murah, berat, ringan, dan mudah didapatkan namun memiliki tingkat kekuatan yang bagus. Material yang termasuk dalam kriteria tersebut adalah material komposit berpenguat serat alam. Alasan utama memilih serat alam sebagai penguat komposit dikarenakan serat alam ramah lingkungan, mempunyai sifat mekanik yang baik dan relatif murah. Salah satu serat alam yang dapat digunakan menjadi bahan penguat adalah serat bambu apus yang banyak tumbuh di Indonesia, namun pemanfaatan bambu apus di negara Indonesia dalam bidang industri masih kurang optimal. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan guna dapat mengetahui nilai kekuatan tarik, bending dan uji SEM, dan material komposit *polyester* berpenguat serat bambu apus dengan variasi panjang 5,10 mm dan 15 mm serta variasi rasio komposisi antara resin dan serat bambu 4 % : 96 %, 6 % : 94 %, 8 % : 92 %, 10 % : 90 %, dan 12 % : 88 %. Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa tegangan maksimal tertinggi pengujian tarik menunjukkan pada variasi C5 dengan fraksi panjang serat 15 mm dan rasio berat serat 12 % dengan nilai tegangan 17,64 Mpa, sedangkan tegangan maksimal terendah pada pengujian tarik menunjukkan pada variasi B3 dengan panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 8 % dengan nilai tegangan 13,25 Mpa dan untuk Pengujian bending didapatkan hasil tertinggi pada variasi A1 dengan panjang serat 5 mm dan rasio berat serat 4 % dengan nilai tegangan 84,55 Mpa, sedangkan tegangan maksimal terendah pada pengujian bending menunjukkan pada variasi B5 dengan panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 12 % dengan nilai tegangan 58,33 Mpa.

Kata kunci: material komposit *polyester*, serat bambu apus, kekuatan tarik, kekuatan bending, uji SEM.

ABSTRACT

STRENGTH ANALYSIS OF APUS BAMBOO FIBER REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AS AN ALTERNATIVE ENGINEERING MATERIAL

Technological developments in the industrial world are currently increasing. Many companies are competing to improve product quality by using materials that are cheap, heavy, light and easy to obtain but have a good level of strength. The materials included in these criteria are composite materials reinforced with natural fibers. The main reason for choosing natural fibers as composite reinforcement is because natural fibers are environmentally friendly, have good mechanical properties and are relatively cheap. One of the natural fibers that can be used as a reinforcing material is apus bamboo fiber which grows widely in Indonesia, however the use of apus bamboo in Indonesia in the industrial sector is still less than optimal. Therefore, this research was carried out in order to determine the tensile strength, bending and SEM test values, and polyester composite materials reinforced with apus bamboo fiber with length variations of 5.10 mm and 15 mm and variations in the composition ratio between resin and bamboo fiber of 4% : 96. %, 6 % : 94 %, 8 % : 92 %, 10 % : 90 %, and 12 % : 88 %. From the research carried out, it can be seen that the highest maximum stress in the tensile test shows the C5 variation with a fiber length fraction of 15 mm and a fiber weight ratio of 12% with a stress value of 17.64 Mpa, while the lowest maximum stress in the tensile test shows the B3 variation with the fiber length. 10 mm and a fiber weight ratio of 8% with a stress value of 13.25 Mpa and for the bending test the highest results were obtained in the A1 variation with a fiber length of 5 mm and a fiber weight ratio of 4% with a stress value of 84.55 Mpa, while the maximum stress was the lowest in the test bending shows the B5 variation with a fiber length of 10 mm and a fiber weight ratio of 12% with a stress value of 58.33 Mpa.

