

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES 3D-PRINTING MATERIAL *NYLON 6* TERHADAP RESPON AKURASI DIMENSI DAN KEKUATAN TARIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

SAFWAN NOOR

20130130022

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 8 Juli 2019

Safwan Noor
NIM. 20130130022

MOTTO

“...Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesama manusia...”

[HR. Thabrani dalam Al-Ausath]

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan selesainya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan berkah-Nya sehingga dapat menyusun laporan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Pengaruh Parameter Proses 3D-Printing Material Nylon 6 Terhadap Respon Akurasi Dimensi dan Kekuatan Tarik Menggunakan Metode Taguchi”.
2. Kedua orang tua saya H. Tajudin Noor dan Hj. Isnina yang memberikan dukungan baik moral, spiritual maupun material hingga terselesainya laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing 1.
5. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc., IPM selaku dosen pembimbing 2.
6. Kepada teman-teman saya yaitu Hafiz Syahputra, Yuda Aria Binangun, Monic Maulidian, Wahyu Sekar Hidayat, Agung Nugroho, Fany Joko, Altino Setiyasta dan seluruh mahasiswa Teknik Mesin Kelas A Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2013.
7. Kepada pihak-pihak yang belum tercantum diatas penulis mengucapkan terima kasih.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur Alhamdulillahirobbil'alamin kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, nikmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tanpa halangan apapun dengan judul tugas akhir “Analisis Pengaruh Parameter Proses 3D-Printing Material Nylon 6 Terhadap Respon Akurasi Dimensi dan Kekuatan Tarik Menggunakan Metode Taguchi”.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademis jenjang Strata Satu (S1) pada mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Pangandaran, 8 Juli 2019
Penulis

Safwan Noor
NIM. 20140130022

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)	11
2.2.2 Komponen Mesin <i>3D Printing</i>	12
2.2.3 Parameter Pada Mesin <i>3D Printing</i>	17

2.2.4 <i>Slicing</i> (Mengiris Objek)	18
2.2.5 <i>Nylon 6</i>	19
2.2.6 <i>Design of Experiment</i> (DOE)	24
2.2.7 Metode Taguchi	24
2.2.8 SNR	25
2.2.9 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	26
2.2.10 Persen Kontribusi	28
2.2.11 Eksperimen Konfirmasi	29
2.2.12 Uji Tarik	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Prosedur Penelitian	31
3.2 Tempat Penelitian	31
3.3 Tempat Pengujian Tarik	31
3.4 Alat Penelitian.....	31
3.5 Bahan Penelitian	38
3.6 Diagram Alir Penelitian	39
3.7 <i>Design of Experiment</i> (DOE).....	40
3.7.1 Menentukan Level Parameter Proses (Faktor Kontrol)	40
3.7.2 Parameter Proses <i>Default</i>	42
3.7.3 Variabel Respon.....	43
3.7.4 Desain Faktorial	44
3.8 Pembuatan Gambar Tiga Dimensi (CAD)	45
3.9 <i>Slicing</i>	46
3.10 Proses <i>Printing</i>	49
3.11 Pengukuran Dimensi dan Massa Spesimen	50
3.12 Pengujian Tarik	51
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	53
4.1 Hasil Penelitian	53
4.1.1 Massa Produk dan Waktu Pencetakan	55
4.1.2 Hasil Pengukuran Dimensi Produk	56

4.1.3 Hasil Pengujian Tarik	57
4.2 Analisis SNR dan ANOVA	64
4.2.1 <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)	64
4.2.2 <i>Analysis of Variance</i>	70
4.3 Analisis Parameter Optimal	78
4.4 Eksperimen Konfirmasi	84
4.4.1 <i>Pooling</i> Faktor Tidak Signifikan	85
4.4.2 Rata-rata Prediksi dan Interval Kepercayaan.....	86
4.4.3 Hasil dan Analisis Eksperimen Konfirmasi	88
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen mesin FDM	12
Gambar 2.2	Filamen.....	13
Gambar 2.3	<i>Frame</i>	13
Gambar 2.4	<i>Print Head</i>	14
Gambar 2.5	<i>Build platform</i> atau <i>bed</i>	15
Gambar 2.6	<i>Bowden</i>	15
Gambar 2.7	Motor <i>stepper</i>	16
Gambar 2.8	Controller Board	16
Gambar 2.9	<i>Control board</i>	17
Gambar 2.10	<i>Nylon 6</i>	20
Gambar 3.1	3D Printer gatefromC02	33
Gambar 3.2	Kunci L.....	33
Gambar 3.3	<i>Masking Tape</i>	33
Gambar 3.4	Asus X540YA.....	34
Gambar 3.5	Spesifikasi Asus X540YA	34
Gambar 3.6	<i>Praying tools</i>	35
Gambar 3.7	Inventor Professional 2017 <i>Student Version</i>	35
Gambar 3.8	Slic3r Prusa Edition.....	35
Gambar 3.9	Repetier-Host V2.0.1.....	36
Gambar 3.10	Minitab 2017.....	36
Gambar 3.11	<i>Vernier Caliper</i>	37
Gambar 3.12	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	38
Gambar 3.13	Filament <i>nylon 6</i>	38
Gambar 3.14	Diagram alir penelitian	39
Gambar 3.15	Perbandingan nilai <i>fill density</i>	42
Gambar 3.16	Desain CAD Spesimen	45
Gambar 3.17	ASTM-D638 tipe 1.....	46
Gambar 3.18	Pengaturan <i>nozzle temperature</i>	47

