

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penambahan Serat pada Material PLA	5
2.2 Pengujian Tekan pada Tabung Komposit.....	7
2.3 Metode <i>Filament winding</i> pada Tabung Komposit	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	2
3.1 <i>Additive Manufacturing</i>	2
3.2 <i>Fused Deposition Modelling (FDM)</i>	2
3.3 <i>Polyactid Acid (PLA)</i>	3
3.4 Material Komposit	4
3.4.1 Klasifikasi Komposit	4
3.5 Serat Gelas (<i>Glass Fiber</i>)	6
3.6 Matriks Polimer	7
3.3.1. <i>Epoxy</i>	8

3.7 Metode <i>Hand Lay-Up</i>	8
3.8 Metode <i>Filament winding</i>	9
3.9 Pengujian Tekan <i>Quasi-Static</i>	10
BAB IV METODE PENELITIAN	12
4.1 Lokasi Penelitian	12
4.2 Alat yang Digunakan	12
4.3 Bahan yang Digunakan	14
4.4 Variasi Penelitian	16
4.5 Diagram Alir Penelitian	17
4.6 Prosedur Penelitian	19
4.6.1 Proses manufaktur dengan 3D printer	19
4.6.2 Proses manufaktur GFRP metode <i>hand lay-up</i>	19
4.6.3 Proses manufaktur GFRP metode <i>filament winding</i>	20
4.6.4 Pengujian Tekan	21
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	22
5.1 Hasil Pembuatan 3D Model	22
5.2 Hasil Manufaktur 3D <i>Printing</i>	22
5.3 Hasil Manufaktur Metode <i>Hand Lay-Up</i>	23
5.3.1 Hasil Manufaktur GFRP Metode <i>Hand Lay-Up</i>	23
5.4 Hasil Manufaktur Metode <i>Filament winding</i>	24
5.4.1 Hasil Manufaktur GFRP Metode <i>Filament Winding</i>	24
5.4.2 Hasil Manufaktur PLA + GFRP Metode <i>Filament winding</i>	25
5.5 Hasil Pengujian Tekan	27
5.5.1 Kurva <i>Load-Displacement</i>	27
5.6 Performa <i>Crashworthiness</i>	28
5.6.1 <i>Peak Load</i> (P_{max})	29
5.6.3 <i>Mean Crush Load</i> (P_{mean})	31
5.6.2 Energy Absorption (EA)	33
5.6.5 <i>Specific Energy Absorption</i> (SEA)	35
5.6.4 <i>Crushing Load Efficiency</i> (CLE)	36
5.7 Bentuk Kegagalan	38

5.7.1 Bentuk Kegagalan Pengujian Tekan <i>Axial</i>	38
5.7.2 Bentuk Kegagalan Pengujian Tekan <i>Radial</i>	42
BAB VI PENUTUP	45
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik <i>stress-strain</i> (a) pengujian tarik, (b) pengujian bending ...	6
Gambar 2.2. Hasil pengujian tarik komposit PLA/serat gelas	6
Gambar 2.3. Hasil pengujian bending komposit PLA/serat gelas	7
Gambar 2.4. Pengujian tekan arah (a) <i>radial</i> , (b) <i>axial</i>	7
Gambar 2.5. Kurva <i>load-deflection</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i> .	8
Gambar 2.6. Kurva <i>load-deflection</i> pengujian tekan arah <i>axial</i>	8
Gambar 2.7. Mekanisme metode <i>filament winding</i>	9
Gambar 2.8. Hasil manufaktur tabung komposit serat kenaf dengan metode FW	9
Gambar 3.1. <i>Fused deposition modelling</i>	3
Gambar 3.2. Komposit berpenguat serat a) serat panjang searah, b) serat panjang dianyam (woven)	5
Gambar 3.3. Komposit struktural dengan struktur <i>sandwich panels</i>	5
Gambar 3.4. Serat gelas	6
Gambar 3.5. Mekanisme <i>hand lay-up</i>	8
Gambar 3.6. Mekanisme <i>filament winding</i>	9
Gambar 3.7. Tipe pola <i>winding</i> a) <i>circumferential winding</i> , b) <i>helical winding</i> , c) <i>polar winding</i>	9
Gambar 3.8. Grafik <i>load-displacement</i> saat pengujian tekan.....	10
Gambar 4.2. Mesin <i>filament winding</i>	12
Gambar 4.2. Jangka Sorong.....	13
Gambar 4.3. Mesin 3D <i>printing</i>	13
Gambar 4.4. <i>Dinolite</i>	14
Gambar 4.5. <i>Universal Testing Machine</i>	14
Gambar 4.6. Filamen PLA.....	15
Gambar 4.7. <i>Roving fiberglass</i>	15
Gambar 4.8. <i>Epoxy resin</i> bhispenol A	16
Gambar 4.9. <i>Epoxy hardener</i> EPH 555	16
Gambar 4.10. Diagram Alir Penelitian.....	18

Gambar 4.11. Proses pembuatan silinder (a) model 2D, (b) model 3D, (c) proses <i>slicing</i> , (d) produk yang sudah jadi	19
Gambar 4.12. Proses laminasi metode <i>hand lay-up</i>	20
Gambar 4.13. Proses manufaktur metode <i>filament winding</i>	21
Gambar 4.14. Pengujian tekan (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i>	21
Gambar 5.1. Model 3D silinder yang dibuat	22
Gambar 5.2. Dimensi model silinder	22
Gambar 5.4. Hasil manufaktur GFRP metode <i>hand lay-up</i>	23
Gambar 5.5. Hasil manufaktur PLA + GFRP dengan metode <i>hand lay-up</i>	24
Gambar 5.6. Hasil manufaktur GFRP dengan metode <i>filament winding</i>	25
Gambar 5.7. Hasil manufaktur PLA+GFRP metode <i>filament winding</i>	25
Gambar 5.8. Kurva <i>load-displacement</i> pengujian tekan arah <i>axial</i>	27
Gambar 5.9. Kurva <i>load-displacement</i> pengujian tekan arah <i>radial</i>	28
Gambar 5.10. <i>Peak load</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i>	30
Gambar 5.11. <i>Mean crush load</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i>	32
Gambar 5.12. <i>Energy absorption</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i> ...	34
Gambar 5.13. <i>Specific energy absorption</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i>	36
Gambar 5.14. <i>Crushing load efficiency</i> pengujian tekan arah (a) <i>axial</i> , (b) <i>radial</i>	37
Gambar 5.15. Bentuk kegagalan material PLA	39
Gambar 5.16. Bentuk kegagalan material GFRP yang di manufaktur dengan metode <i>hand lay-up</i>	40
Gambar 5.17. Bentuk kegagalan material GFRP yang di manufaktur dengan metode <i>filament winding</i>	41
Gambar 5.18. Bentuk kegagalan material PLA+GFRP yang di manufaktur dengan metode <i>hand lay-up</i>	41
Gambar 5.19. Bentuk kegagalan material PLA+GFRP yang di manufaktur dengan metode <i>filament winding</i>	42
Gambar 5.20. Bentuk kegagalan material saat diberikan pengujian tekan arah <i>radial</i> (a) PLA, (b) HG, (c) FG, (d) HPG, (e) FPG	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Material <i>properties of</i> PLA	3
Tabel 3.2. Sifat Mekanis E-Glass	7
Tabel 4.1. Variasi penelitian yang digunakan penelitian ini	17
Tabel 5.1. Dimensi dan berat spesimen yang dibuat	26
Tabel 5.2. Proses pengujian tekan arah <i>axial</i>	39
Tabel 5.3. Proses pengujian tekan arah <i>radial</i>	43