Key words: *polyester composite material, apus bamboo fiber, tensile strength, bending strength, SEM test.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposit	5
2.2 Komposit Serat	5
2.3 Komposit Partikel.....	7
2.4 Serat.....	8
2.5 Serat Alam	9
2.6 Serat Bambu	12

2.7	Bambu Apus.....	13
2.8	Matriks	14
2.9	Resin <i>Polyester</i>	14
2.10	Jenis Resin.....	15
2.10.1	Resin <i>EPOXY</i>	15
2.10.2	Resin <i>Polyester</i>	16
2.10.3	Resin <i>Alkyd</i>	16
2.10.4	Resin Akrilik	17
2.10.5	Resin Fenolik.....	17
2.10.6	Resin Silikon	17
2.10.7	Resin Poliuretan	17
2.10.8	Resin Polietilen	17
2.10.9	Resin Polistiren	18
2.10.10	Resin Polikarbonat	18
2.10.11	Resin Poliamida.....	18
2.10.12	Resin Polypropylene	18
2.10.13	Resin Vinylester	19
2.11	Ikatan Permukaan/ <i>Interface</i>	19
2.11.1	Rule of Mixtures.....	19
2.11.2	Modulus Elastisitas Komposit (E_c).....	20
2.12	Kerusakan Pada Komposit	20
2.13	Metode Pembuatan Komposit	22
2.13.1	Proses Pencetakan Terbuka (<i>Open-Mold Processes</i>)	22
2.13.2	Proses Pencetakan Tertutup (<i>Closed-Mold Processes</i>)	24
2.14	Teori Kekuatan Uji Bending, Uji Tarik dan Uji SEM.....	25
2.14.1	Pengujian Tarik	25
2.14.2	Pengujian Bending	26
2.14.3	Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	27
BAB III.....		29
METODOLOGI PENELITIAN		29

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.1.1	Perencanaan Penelitian.....	30
3.2	Alat dan Bahan	31
3.2.1	Alat	31
3.2.2	Bahan.....	33
3.3	Pembuatan Komposit.....	34
3.3.1	Penyiapan Serat Bambu.....	34
3.3.2	Perendaman Serat Bambu.....	35
3.3.3	Menimbang Komposisi Bahan	35
3.3.4	Pencampuran (Mixing).....	36
3.3.5	Pencetakan Spesimen	36
3.3.6	Pengujian Bending.....	37
3.3.7	Pengujian Tarik.....	37
3.3.8	Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	38
3.3.9	Pengambilan Data.....	38
3.3.10	Analisa Data	40
3.3.11	Kesimpulan dan Saran	40
BAB IV.....		41
DATA DAN ANALISA		41
4.1	Hasil Uji Tarik.....	41
4.1.1	Data Hasil Uji Tarik Matriks Murni	41
4.1.2	Data Hasil Uji Tarik Serat	45
4.1.3	Data Hasil Uji Tarik A1.....	49
4.1.4	Data Hasil Uji Tarik A2.....	55
4.1.5	Data Hasil Uji Tarik A3.....	59
4.1.6	Data Hasil Uji Tarik A4.....	63
4.1.7	Data Hasil Uji Tarik A5.....	67
4.1.8	Data Hasil Uji Tarik B1.....	70
4.1.9	Data Hasil Uji Tarik B2.....	74
4.1.10	Data Hasil Uji Tarik B3.....	78

