

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	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.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 <i>Research Gap</i> .....	14
BAB III LANDASAN TEORI.....	19
3.1 Manufaktur.....	19
3.2 <i>Additive Manufacturing (AM)</i> .....	20
3.3 <i>Fused Deposition Modeling (FDM)</i> .....	22
3.4 <i>PLA (Polyactic-Acid)</i> .....	23
3.5 Kopling.....	24
3.6 Metode Taguchi.....	25
3.7 PCR-TOPSIS.....	27
BAB IV METODE PENELITIAN.....	30
4.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	30
4.2 Proses Penelitian.....	33
4.2.1 Identifikasi Karakteristik Kualitas.....	33
4.2.2 Penentuan Faktor yang berpengaruh.....	34

4.2.3	Penentuan Jumlah Level.....	36
4.2.4	Perhitungan Derajat Kebebasan.....	36
4.2.5	Pemilihan <i>Orthogonal Array</i> .....	37
4.2.6	Penentuan Parameter.....	37
4.2.7	Persiapan Alat dan Bahan.....	38
4.2.8	Desain Spesimen.....	38
4.2.9	Proses <i>Slicing</i> .....	39
4.2.10	Proses <i>Printing</i> Spesimen.....	41
4.2.11	Proses Penentuan Bidang Pengukuran Dimensi dan Geometri.....	41
4.2.12	Proses Penentuan Bidang Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	42
4.2.13	Pengukuran Dimensi, Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	43
4.2.14	Pengujian SEM.....	44
4.2.15	Analisa Data Pengaruh Komponen Kopling <i>Flexibel without Rubber</i> Terhadap Dimensi, Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	44
4.2.16	Analisa Data Pengaruh Komponen Kopling <i>Flexibel with Rubber</i> Terhadap Dimensi dan Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	44
4.2.17	Analisa Data Pengaruh Komponen Kopling <i>Fix</i> Terhadap Dimensi dan Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	44
4.2.18	Analisa Data Penentuan Jenis Kopling dan Parameter Optimal Terhadap Dimensi dan Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	45
4.3	Tahapan Penelitian.....	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
5.1	Pengaruh Komponen Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> Terhadap Dimensi, Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	49
5.1.1	Hasil Pengukuran Material <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	49
5.1.1.1	Hasil Pengukuran Dimensi <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	49
5.1.1.2	Hasil Pengukuran Geometri <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	50
5.1.1.3	Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan <i>Flexibel without Rubber F1</i> ..	52
5.1.2	Hasil Perhitungan Transformasi Nilai Respon ke SNR <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	53
5.1.3	Hasil Perhitungan PCR Berdasarkan SNR Tiap Parameter <i>Flexibel without Rubber F1</i> Respon .....	54
5.1.4	Hasil Perhitungan TOPSIS Hasil PCR – SNR <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	55
5.1.5	Rata-rata Tiap Parameter <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	56
5.1.6	Hasil SEM Material PLA <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	57

5.2	Pengaruh Komponen Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> Terhadap Dimensi dan Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	62
5.2.1	Hasil Pengukuran Material .....	62
5.2.1.1	Hasil Pengukuran Dimensi <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	62
5.2.1.2	Hasil Pengukuran Geometri <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	63
5.2.1.3	Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	65
5.2.2	Hasil Perhitungan Transformasi Nilai Respon ke SNR <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	66
5.2.3	Hasil Perhitungan PCR Berdasarkan SNR Tiap Parameter <i>Flexibel with Rubber F2</i> Respon .....	67
5.2.4	Hasil Perhitungan TOPSIS Hasil PCR – SNR <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	67
5.2.5	Rata-rata Tiap Parameter <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	68
5.2.6	Hasil SEM Material PLA <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	68
5.3.	Pengaruh Komponen Kopling <i>Fix F3</i> Terhadap Dimensi, Geometri dan Kekasaran Permukaan.....	73
5.3.1	Hasil Pengukuran Material kopling <i>Fix F3</i> .....	73
5.3.1.1	Hasil Pengukuran Dimensi kopling <i>Fix F3</i> .....	73
5.3.1.2	Hasil Pengukuran Geometri kopling <i>Fix F3</i> .....	74
5.3.1.3	Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan kopling <i>Fix F3</i> .....	76
5.3.2	Hasil Perhitungan Transformasi Nilai Respon ke SNR kopling <i>Fix F3</i> .....	78
5.3.3	Hasil Perhitungan PCR Berdasarkan SNR Tiap Parameter kopling <i>Fix F3</i> Respon .....	78
5.3.4	Hasil Perhitungan TOPSIS Hasil PCR – SNR kopling <i>Fix F3</i> .....	79
5.3.5	Rata-rata Tiap Parameter kopling <i>Fix F3</i> .....	79
5.3.6	Hasil SEM Material PLA kopling <i>Fix F3</i> .....	80
5.4	Analisa Data .....	85
BAB VI PENUTUP.....		89
6.1	Kesimpulan.....	89
6.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA .....		91
LAMPIRAN .....		94

