

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES 3D-PRINTING MATERIAL
ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE TERHADAP RESPON AKURASI
DIMENSI DAN KEKUATAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh

Ginggi Navis Indra Cahya
NIM. 20140130013

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Analisis Pengaruh Parameter Proses 3D-Printing Material Acronitrile Butadiene Styrene Terhadap Respon Akurasi Dimensi dan Kekuatan Lentur Menggunakan Metode Taguchi

Influence Analysis of Process Parameter 3D-Printing of Acronitrile Butadiene Styrene Material for Response of Dimension Accuracy and Flexural Strength Using Taguchi Method

**Dipersiapkan dan disusun oleh:
Ginggi Navis Indra Cahya
20140130013**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 6 Oktober 2018

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D
NIK. 19700307 199509 123022

Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc., IPM
NIK. 19711023 201507 123083

Penguji

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng
NIK. 19591220 201510 123088

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, 6 Oktober 2018

**Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini penulis,

Nama : Ginggi Navis Indra Cahya

NIM : 20140130013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “Analisis Pengaruh Parameter Proses *3D-Printing* Material *Acronitrile Butadiene Styrene* Terhadap Respon Akurasi Dimensi dan Kekuatan Lentur Menggunakan Metode Taguchi” ini adalah asli hasil karya penulis dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 6 Oktober 2018

Ginggi Navis Indra Cahya

MOTO

“Learn from mistakes”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al Insyirah 5 – 6)

“Duniaku bukan jabatan, pangkat, gaji, dan kecurangan. Duniaku bumi manusia dengan persoalannya”

(Pramoedya Ananta Toer)

“Gantungkan cita-citamu setinggi langit! Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang.”

(Soekarno)

“Dreams never hurt anybody if he keeps working right behind the dream to make as much of it come real as he can.”

(F. W. Woolworth)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin, puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala karena atas segala rahmat dan petunjuk-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu. Tidak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad Shallallahu’alaihi Wa Sallam, beserta keluarga dan para sahabat beliau. Dengan rasa bangga Penulis mempersembahkan laporan Tugas Akhir ini dan ucapan terima kasih yang terdalem kepada:

1. Bapak Hanafi dan Ibu Nurcahyawati sebagai orang tua yang luar biasa atas doa dan kerja keras dalam memenuhi kebutuhan keluarga serta kasih sayangnya untuk memperlancar dalam terselesaikannya tugas akhir ini. Untuk adik-adik tercinta Anissa Novia Putri dan Gifarizky Indraguna yang telah membantu mendoakan dan selalu memberikan semangat, semoga keluarga ini senantiasa dalam perlindungan Allah Subhanahu Wa Ta’ala.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D dan Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, dan ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng sebagai dosen penguji Tugas Akhir ini serta seluruh Dosen dan Karyawan Teknik Mesin UMY atas bantuan, pelayanan, dan ilmu yang telah diberikan selama dibangku perkuliahan.
3. Rekan seperjuangan satu kelompok dalam penulisan Tugas Akhir 3D *printing* Setiyawan, Eduar Iqbal Riza, M. Nurdianto, Dede Tohidin, dan Ryan Fahzuri yang selalu memberikan motivasi dan membantu dalam penelitian, terima kasih banyak dan semoga sukses.
4. Rekan, sahabat, keluarga KKN Mahardika Bakti Nusantara yang telah memberikan bantuan, motivasi dan pengalaman yang tak ternilai. Terima kasih atas segalanya.

5. Teman-teman kelas A dan seluruh mahasiswa Teknik Mesin UMY angkatan 2014 atas semua kenangan dan pengalaman terbaik.
6. Anggy Desmita Pratiwi sebagai pasangan terbaik yang selalu menemani saat lelah dan jatuh, memberikan semangat tiada henti agar terselesaikannya tugas akhir ini.

Kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, saya mengucapkan terima kasih. Akhir kata saya persembahkan Tugas Akhir ini semoga dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

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	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Dasar Teori	11

2.2.1 <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)	11
2.2.2 <i>3D Printing</i>	13
2.2.3 Parameter Pada Mesin <i>3D Printing</i>	14
2.2.4 <i>Slicing</i> (Mengiris Lintasan Objek)	16
2.2.5 <i>Acronitrile Butadiene Styrene</i> (ABS)	17
2.2.6 Teori Uji Lentur (<i>Bending</i>)	19
2.2.7 <i>Design of Experiment</i> (DOE).....	23
2.2.8 Metode Taguchi	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Prosedur Penelitian	30
3.2 Tempat Penelitian	30
3.3 Tempat Pengujian Bending	30
3.4 Alat Penelitian.....	31
3.5 Bahan Penelitian	41
3.6 Diagram Alir Penelitian	42
3.7 <i>Design of Experiment</i> (DOE).....	43
3.7.1 Menentukan Level Parameter Proses (Faktor Kontrol).....	43
3.7.2 Variabel Respon.....	44
3.7.3 Desain Faktorial.....	45
3.8 Pembuatan Gambar Tiga Dimensi (CAD).....	46
3.9 <i>Slicing</i>	46
3.10 Proses <i>Printing</i>	50
3.11 Pengukuran Dimensi dan Massa Spesimen	51
3.12 Pengujian Bending.....	52
BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	55
4.1 Hasil Penelitian	55
4.1.1 Massa Produk dan Waktu Proses	55
4.1.2 Hasil Pengukuran Dimensi Produk	57
4.1.3 Hasil Pengujian Bending	59

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 Optimum	79
4.4 Eksperimen Konfirmasi	84
4.4.1 <i>Pooling</i> Faktor Tidak Signifikan	85
4.4.2 Rata-rata Prediksi dan Interval Kepercayaan.....	87
4.4.3 Hasil dan Analisis Eksperimen Konfirmasi	88
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
UCAPAN TERIMA KASIH	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen mesin FDM	12
Gambar 2.2	Skema Pengujian Bending	20
Gambar 3.1	3D <i>Printer</i> Prusa-i3	32
Gambar 3.2	Kunci L.....	32
Gambar 3.3	<i>Toolset</i>	33
Gambar 3.4	Pinset.....	34
Gambar 3.5	<i>Masking Tape</i>	34
Gambar 3.6	<i>Digital Caliper</i>	35
Gambar 3.7	Spesifikasi Lenovo G410	36
Gambar 3.8	<i>Software</i> Inventor Profesional 2015.....	37
Gambar 3.9	Slic3r Prusa Edition.....	38
Gambar 3.10	Repetier-Host V2.0.5.....	38
Gambar 3.11	Minitab 18	39
Gambar 3.12	<i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	39
Gambar 3.13	Filament ABS.....	41
Gambar 3.14	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 3.15	Desain CAD spesimen	46
Gambar 3.16	Pengaturan <i>Extrusion Width</i>	47
Gambar 3.17	Pengaturan <i>Nozzle Temperature</i>	48
Gambar 3.18	Pengaturan <i>feed rate</i>	49
Gambar 3.19	Proses <i>Slicer</i>	50
Gambar 3.20	Hasil Proses <i>Slicer</i>	50
Gambar 3.21	Pengukuran Spesimen ISO 178:2010	52
Gambar 3.22	Proses Pengujian Bending.....	52
Gambar 3.23	Titik Tumpu Uji Bending.....	53
Gambar 4.1	Desain Dimensi Spesimen.....	57
Gambar 4.2	Proses Pengujian Bending.....	59