Gambar 3.19 Pengaturan <i>infill density</i>	47
Gambar 3.20 Pengaturan <i>layer thickness</i>	48
Gambar 3.21 Proses <i>slicing</i>	49
Gambar 3.22 Hasil <i>slicing</i>	49
Gambar 3.23 Proses <i>printing</i> spesimen.....	49
Gambar 3.24 Bagian spesimen yang diukur.....	51
Gambar 4.1 Sampel spesimen produk 3D <i>printing</i>	54
Gambar 4.2 Celah atau <i>gap</i> hasil ekstrusi	54
Gambar 4.3 Dimensi spesimen	56
Gambar 4.4 Spesimen 1,2, dan 3.....	58
Gambar 4.5 Spesimen 4,5, dan 6.....	58
Gambar 4.6 Spesimen 7,8, dan 9.....	58
Gambar 4.7 Kurva <i>Fmax</i> percobaan 6.....	59
Gambar 4.8 Kurva <i>Fmax</i> percobaan 4.....	60
Gambar 4.9 Standar Dimensi TS 138-A.....	62
Gambar 4.10 Grafik <i>Versus fit</i> nilai tegangan tarik	63
Gambar 4.11 Grafik <i>Normal probability</i> nilai tegangan tarik	63
Gambar 4.12 Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>length overall</i>	65
Gambar 4.13 Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>width overall</i>	66
Gambar 4.14 Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>width</i>	67
Gambar 4.15 Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>Thickness</i>	68
Gambar 4.16 Grafik <i>main effect plot</i> SNR Tegangan Tarik	69
Gambar 4.17 Foto mikro pada area patahan 70%.....	80
Gambar 4.18 Foto mikro pada area patahan 50%.....	80
Gambar 4.19 Pengaruh <i>nozzle temperature</i> terhadap dimensi <i>error</i>	83
Gambar 4.20 Hasil uji tarik spesimen eksperimen konfirmasi.....	88
Gambar 4.21 Kurva <i>Fmax</i> spesimen eksperimen konfirmasi.....	89
Gambar 4.22 Diagram batang perbandingan nilai tegangan tarik	90
Gambar 4.23 Diagram batang perbandingan nilai standar deviasi	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kecepatan pengujian tarik ASTM.....	30
Tabel 3.1	Spesifikasi 3D <i>Printer</i> Pursa-13	32
Tabel 3.2	Spesifikasi alat uji kuat tarik <i>Zwick Roell Z020</i>	37
Tabel 3.3	Data Sheet od eSUN 3D filamen <i>nylon</i>	40
Tabel 3.4	Parameter proses dan level.....	42
Tabel 3.5	Parameter proses <i>default</i>	43
Tabel 3.6	Parameter proses untuk kecepatan	43
Tabel 3.7	Matrik ortogonal $L_9 (3^3)$	44
Tabel 3.8	Desain faktorial penelitian	45
Tabel 3.9	Dimensi ASTM-D638.....	46
Tabel 3.10	Dimensi standar ASTM D-638 tipe 1	51
Tabel 4.1	Desain faktorial Penelitian.....	53
Tabel 4.2	Rata-rata massa dan waktu pencetakan.....	55
Tabel 4.3	Data hasil pengukuran dimensi produk.....	57
Tabel 4.4	Nilai <i>Fmax</i>	59
Tabel 4.5	Data hasil perhitungan <i>tensile strength</i>	61
Tabel 4.6	Data nilai <i>tensile strength</i> penelitian Basavaraj.....	62
Tabel 4.7	Respon SNR dimensi <i>length overerall</i>	64
Tabel 4.8	Respon SNR dimensi <i>width overall</i>	65
Tabel 4.9	Respon SNR dimensi <i>width</i>	66
Tabel 4.10	Respon SNR dimensi <i>Thickness</i>	67
Tabel 4.11	Respon SNR Tegangan tarik.....	68
Tabel 4.12	Persen kontribusi parameter terhadap dimensi <i>length overall</i>	75
Tabel 4.13	Persen kontribusi parameter terhadap dimensi <i>width overall</i>	76
Tabel 4.14	Persen kontribusi parameter terhadap dimensi <i>width</i>	76
Tabel 4.15	Persen kontribusi parameter terhadap dimensi <i>thickness</i>	77
Tabel 4.16	Persen kontribusi parameter terhadap tegangan tarik	78
Tabel 4.17	Level parameter proses optimal berdasarkan hasil SNR.....	79
Tabel 4.18	Parameter proses optimal berdasarkan hasil SNR	79
Tabel 4.19	Parameter proses optimal berdasarkan hasil ANOVA.....	80
Tabel 4.20	Data dimensi <i>error</i>	82

Tabel 4.21 Level parameter proses optimal untuk respon kekuatan tarik.....	85
Tabel 4.22 Hasil ANOVA akhir.....	86

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
CI	: Interval Kepercayaan
DF	: Derajat Kebebasan
DOE	: <i>Design of Experiment</i>
F	: <i>Factor Ratio</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modeling</i>
Mq	: <i>Mean squares</i>
P	: <i>Probability Value</i>
SNR	: <i>Signal to Noise Ratio</i>
Sq	: <i>Sum of Squares</i>
LO	: <i>length overall</i>
WO	: <i>width overall</i>
T	: <i>Thickness</i>
TS	: <i>Tensile Strength</i>
W	: <i>Width Of Narrow</i>
α	: <i>Alpha-error</i>
$\rho\%$: Persen Kontribusi
σ	: Tegangan Tarik
μ	: Rata-Rata Prediksi