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu.....	10
Tabel 2.2. Research Gap.....	15
Tabel 3.1. <i>Klasifikasi jenis mesin 3DP berdasarkan teknologi dan material (Shahi, 2016)</i> .....	21
Tabel 3.2. <i>Material properties PLA (Gordon dkk., 2016)</i> .....	24
Tabel 4.1. <i>Mechanical properties filament PLA Esun</i> .....	33
Tabel 4.2. Penentuan level nilai.....	36
Tabel 4.3. <i>Orthogonal array L9 Taguchi</i> .....	37
Tabel 4.4. Parameter kopling <i>flexible without rubber</i> .....	37
Tabel 4.5. Parameter kopling <i>flexible with rubber</i> .....	38
Tabel 4.6. Parameter kopling <i>fix</i> .....	38
Tabel 5.1. Hasil pengukuran dimensi Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> ...	49
Tabel 5.2. Hasil pengukuran geometri siku 1 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	50
Tabel 5.3. Hasil pengukuran geometri siku 2 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	51
Tabel 5.4. Hasil pengukuran geometri kesejajaran Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	51
Tabel 5.5. Hasil pengukuran kekasaran Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> ..	53
Tabel 5.6. Nilai SNR 1 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	54
Tabel 5.7. Nilai SNR 2 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	54
Tabel 5.8. Nilai PCR-SNR 1 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	55
Tabel 5.9. Nilai PCR-SNR 2 Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	55
Tabel 5.10. Nilai TOPSIS Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	56
Tabel 5.11. Rata-rata parameter dan level Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> .....	56
Tabel 5.12. Hasil peringkat parameter Kopling <i>Flexibel without Rubber F1</i> ...	57
Tabel 5.13. Hasil pengukuran dimensi Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	62
Tabel 5.14. Hasil pengukuran geometri siku 1 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	63
Tabel 5.15. Hasil pengukuran geometri siku 2 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	63

Tabel 5.16. Hasil pengukuran geometri kesejajaran Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	64
Tabel 5.17. Hasil pengukuran kekasaran Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> ....	65
Tabel 5.18. Nilai SNR 1 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	66
Tabel 5.19. Nilai SNR 2 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	66
Tabel 5.20. Nilai PCR-SNR 1 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	67
Tabel 5.21. Nilai PCR-SNR 2 Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	67
Tabel 5.22. Nilai TOPSIS Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	67
Tabel 5.23. Rata-rata parameter dan level Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> ..	68
Tabel 5.24. Hasil peringkat parameter Kopling <i>Flexibel with Rubber F2</i> .....	68
Tabel 5.25. Hasil pengukuran dimensi Kopling <i>Fix F3</i> .....	74
Tabel 5.26. Hasil pengukuran geometri siku 1 Kopling <i>Fix F3</i> .....	75
Tabel 5.27. Hasil pengukuran geometri siku 2 Kopling <i>Fix F3</i> .....	75
Tabel 5.28. Hasil pengukuran geometri kesejajaran Kopling <i>Fix F3</i> .....	76
Tabel 5.29. Hasil pengukuran kekasaran Kopling <i>Fix F3</i> .....	77
Tabel 5.30. Nilai SNR 1 Kopling <i>Fix F3</i> .....	78
Tabel 5.31. Nilai SNR 2 Kopling <i>Fix F3</i> .....	78
Tabel 5.32. Nilai PCR-SNR 1 Kopling <i>Fix F3</i> .....	78
Tabel 5.33. Nilai PCR-SNR 2 Kopling <i>Fix F3</i> .....	79
Tabel 5.34. Nilai TOPSIS Kopling <i>Fix F3</i> .....	79
Tabel 5.35. Rata-rata parameter dan level Kopling <i>Fix F3</i> .....	79
Tabel 5.36. Hasil peringkat parameter Kopling <i>Fix F3</i> .....	80