4.1.11	Data Hasil Uji Tarik B4.....	82
4.1.12	Data Hasil Uji Tarik B5.....	86
4.1.13	Data Hasil Uji Tarik C1.....	90
4.1.14	Data Hasil Uji Tarik C2.....	94
4.1.15	Data Hasil Uji Tarik C3.....	98
4.1.16	Data Hasil Uji Tarik C4.....	102
4.1.17	Data Hasil Uji Tarik C5.....	105
4.1.18	Grafik Tegangan Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%.....	109
4.1.19	Grafik Regangan Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%	112
4.1.20	Grafik Modulus Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%	115
4.1.21	Grafik Tegangan Dengan Serat 5mm,10mm,15mm.....	118
4.1.22	Grafik Regangan Dengan Serat 5mm,10mm,15mm	120
4.1.23	Grafik Modulus Dengan Serat 5mm,10mm,15mm	122
4.1.24	Grafik Rata-Rata Uji Tarik.....	125
4.2	Hasil Uji Bending.....	128
4.2.1	Data Hasil Uji Bending Matrik Murni.....	128
4.2.2	Data Hasil Uji Bending A1	130
4.2.3	Data Hasil Uji Bending A2	133
4.2.4	Data Hasil Uji Bending A3	135
4.2.5	Data Hasil Uji Bending A4	136
4.2.6	Data Hasil Uji Bending A5	138
4.2.7	Data Hasil Uji Bending B1.....	139
4.2.8	Data Hasil Uji Bending B2.....	141
4.2.9	Data Hasil Uji Bending B3.....	142
4.2.10	Data Hasil Uji Bending B4.....	144
4.2.11	Data Hasil Uji Bending B5.....	145
4.2.12	Data Hasil Uji Bending C1.....	147
4.2.13	Data Hasil Uji Bending C2.....	148
4.2.14	Data Hasil Uji Bending C3.....	150
4.2.15	Data Hasil Uji Bending C4.....	151

4.2.16	Data Hasil Uji Bending C5	153
4.2.17	Grafik Tegangan Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%	155
4.2.18	Grafik Regangan Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%	158
4.2.19	Grafik Modulus Dengan Serat 4%,6%,8%,10%,12%	161
4.2.20	Grafik Tegangan Dengan Serat 5mm,10mm,15mm.....	165
4.2.21	Grafik Regangan Dengan Serat 5mm,10mm,15mm.....	168
4.2.22	Grafik Modulus Dengan Serat 5mm,10mm,15mm	171
4.2.23	Grafik Rata-Rata Uji Bending	174
4.3	Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	177
4.3.1	Hasil Uji SEM Pada Pengujian Tarik	177
4.3.2	Hasil Uji SEM Pada Pengujian Bending	182
BAB V		189
KESIMPULAN DAN SARAN		189
5.1	Kesimpulan.....	189
5.2	Saran.....	190
DAFTAR PUSTAKA.....		191
LAMPIRAN		195

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fibrus Composite (Pambudi, 2017).....	5
Gambar 2.2 Komposit Partikel (Pambudi, 2017).....	7
Gambar 2.3 Komposit dengan penguat serat pendek atau pengisi serat natural (Pambudi, 2017).....	8
Gambar 2.4 Struktur kimia lignin dan selulosa (Pambudi, 2017)	13
Gambar 2.5 Struktur kimia Unsaturated <i>polyester</i> (Pambudi, 2017)	15
Gambar 2.6 Metode Hand Lay Up (RICKY ADITYA PERDANA, 2018b)	23
Gambar 2.7 Metode <i>Spray Up</i> (RICKY ADITYA PERDANA, 2018b).....	23
Gambar 2.8 Metode <i>Filament Welding</i> (RICKY ADITYA PERDANA, 2018b)	24
Gambar 2.9 Metode <i>Injection and Compression Molding</i> (RICKY ADITYA PERDANA, 2018b).....	25
Gambar 2.10 Metode Sheet Molding Compound (RICKY ADITYA PERDANA, 2018b)	25
Gambar 2.11 Detail Spesimen Uji Tarik ASTM D638-1 (Reddy et al., 2017)	25
Gambar 2.12 Bentuk Spesimen Uji Bending D790-03 (Hasil et al., 2017).....	26
Gambar 4. 1 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik pada (Matriks Murni 1)	41
Gambar 4. 2 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik pada (Matriks Murni 2)	42
Gambar 4. 3 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik pada (Matriks Murni 3)	42
Gambar 4. 4 Grafik Tegangan dan Regangan 3 Spesimen Pada (Matriks Murni)	44
Gambar 4. 5 Grafik Rata- Rata Tegangan dan Regangan dari 3 Spesimen Pada (Matriks Murni).....	44
Gambar 4. 6 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (Serat 1) ...	45
Gambar 4. 7 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (Serat 2) ...	46
Gambar 4. 8 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (Serat 3) ...	46
Gambar 4. 9 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Sampel (Serat).....	47
Gambar 4. 10 Grafik Rata- Rata Tegangan dan Regangan Dari 3 Spesimen Pada (Serat).....	48
Gambar 4. 11 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A1.1)	49
Gambar 4. 12 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A1.2)	49
Gambar 4. 13 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A1.3)	50
Gambar 4. 14 Grafik Tegangan dan Regangan 3 Spesimen Pada (A1).....	54

