

**OPTIMASI PARAMETER MESIN 3D *PRINTER* FDM UNTUK
MENGHASILKAN *ERROR* DIMENSI TERKECIL DAN KEKERASAN
PERMUKAAN TERTINGGI PADA MATERIAL PETG**

Skripsi

Program Studi Teknik Industri (S-1)



Oleh

Nila Fitri Anggraeni

182105011

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI (S-1)
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
YOGYAKARTA
2024**

SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER MESIN 3D *PRINTER* FDM UNTUK MENGHASILKAN *ERROR* DIMENSI TERKECIL DAN KEKERASAN PERMUKAAN TERTINGGI PADA MATERIAL PETG

dipersiapkan dan disusun oleh

Nila Fitri Anggraeni
NPM. 182105011

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 16 Januari 2024

Dewan Penguji

Penguji I

Maria Gratiana Dian Jatiningsih, S.T., M.Sc.
NIDN : 0521039501

Penguji II

Grita Supriyanto Dewi, S.T., M.Sc.
NIDN. 0512029402

Dosen Pembimbing Utama

Ibnu Abdul Rosid, S.T., M.Sc.
NIDN. 0510079301

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada Program Studi Teknik Industri (S-1)

Tanggal, 16 Januari 2024

Ketua Program Studi Teknik Industri (S-1)
Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi
Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

Ibnu Abdul Rosid, S.T., M.Sc.
NPP. 2021.13.0172

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan ini, adalah mahasiswa Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta,

Nama : Nila Fitri Anggraeni
NPM : 182105011
Program Studi : Teknik Industri (S-1)
Judul Tugas Akhir : Optimasi Parameter Mesin 3D *Printer* FDM Untuk
Menghasilkan *Error* Dimensi Terkecil Dan Kekerasan
Permukaan Tertinggi Pada Material PETG

Menyatakan bahwa hasil penelitian dengan judul tersebut di atas adalah asli karya saya sendiri dan bukan hasil plagiarisme. Semua referensi dan sumber terkait yang dikutip dalam karya ilmiah ini telah ditulis sesuai kaidah penulisan ilmiah yang berlaku. Dengan ini, saya menyatakan untuk menyerahkan hak cipta penelitian kepada Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta guna kepentingan ilmiah.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak mana pun. Apabila terdapat kekeliruan atau ditemukan adanya pelanggaran akademik di kemudian hari, maka saya bersedia menerima konsekuensi yang berlaku sesuai ketentuan akademik.

Yogyakarta, 16 Januari 2024



Nila Fitri Anggraeni

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul: “Optimasi Parameter Mesin 3D *Printer* FDM Untuk Menghasilkan *Error* Dimensi Terkecil Dan Kekerasan Permukaan Tertinggi Pada Material PETG”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Program Studi S-1 Teknik Industri Fakultas Teknik & Teknologi Informasi Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta. Laporan ini dapat diselesaikan atas bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis dengan rendah hati mengucapkan terima kasih dengan setulus-tulusnya kepada:

1. Ayah, ibu, dan adik saya yang telah memberikan dukungan semangat serta doa restu kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan studi saya.
2. Bapak Aris Wahyu Murdiyanto, S.Kom., M.Cs. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
3. Bapak Ibnu Abdul Rosid, M.Sc. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Industri Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, juga selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Para dosen yang telah memberikan banyak bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
5. Seseorang dengan NIM 042978685 yang telah menemani, memberikan motivasi, dorongan dan telah berkontribusi banyak dalam perjalanan proses studi penulis.
6. Rekan-rekan mahasiswa S-1 Teknik Industri di Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta yang sudah memberi dukungan dan kerja sama selama pembuatan tugas akhir.

