

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Stereolithography	4
2.2 Perkembangan Komposit Dengan Matriks Resin <i>Standard / Basic</i> SLA	9
2.3 <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	15
2.4 <i>Digital Image Correlation</i> (DIC)	19
BAB III LANDASAN TEORI	23

3.1 <i>Stereolithography</i> (SLA)	23
3.2 Komposit	24
3.3 <i>Finite Element Analysis</i>	25
3.4 DIC	27
3.5 Volume Fraction	28
3.6 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	30
3.7 Uji Kekuatan Tarik	31
3.8 Uji Kelenturan	32
3.9 Uji Densitas	34
3.10 Uji Kekerasan	34
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 Prosedur Penelitian	35
4.2 Objek Penelitian	36
4.3 Tempat Penelitian	36
4.4 Alat dan Bahan Penelitian	36
4.4.1 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	36
4.4.2 <i>3D Printer Stereolithography</i>	37
4.4.3 <i>Wash and Cure Machine</i>	38
4.4.4 Kamera Canon 750D	38
4.4.5 Timbangan massa jenis	39
4.4.6 Alat Uji Kekerasan	40
4.4.7 Alat Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	40
4.5 Manufaktur dengan <i>3D Printer Stereolithography</i>	43
4.6 Proses Digital Image Correlation	45
4.7 Proses Simulasi Menggunakan Abaqus	50

4.8 Pengambilan Data	59
4.8.1 Uji Tarik	59
4.8.2 Uji Kelengkungan	60
4.8.3 Uji <i>Density</i>	61
4.8.4 Uji Hardness	62
4.9 Perhitungan Volume Fraction	63
4.10 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	63
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	65
5.1 Perhitungan <i>Volume Fraction</i>	65
5.2 Hasil Manufaktur Spesimen	66
5.3 Hasil Uji Tarik	68
5.4 Hasil Uji Kelengkungan	70
5.5 Hasil Uji Kekerasan	72
5.6 Hasil Uji Densitas	73
5.7 Hasil <i>Digital Image Correlation</i> (DIC)	74
5.8 Hasil Simulasi Abaqus	76
5.9 Hasil <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Perbandingan metode <i>additive manufacturing</i>	4
Gambar 2. 2. Bentuk spesimen ASTM D369 tipe IV	5
Gambar 2. 3. Grafik perbandingan antar panjang gelombang	6
Gambar 2. 4. Grafik perbandingan antar suhu pada panjang gelombang 405nm	7
Gambar 2. 5. Grafik perbandingan pada <i>tough resin</i>	8
Gambar 2. 6. Grafik perbandingan pada castable resin	9
Gambar 2. 7. <i>Cross section</i> spesimen hasil manufaktur	10
Gambar 2. 8. Sifat Mekanis dari resin murni, komposit bubuk kaca, dan komposit serat kaca kontinyu yang dicetak dengan SLA	11
Gambar 2. 9. Hasil pengujian dari berbagai metode	14
Gambar 2. 10. Hasil kegagalan	15
Gambar 2. 11. Kurva <i>uniaxial tension</i> hasil dari simulasi ABAQUS	18
Gambar 2. 12. Perbandingan kurva <i>stress-strain</i> DIC dan eksperimen	20
Gambar 2. 13. Peta regangan	21
Gambar 3. 1. Bagian-bagian dari pencetak 3D <i>stereolithography</i>	23
Gambar 3. 2. Klasifikasi komposit berdasarkan matriksnya.	24
Gambar 3. 3. Skema dari proses <i>digital image correlation</i> (DIC)	27
Gambar 3. 4. Prinsip kerja <i>scanning electron microscopy</i> (SEM).	31
Gambar 4. 1. Diagram alir penelitian	35
Gambar 4. 2. <i>Universal testing machine</i> (UTM) Carson.	37
Gambar 4. 3. Pencetak 3D SLA Anycubic Photon Ultra.	37
Gambar 4. 4. <i>Wash and cure machine</i> Anycubic Wash and Cure 2.0	38
Gambar 4. 5. Kamera Canon 750D	39
Gambar 4. 6. Timbangan massa jenis Ohaus Analytical Balance	40
Gambar 4. 7. Alat uji kekerasan Shore-D	40
Gambar 4. 8. Alat uji SEM Thermo Scientific Phenom Pro X	41
Gambar 4. 9. Persiapan file untuk proses 3D <i>print</i>	43
Gambar 4. 10. Persiapan <i>glass fibre</i> untuk proses pencetakan	44
Gambar 4. 11. Persiapan spesimen untuk DIC	46