Gambar 4. 15 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada 3 Spesimen (A1).....	54
Gambar 4. 16 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A2.1)....	55
Gambar 4. 17 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A2.2)....	56
Gambar 4. 18 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A2.3)....	56
Gambar 4. 19 Grafik Tegangan dan Regangan 3 Spesimen Pada (A2).....	57
Gambar 4. 20 Grafik Rata- Rata Tegangan dan Regangan dari 3 Spesimen Pada (A2)	58
Gambar 4. 21 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pada Pengujian Tarik.....	59
Gambar 4. 22 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pada Pengujian Tarik (A3.2) ...	59
Gambar 4. 23 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pada Pengujian Tarik (A3.3) ...	60
Gambar 4. 24 Grafik Tegangan dan Regangan 3 Spesimen Pada (A3).....	61
Gambar 4. 25 Grafik Rata- Rata Tegangan dan Regangan dari 3 Spesimen Pada (A3)	62
Gambar 4. 26 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik Pada (A4.1)....	63
Gambar 4. 27 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik Pada (A4.2)....	63
Gambar 4. 28 Grafik Beban Pertambahan Pengujian Tarik Pada (A4.3).....	64
Gambar 4. 29 Grafik Tegangan dan Regangan 3 Spesimen Pada (A4).....	65
Gambar 4. 30 Grafik Rata-Rata Tegangan dan Regangan dari 3 Spesimen Pada (A4)	66
Gambar 4. 31 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A5.1)....	67
Gambar 4. 32 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A5.2)....	67
Gambar 4. 33 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (A5.3)....	67
Gambar 4. 34 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen Pada (A5).....	69
Gambar 4. 35 Grafik Rata- Rata Tegangan dan Regangan Dari 3 Spesimen Pada (A5).....	69
Gambar 4. 36 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B1.1)	70
Gambar 4. 37 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B1.2)....	71
Gambar 4. 38 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B1.3)....	71
Gambar 4. 39 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (B1).....	73
Gambar 4. 40 Grafik Tegangan dan Regangan pada (B1).....	73
Gambar 4. 41 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B2.1)	74
Gambar 4. 42 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B2.2)....	75
Gambar 4. 43 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B2.3)....	75
Gambar 4. 44 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (B2).....	77
Gambar 4. 45 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (B2).....	77
Gambar 4. 46 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B3.1)	78
Gambar 4. 47 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B3.2)....	79
Gambar 4. 48 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B3.3)....	79