Gambar 2.1.	Pengaruh perlakuan kimia terhadap kekasaran permukaan. (Galantucci dkk, 2009) .....	5
Gambar 2.2.	Perbandingan antara kekasaran prediksi desain dengan eksperimen. (Boschetto dkk, 2016) .....	7
Gambar 2.3.	Perbandingan antara data pemodelan dengan eksperimen (Chohan dkk, 2016).....	7
Gambar 2.4.	<i>Fish bone Diagram</i> 3DP FDM (Mallesham dkk, 2016).....	18
Gambar 3.1.	Bagan proses manufaktur (Allwod dkk., 2016) .....	19
Gambar 3.2.	Metode AM AM (a) FDM (b) <i>Inkjet Printing</i> (c) SLA (d) <i>Powder Bed Fusion</i> (Ngo dkk., 2018).....	20
Gambar 3.3.	Proses FDM (Dizon dkk., 2018).....	22
Gambar 3.4.	Proses produksi PLA (Mohanty dkk., 2005) .....	24
Gambar 3.5.	Kopling kaku .....	25
Gambar 3.6.	Kopling <i>flexible with rubber</i> .....	25
Gambar 4.1.	<i>Outside micrometer</i> .....	30
Gambar 4.2.	<i>Surface roughness tester</i> .....	31
Gambar 4.3.	Mesin 3D Printer Tipe FDM.....	31
Gambar 4.4.	Mesin Uji SEM Zeiss EVO 10.....	32
Gambar 4.5.	<i>Filament PLA</i> .....	32
Gambar 4.6.	Dimensi benda kerja.....	33
Gambar 4.7.	Sumbu Axis 3D <i>Printing</i> .....	34
Gambar 4.8.	Kopling <i>flexible without rubber</i> .....	34
Gambar 4.9.	Kopling <i>flexible without</i> terhubung dengan motor dan <i>ball Screw</i> .....	35
Gambar 4.10.	Kopling <i>flexible with rubber</i> .....	35
Gambar 4.11.	Kopling <i>flexible with rubber</i> terhubung dengan motor dan <i>ball screw</i> .....	35
Gambar 4.12.	Kopling <i>Fix</i> .....	35
Gambar 4.13.	Kopling <i>fix</i> terhubung dengan motor dan <i>ball screw</i> .....	36
Gambar 4.14.	Pembuatan desain spesimen dengan Solidworks 2010.....	39
Gambar 4.15.	Proses <i>slicing</i> dengan <i>CuraEngine</i> .....	39
Gambar 4.16.	Setting <i>printing temperature</i> .....	40
Gambar 4.17.	Setting <i>print speed</i> .....	40
Gambar 4.18.	Setting <i>layer height</i> .....	40

Gambar 4.19.	Hasil proses <i>slicing</i> .....	41
Gambar 4.20.	Hasil <i>printing</i> spesimen.....	41
Gambar 4.21.	Bidang pengukuran panjang, lebar dan tinggi.....	42
Gambar 4.22.	Bidang pengukuran diagonal.....	42
Gambar 4.23.	Pengukuran kekasaran bidang X dan Y .....	43
Gambar 4.24.	Pengukuran kekasaran bidang Z .....	43
Gambar 4.25.	Diagram alir penelitian .....	46
Gambar 5.1.	Simbol perhitungan siku.....	48
Gambar 5.2.	Grafik hasil pengukuran dimensi kopling <i>flexible without rubber</i> (F1).....	50
Gambar 5.3.	Grafik hasil pengukuran geometri siku kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	50
Gambar 5.4.	Grafik hasil pengukuran geometri kesejajaran kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	52
Gambar 5.5.	Grafik hasil pengukuran kekasaran permukaan kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	53
Gambar 5.6.	Foto SEM kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) pada bidang X1.....	57
Gambar 5.7.	Foto SEM kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) pada bidang X2.....	58
Gambar 5.8.	Foto SEM kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) pada bidang Y1 .....	57
Gambar 5.9.	Foto SEM kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) pada bidang Y2 .....	59
Gambar 5.10.	Foto SEM kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) potongan layer .....	59
Gambar 5.11.	Foto SEM area potongan permukaan dengan kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	60
Gambar 5.12.	Lubang pada area potongan permukaan dengan kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	60
Gambar 5.13.	Foto area <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	61
Gambar 5.14.	Hasil Uji <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>flexible without rubber</i> (F1) .....	61
Gambar 5.15.	Grafik hasil pengukuran dimensi kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) .....	62
Gambar 5.16.	Grafik hasil pengukuran geometri 1 kopling <i>flexible with rubber</i> (F2).....	64
Gambar 5.17.	Grafik hasil pengukuran geometri 2 kopling <i>flexible with rubber</i> (F2).....	63
Gambar 5.18.	Grafik hasil pengukuran kekasaran permukaan kopling <i>fleksibel with rubber</i> (F2).....	65