Gambar 4.3	Spesimen Hasil Uji Bending	59
Gambar 4.4	Kurva F_{max} Percobaan 3 dan 4.....	61
Gambar 4.5	Grafik <i>Versus Fit</i> Nilai Kekuatan Lentur.....	63
Gambar 4.6	Grafik <i>Normal probability</i> nilai Kekuatan Lentur	63
Gambar 4.7	Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>width</i>	66
Gambar 4.8	Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>Length Overall</i>	67
Gambar 4.9	Grafik <i>main effect plot</i> SNR dimensi <i>Thickness</i>	68
Gambar 4.10	Grafik <i>main effect plot</i> SNR Kekuatan Lentur.....	69
Gambar 4.11	Foto Makro Area Patahan	81
Gambar 4.12	Pengaruh <i>Extrusion Width</i> Terhadap Dimensi <i>Error</i>	84
Gambar 4.13	Spesimen Hasil Pengujian Eksperimen Konfirmasi	89
Gambar 4.14	Kurva F_{max} Spesimen Eksperimen Konfirmasi.....	90
Gambar 4.15	Foto Makro Patahan Spesimen Eksperimen Konfirmasi	91
Gambar 4.16	Diagram Batang Perbandingan Nilai Kekuatan Lentur.....	92
Gambar 4.17	Diagram Batang Perbandingan Nilai Standar Deviasi	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Data Sheet</i> Karakteristik Filament ABS	18
Tabel 2.2	Kelebihan dan Kekurangan Uji Lentur <i>Three Point</i> dan <i>Four Point</i>	21
Tabel 3.1	Spesifikasi 3D <i>Printer</i> Prusa-i3	31
Tabel 3.2	Spesifikasi Alat Uji Bending <i>JTM</i> 2000kgf.....	40
Tabel 3.3	<i>Data Sheet of Robori 3D Filament</i>	44
Tabel 3.4	Matrik Ortogonal $L_9 (3^3)$	45
Tabel 3.5	Dimensi Spesimen ISO 178:2010.....	52
Tabel 4.1	Desain Faktorial Matrik Ortogonal $L_9 (3^3)$	55
Tabel 4.2	Rata-Rata Massa dan Waktu Pencetakan.....	56
Tabel 4.3	Data Hasil Pengukuran Dimensi Spesimen	58
Tabel 4.4	Nilai <i>Fmax</i>	60
Tabel 4.5	Data Hasil Perhitungan <i>Flexural Strength</i>	62
Tabel 4.6	<i>Data Sheet Flexural Strength</i> Filament e-sun.....	64
Tabel 4.7	Respon SNR Dimensi <i>width</i>	66
Tabel 4.8	Respon SNR Dimensi <i>Length Overall</i>	67
Tabel 4.9	Respon SNR Dimensi <i>Thickness</i>	68
Tabel 4.10	Respon SNR Dimensi Kekuatan Lentur	69
Tabel 4.11	Persen Kontribusi Parameter Terhadap Dimensi <i>Widht</i>	76
Tabel 4.12	Persen Kontribusi Parameter Terhadap Dimensi <i>Length Overall</i>	77
Tabel 4.13	Persen Kontribusi Parameter Terhadap Dimensi <i>Thickness</i>	77
Tabel 4.14	Persen Kontribusi Parameter Terhadap Dimensi <i>Flexural Strength</i>	78
Tabel 4.15	Level Proses Parameter Optimal Analisis SNR.....	79
Tabel 4.16	Proses Parameter Optimal Analisis SNR.....	80
Tabel 4.17	Proses Parameter Optimal Analisis ANOVA	80
Tabel 4.18	Data Dimensi <i>Error</i>	83
Tabel 4.19	Level Parameter Proses Optimal Kekuatan Lentur.....	85
Tabel 4.20	Hasil Analisis ANOVA Akhir	86

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Bending Eksperimen Konfirmasi	89
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Bending Eksperimen Konfirmasi	93

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
ISO	: <i>International Organization for Standardization</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>
ABS	: <i>Acronitrile Butadiene Styrene</i>
SNR	: <i>Signal to Noise Ratio</i>
Sq	: <i>Sum of Squares</i>
Wo	: <i>Width</i>
Lo	: <i>Length Overall</i>
T	: <i>Thickness</i>
FS	: <i>Flexural Strength</i>
α	: <i>Alpha-error</i>
$\rho\%$: <i>Persen Kontribusi</i>
σ_{fM}	: <i>Kekuatan Lentur</i>
μ	: <i>Rata-Rata Prediksi</i>