Gambar 4. 49 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (B3).....	81
Gambar 4. 50 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (B3)	81
Gambar 4. 51 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B4.1)	82
Gambar 4. 52 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B4.2)	83
Gambar 4. 53 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B4.3)	83
Gambar 4. 54 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (B4).....	85
Gambar 4. 55 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (B4)	85
Gambar 4. 56 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B5.1).....	86
Gambar 4. 57 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B5.2).....	87
Gambar 4. 58 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (B5.3).....	87
Gambar 4. 59 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (B5).....	88
Gambar 4. 60 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (B5)	89
Gambar 4. 61 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C1.1).....	90
Gambar 4. 62 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C1.2).....	90
Gambar 4. 63 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C1.3).....	91
Gambar 4. 64 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (C1)	92
Gambar 4. 65 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (C1)	93
Gambar 4. 66 Grafik Beban Pertambahan Panjang Pengujian Tarik (C2.1)	94
Gambar 4. 67 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C2.2).....	94
Gambar 4. 68 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C2.3).....	95
Gambar 4. 69 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (C2).....	96
Gambar 4. 70 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (C2)	97
Gambar 4. 71 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C3.1).....	98
Gambar 4. 72 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C3.2).....	98
Gambar 4. 73 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C3.3).....	99
Gambar 4. 74 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (C3).....	100
Gambar 4. 75 Regangan Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (C3)	101
Gambar 4. 76 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C4.1)...	102
Gambar 4. 78 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C4.3)...	102
Gambar 4. 77 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C4.2)...	102
Gambar 4. 79 Grafik Tegangan dan Regangan pada 3 Spesimen (C4).....	104
Gambar 4. 80 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (C4)	104
Gambar 4. 81 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C5.1)...	105
Gambar 4. 82 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C5.3)...	106
Gambar 4. 83 Grafik Beban Pertambahan Panjang pada Pengujian Tarik (C5.2)...	106
Gambar 4. 84 Grafik Tegangan Regangan pada 3 Spesimen (C5).....	108
Gambar 4. 85 Grafik Rata-Rata Tegangan Regangan pada (C5)	108

Gambar 4. 86 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 4% dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	109
Gambar 4. 87 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15mm)	110
Gambar 4. 88 Grafik Tegangan Maksimal (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	110
Gambar 4. 89 Grafik Tegangan Maksimal (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	111
Gambar 4. 90 Grafik Tegangan Maksimal (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15mm)	111
Gambar 4. 91 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 4 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	112
Gambar 4. 92 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	113
Gambar 4. 93 Grafik Regangan Maksimal (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	113
Gambar 4. 94 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	114
Gambar 4. 95 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	114
Gambar 4. 96 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal pada (Serat 4% dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm).....	115
Gambar 4. 97 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm).....	116
Gambar 4. 98 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal pada (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm).....	116
Gambar 4. 99 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal pada (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm).....	117
Gambar 4. 100 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal pada (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15mm).....	118
Gambar 4. 101 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	118
Gambar 4. 102 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	119
Gambar 4. 103 Grafik Tegangan Maksimum pada (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	120
Gambar 4. 104 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	120

Gambar 4. 105 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %)	121
Gambar 4. 106 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %)	122
Gambar 4. 107 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %)	122
Gambar 4. 108 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %)	123
Gambar 4. 109 Grafik Modulus Elastisitas Maksimal (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %)	124
Gambar 4. 110 Grafik Rata-Rata Tegangan Maksimal (terhadap semua variasi Uji Tarik)	125
Gambar 4. 111 Grafik Rata-Rata Regangan Maksimal (terhadap semua variasi Uji Tarik)	126
Gambar 4. 112 Grafik Rata-Rata Modulus Elastisitas Maksimal (terhadap semua variasi Uji Tarik)	127
Gambar 4. 113 Grafik Tegangan Uji Bending pada (Matriks Murni)	129
Gambar 4. 114 Grafik Tegangan Uji Bending pada (Matriks Murni)	129
Gambar 4. 115 Grafik Tegangan Uji Bending pada (A1)	132
Gambar 4. 116 Grafik Regangan Uji Bending pada (A1)	132
Gambar 4. 117 Grafik Tegangan Uji Bending pada (A2)	134
Gambar 4. 118 Grafik Regangan Uji Bending pada (A2)	134
Gambar 4. 119 Grafik Tegangan Uji Bending pada (A3)	135
Gambar 4. 120 Grafik Regangan Uji Bending pada (A3)	136
Gambar 4. 121 Grafik Tegangan Uji Bending pada (A4)	137
Gambar 4. 122 Grafik Regangan Uji Bending pada (A4)	137
Gambar 4. 123 Grafik Tegangan Uji Bending pada (A5)	138
Gambar 4. 124 Grafik Regangan Uji Bending pada (A5)	139
Gambar 4. 125 Grafik Tegangan Uji Bending pada (B1)	140
Gambar 4. 126 Grafik Regangan Uji Bending pada (B1)	140
Gambar 4. 127 Grafik Tegangan Uji Bending pada (B2)	141
Gambar 4. 128 Grafik Regangan Uji Bending pada (B2)	142
Gambar 4. 129 Grafik Tegangan Uji Bending pada (B3)	143
Gambar 4. 130 Grafik Regangan Uji Bending pada (B3)	143
Gambar 4. 131 Grafik Tegangan Uji Bending pada (B4)	144
Gambar 4. 132 Grafik Regangan Uji Bending pada (B4)	145
Gambar 4. 133 Grafik Tegangan Uji Bending pada (B5)	146
Gambar 4. 134 Grafik Regangan Uji Bending pada (B5)	146