Gambar 4. 12. Proses pengambilan video proses DIC	46
Gambar 4. 13. Mengunggah referensi gambar.	47
Gambar 4. 14. Penentuan <i>region of interest</i> .	47
Gambar 4. 15. Penentuan <i>seeds</i> dan <i>region</i>	48
Gambar 4. 16. Pengaturan <i>subset radius</i> dan <i>subset spacing</i> .	49
Gambar 4. 17. Kalibrasi ukuran	49
Gambar 4. 18. <i>Format displacement</i>	50
Gambar 4. 19. Penentuan parameter <i>strain</i> .	50
Gambar 4. 20. Pembuatan <i>part</i> pada Abaqus.	51
Gambar 4. 21. Pendefinisian <i>ductile damage</i> .	52
Gambar 4. 22. Pendefinisian densitas.	52
Gambar 4. 23. Pendefinisian sifat elastis material.	53
Gambar 4. 24. Pendefinisian sifat plastis material.	53
Gambar 4. 25. Pengunggahan material ke dalam sistem	54
Gambar 4. 26. <i>Section assignment manager</i>	55
Gambar 4. 27. <i>Meshing</i> .	55
Gambar 4. 28. Pendefinisian <i>element deletion</i> .	56
Gambar 4. 29. Pendefinisian <i>load</i> untuk penarikan.	56
Gambar 4. 30. Pendefinisian <i>load</i> untuk penahan.	57
Gambar 4. 31. Pemberian <i>automatic stabilization</i> .	57
Gambar 4. 32. Penentuan <i>incerelements</i> .	58
Gambar 4. 33. Pembuatan <i>job</i> .	59
Gambar 4. 34. <i>Result and visualization</i> .	59
Gambar 4. 35. Uji tarik	60
Gambar 4. 36. Uji kelengkungan	61
Gambar 4. 37. Uji densitas	62
Gambar 4. 38. Uji kekerasan	62
Gambar 4. 39. <i>Scanning electron microscope</i> (SEM)	64
Gambar 5. 1. Hasil manufaktur	67
Gambar 5. 2. <i>Thickness error</i>	67
Gambar 5. 3. Kurva <i>stress-strain</i> dari hasil uji tarik	68

Gambar 5. 4. <i>Ultimate tensile strength</i>	69
Gambar 5. 5. Kurva <i>flexural stress-strain</i>	70
Gambar 5. 6. <i>Maximum flexural strength</i>	70
Gambar 5. 7. Hasil patahan uji kelengkungan	72
Gambar 5. 8. <i>Hardness</i>	73
Gambar 5. 9. Hasil uji densitas	74
Gambar 5. 10. Hasil DIC	75
Gambar 5. 11. Perbandingan DIC dan Eksperimen	76
Gambar 5. 12. Perbandingan kurva <i>stress-strain</i> eksperimen dengan hasil Abaqus	77
Gambar 5. 13. Perbandingan <i>ultimate tensile strength</i> Abaqus & eksperimen	77
Gambar 5. 14. Visualisasi persebaran beban pada Abaqus	79
Gambar 5. 15. Hasil SEM pada patahan uji tarik variasi 0 lapis	80
Gambar 5. 16. Hasil SEM pada patahan uji tarik variasi 1 lapis	81
Gambar 5. 17. Hasil SEM pada patahan uji tarik variasi 2 lapis	83
Gambar 5. 18. Hasil SEM pada patahan uji tarik variasi 3 lapis	84
Gambar 5. 19. Hasil SEM pada patahan uji tarik variasi 4 lapis	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sifat mekanikal dari material yang diuji	16
Tabel 2. 2. <i>Stress-strain</i> dari hasil uji	17
Tabel 2. 3. Koesifisien material dan <i>stability checks</i> untuk model konstitutif <i>hyperelastic</i>	19
Tabel 4. 1. Tabel spesifikasi <i>personal computer</i>	42
Tabel 4. 2. Tabel spesifikasi laptop	42