Gambar 5.19.	Foto SEM kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) pada bidang X1 ...	69
Gambar 5.20.	Foto SEM kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) pada bidang X2 ..	69
Gambar 5.21.	Foto SEM kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) pada bidang Y1...	70
Gambar 5.22.	Foto SEM kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) pada bidang Y2...	70
Gambar 5.23.	Foto SEM potongan layer kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) ....	71
Gambar 5.24.	Foto SEM area potongan permukaan dengan kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) .....	71
Gambar 5.25.	Lubang pada area potongan permukaan dengan kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) .....	72
Gambar 5.26.	Foto area <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>flexible with rubber</i> (F2) .....	72
Gambar 5.27.	Hasil Uji <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>flexible with rubber</i> (F2).....	73
Gambar 5.28.	Grafik hasil pengukuran dimensi kopling <i>fix</i> (F3).....	74
Gambar 5.29.	Grafik hasil pengukuran geometri siku kopling <i>fix</i> (F3).....	75
Gambar 5.30.	Grafik hasil pengukuran geometri kesejajaran kopling <i>fix</i> (F3).....	76
Gambar 5.31.	Grafik hasil pengukuran kekasaran permukaan kopling <i>fix</i> (F3).....	77
Gambar 5.32.	Foto SEM kopling <i>fix</i> (F3) pada bidang X1 .....	81
Gambar 5.33.	Foto SEM kopling <i>fix</i> (F3) pada bidang X2 .....	81
Gambar 5.34.	Foto SEM kopling <i>fix</i> (F3) pada bidang Y1 .....	81
Gambar 5.35.	Foto SEM kopling <i>fix</i> (F3) pada bidang Y2 .....	82
Gambar 5.36.	Foto SEM potongan layer kopling <i>fix</i> (F3).....	82
Gambar 5.37.	Foto SEM area potongan permukaan dengan kopling <i>Fix</i> (F3)..	83
Gambar 5.38.	Lubang pada area potongan permukaan dengan kopling kopling <i>Fix</i> (F3) .....	83
Gambar 5.39.	Foto area <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>Fix</i> (F3)....	84
Gambar 5.40.	Hasil Uji <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) kopling <i>fix</i> (F3).....	84
Gambar 5.41.	Grafik perbandingan deviasi dimensi masing-masing kopling...	85
Gambar 5.42.	Grafik perbandingan deviasi siku masing-masing kopling.....	86
Gambar 5.43.	Grafik rata-rata kesejajaran masing-masing kopling.....	86
Gambar 5.44.	Grafik rata-rata kekasaran masing-masing kopling .....	87
Gambar 5.45.	<i>Self align ball bearing</i> .....	88

ABS = *Acrylonitrile Butadiene Styrene*

AM = *Additive Manufacturing*

FDM = *Fused Deposition Modelling*

l = lebar (mm)

m = massa (g)

P = panjang (mm)

PLA = *Polylactic-Acid*

SEM = *Scanning Electron Miscroscope*

SLA = *Stereolithography*

SLM = *Selective Laser Melting*

SLS = *Selective Laser Sintering*

t = tinggi (mm)

TPU = *Thermoplastic Polyurethane*

3DP = *3D printing*