Gambar 4. 135 Grafik Tegangan Uji Bending pada (C1).....	147
Gambar 4. 136 Grafik Regangan Uji Bending pada (C1).....	148
Gambar 4. 137 Grafik Tegangan Uji Bending pada (C2).....	149
Gambar 4. 138 Grafik Regangan Uji Bending pada (C2).....	149
Gambar 4. 139 Grafik Tegangan Uji Bending pada (C3).....	150
Gambar 4. 140 Grafik Regangan Uji Bending pada (C3).....	151
Gambar 4. 141 Grafik Tegangan Uji Bending pada (C4).....	152
Gambar 4. 142 Grafik Regangan Uji Bending pada (C4).....	152
Gambar 4. 143 Grafik Tegangan Uji Bending pada (C5).....	153
Gambar 4. 144 Grafik Regangan Uji Bending pada (C5).....	154
Gambar 4. 145 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 4 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	155
Gambar 4. 146 Grafik Tegangan Maksimum pada (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	155
Gambar 4. 147 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm, dan 15 mm)	156
Gambar 4. 148 Grafik Tegangan Maksimal (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	157
Gambar 4. 149 Grafik Tegangan Maksimal (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	157
Gambar 4. 150 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 4 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	158
Gambar 4. 151 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	159
Gambar 4. 152 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	159
Gambar 4. 153 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	160
Gambar 4. 154 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	161
Gambar 4. 155 Grafik Modulus Maksimal (Serat 4 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	161
Gambar 4. 156 Grafik Modulus Maksimal (Serat 6 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15mm)	162
Gambar 4. 157 Grafik Modulus Maksimal pada (Serat 8 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	163
Gambar 4. 158 Grafik Modulus Maksimal pada (Serat 10 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm)	163

Gambar 4. 159 Grafik Modulus Maksimal pada (Serat 12 % dengan fraksi panjang 5 mm,10 mm,15 mm).....	164
Gambar 4. 160 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	165
Gambar 4. 161 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	166
Gambar 4. 162 Grafik Tegangan Maksimal pada (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	167
Gambar 4. 163 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	168
Gambar 4. 164 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	169
Gambar 4. 165 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	170
Gambar 4. 166 Grafik Modulus Maksimal pada (Serat 5 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	171
Gambar 4. 167 Grafik Regangan Maksimal pada (Serat 10 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	172
Gambar 4. 168 Grafik Modulus Maksimal pada (Serat 15 mm dengan rasio berat serat 4 %,6 %,8 %,10 %,12 %).....	173
Gambar 4. 169 Grafik Rata-Rata Tegangan Maksimal (terhadap semua variasi Uji Bending).....	174
Gambar 4. 170 Grafik Rata-Rata Regangan Maksimum (terhadap semua variasi Uji Bending).....	175
Gambar 4. 171 Grafik Rata-Rata Modulus Maksimal pada (terhadap semua variasi Uji Bending).....	176
Gambar 4. 172 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 50x (pada spesimen C5 dengan fraksi panjang serat 15 mm dan rasio berat serat 12 %).....	177
Gambar 4. 173 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 250x (pada spesimen C5 dengan fraksi panjang serat 15 mm dan rasio berat serat 12 %).....	178
Gambar 4. 174 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 100x (pada spesimen C5 dengan fraksi panjang serat 15 mm dan rasio berat serat 12 %).....	178
Gambar 4. 175 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 1000x (pada spesimen C5.3 dengan fraksi panjang serat 15 mm dan rasio berat serat 12 %).....	179
Gambar 4. 176 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 50x (pada spesimen B3 dengan fraksi panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 8 %).....	180
Gambar 4. 177 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 100x (pada spesimen B3 dengan fraksi panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 8 %).....	180

Gambar 4. 178 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 250x (pada spesimen B3 dengan fraksi panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 8 %)	181
Gambar 4. 179 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 1000x (pada spesimen B3.2 dengan fraksi panjang serat 10 mm dan rasio berat serat 8 %)	181
Gambar 4. 180 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 50x (pada spesimen A1 dengan fraksi panjang serat 5 mm dan rasio berat serat 4 %)	182
Gambar 4. 181 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 100x (pada spesimen A1 dengan fraksi panjang serat 5 mm dan rasio berat serat 4 %)	183
Gambar 4. 182 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 250x (pada spesimen A1 dengan fraksi panjang serat 5 mm dan rasio berat serat 4 %)	183
Gambar 4. 183 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 1000x (pada spesimen A1 dengan fraksi panjang serat 5 mm dan rasio berat serat 4 %)	184
Gambar 4. 184 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 50x (pada spesimen B5 dengan fraksi panjang serat 10mm dan rasio berat serat 12%)	185
Gambar 4. 185 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 100x (pada spesimen B5 dengan fraksi panjang serat 10mm dan rasio berat serat 12%)	185
Gambar 4. 186 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 1000x (pada spesimen B5 dengan fraksi panjang serat 10mm dan rasio berat serat 12%)	186
Gambar 4. 187 Hasil Uji SEM Permukaan Patahan di pembesaran 250x (pada spesimen B5 dengan fraksi panjang serat 10mm dan rasio berat serat 12%)	186

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia dari Beberapa Serat Alam (Pambudi, 2017).....	10
Tabel 2.2 Sifat Mekanik dari Beberapa Serat Alam (Pambudi, 2017)	11
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Bambu (Pambudi, 2017).....	12
Tabel 2.4 Sifat Mekanik Bambu Apus (Tri Purwanto, 2019)	13
Tabel 2.5 Nilai sifat mekanik <i>polyester</i> (Rosyadi & Mesin, 2016).....	15
Tabel 3. 1 Alat - alat yang diperlukan ketika penelitian.....	31
Tabel 3. 2 Bahan-bahan yang diperlukan ketika penelitian.....	33
Tabel 3. 3 Hasil Uji Bending Komposit Serat Bambu	38
Tabel 3. 4 Hasil Uji Tarik Komposit Serat Bambu	39
Tabel 4. 1 Data Pengujian Tarik pada (Matriks Murni)	42
Tabel 4. 2 Hasil dari Tegangan - Regangan - Modulus Elastisitas pada (Matriks Murni)	43
Tabel 4. 3 Data Pengujian Tarik pada (Serat)	46
Tabel 4. 4 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (Serat)	47
Tabel 4. 5 Data Pengujian Tarik pada (A1).....	50
Tabel 4. 6 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A1).....	53
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Tarik pada (A2).....	56
Tabel 4. 8 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A2).....	57
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Tarik pada (A3).....	60
Tabel 4. 10 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas paada (A3).....	60
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Tarik pada (A4).....	64
Tabel 4. 12 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A4).....	64
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Tarik pada (A5).....	68
Tabel 4. 14 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A5).....	68
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Tarik pada (B1)	71
Tabel 4. 16 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B1).....	72
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Tarik pada (B2)	76
Tabel 4. 18 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B2).....	76
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Tarik pada (B3)	80
Tabel 4. 20 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B3).....	80
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Tarik pada (B4)	84
Tabel 4. 22 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B4).....	84

Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Tarik pada (B5)	87
Tabel 4. 24 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B5).....	88
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Tarik pada (C1)	91
Tabel 4. 26 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C1).....	92
Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Tarik pada (C2)	95
Tabel 4. 28 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C2).....	96
Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Tarik pada (C3)	99
Tabel 4. 30 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C3).....	100
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Tarik pada (C4)	103
Tabel 4. 32 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C4).....	103
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Tarik pada (C5)	106
Tabel 4. 34 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C5).....	107
Tabel 4. 35 Data Pengujian Bending pada (Matriks Murni).....	128
Tabel 4. 36 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (Matriks Murni)	128
Tabel 4. 37 Data Pengujian Bending pada (A1)	130
Tabel 4. 38 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A1).....	131
Tabel 4. 39 Data Pengujian Bending pada (A2)	133
Tabel 4. 40 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A2).....	133
Tabel 4. 41 Data Pengujian Bending pada (A3)	135
Tabel 4. 42 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A3).....	135
Tabel 4. 43 Data Pengujian Bending pada (A4)	136
Tabel 4. 44 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A4).....	137
Tabel 4. 45 Data Pengujian Bending pada (A5)	138
Tabel 4. 46 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (A5).....	138
Tabel 4. 47 Data Pengujian Bending pada (B1)	139
Tabel 4. 48 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B1).....	140
Tabel 4. 49 Data Pengujian Bending pada (B2)	141
Tabel 4. 50 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B1).....	141
Tabel 4. 51 Data Pengujian Bending pada (B3)	142
Tabel 4. 52 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B3).....	143
Tabel 4. 53 Data Pengujian Bending pada (B4)	144
Tabel 4. 54 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B4).....	144
Tabel 4. 55 Data Pengujian Bending pada (B5)	145
Tabel 4. 56 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (B5).....	146
Tabel 4. 57 Data Pengujian Bending (C1).....	147
Tabel 4. 58 (C1) Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas	147
Tabel 4. 59 Data Pengujian Bending (C2).....	148

Tabel 4. 60 (C2) Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas	149
Tabel 4. 61 Data Pengujian Bending pada (C3)	150
Tabel 4. 62 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C3).....	150
Tabel 4. 63 Data Pengujian Bending pada (C4)	151
Tabel 4. 64 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C4).....	152
Tabel 4. 65 Data Pengujian Bending pada (C5)	153
Tabel 4. 66 Hasil Tegangan – Regangan – Modulus Elastisitas pada (C5).....	153

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik Pertambahan Panjang Uji Tarik dan Uji Bending.....	195
Lampiran 2 Rasio Perhitungan Perbandingan antara Serat dan Matriks.....	202
Lampiran 3 Persiapan Alat dan Bahan	207
Lampiran 4 Proses Pembuatan Serat	207
Lampiran 5 Proses Pembuatan Spesimen	208
Lampiran 6 Proses Pengujian Tarik.....	208
Lampiran 7 Proses Pengujian Bending.....	210
Lampiran 8 Proses Pengujian SEM	213
Lampiran 9 Data Rata-Rata Hasil Uji Tarik	214
Lampiran 10 Data Rata-Rata Hasil Uji Bending	215
Lampiran 11 Surat Keterangan Uji Densitas	216
Lampiran 12 Surat Keterangan Uji Tarik dan Uji Bending	217
Lampiran 13 Surat Keterangan Uji SEM.....	219
Lampiran 14 Hasil Turnitin Jurnal	221