7. Terakhir, terima kasih kepada diri saya sendiri telah mampu berjuang sampai titik ini. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini melewati banyak rintangan yang tak tertebak adanya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu dengan segala kerendahan hati penulis sangat menghargai adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang bersedia meluangkan waktu untuk membaca laporan tugas akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2024

Nila Fitri Anggraeni

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan dan Asumsi	5
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Teknologi 3D Printing	10
2.2.2 FDM (<i>Fused Deposition Modeling</i>)	10
2.2.3 PETG (<i>Polyethylene terephthalate Glycol</i>).....	10
2.2.4 <i>Design of Experiments</i>	11
2.2.5 2^k Factorial Design.....	11
2.2.6 Error Dimensi	11
2.2.7 Kekerasan Permukaan.....	11

2.2.8 Uji Kekerasan	12
2.2.9 ANOVA	12
2.2.10 Analisis Regresi	14
2.2.11 Uji Normalitas	14
2.2.12 Uji Konfirmasi	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Objek Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3 Tahapan Penelitian.....	19
BAB 4 hasil dan pembahasan.....	28
4.1 Hasil Cetak	28
4.2 Analistik Statistik.....	30
4.2.1 Analisis Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Variabel Respon	30
4.2.2 Penentuan Model Regresi.....	34
4.2.3 Uji Distribusi Normal	35
4.3 Optimasi kombinasi faktor untuk respon <i>error</i> dimensi terkecil dan nilai kekerasan tertinggi	37
4.4 Uji Konfirmasi	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pengujian kekerasan dengan Durometer	12
Gambar 3.1 Dimensi Desain Spesimen.....	16
Gambar 3.2 Mesin 3D <i>Printer FDM</i>	17
Gambar 3.3 Jangka Sorong	17
Gambar 3.4 <i>Shore D Hardness Tester (Durometer)</i>	18
Gambar 3.5 Tahapan Penelitian	19
Gambar 3.6 Desain Spesimen	21
Gambar 3.7 Isian Pola <i>Cubic</i>	22
Gambar 3.8 Isian Pola <i>Triangles</i>	22
Gambar 3.9 Isian Pola <i>Cubic Subdivision</i>	22
Gambar 3.10 Isian Pola <i>Lines</i>	22
Gambar 3.11 Isian Pola <i>Zig-zag</i>	23
Gambar 3.12 Titik Pengukuran	24
Gambar 3.13 Proses Pengukuran Spesimen	26
Gambar 4.1 Hasil Cetak Spesimen.....	28
Gambar 4.2 Grafik <i>Probability Plot Residual Error Dimensi x</i>	36
Gambar 4.3 Grafik <i>Probability Plot Residual Error Dimensi y</i>	36
Gambar 4.4 Grafik <i>Probability Plot Residual Error Dimensi z</i>	36
Gambar 4.5 Grafik <i>Probability Plot Residual Kekerasan Permukaan</i>	37
Gambar 4.6 Hasil Kombinasi Optimasi	38
Gambar 4.7 Perbandingan <i>Error Dimensi Hasil DoE dengan Hasil Optimasi</i>	39
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Kekerasan Permukaan Hasil DoE dengan Hasil Optimasi.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
Tabel 2.2 ANOVA untuk 2 ^k Factorial (Montgomery, 2009)	13
Tabel 3.1 Faktor Proses Cetak	21
Tabel 3.2 Respon Hasil Cetak.....	21
Tabel 3.3 <i>Pilot Study</i>	23
Tabel 3.4 Nilai Faktor dan Level.....	24
Tabel 3.5 <i>Design of Experiment</i>	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran <i>Error Dimensi</i>	29
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kekerasan Permukaan	30
Tabel 4.3 ANOVA <i>Error Dimensi x</i>	31
Tabel 4.4 ANOVA <i>Error Dimensi y</i>	32
Tabel 4.5 ANOVA <i>Error Dimensi z</i>	33
Tabel 4.6 ANOVA Kekerasan Permukaan	33
Tabel 4.7 Nilai R-Square.....	35
Tabel 4.8 <i>P-Value Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Test</i>	37
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Optimasi Spesimen.....	38
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil DoE dengan Hasil Optimasi.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Ijin Peminjaman Fasilitas Laboratorium.....	46
Lampiran 2. Hasil Cetak Spesimen DoE.....	47
Lampiran 3. Hasil Cetak Spesimen Optimasi.....	50
Lampiran 4. <i>Pilot Study</i>	51
Lampiran 5. Perhitungan <i>Error Dimensi</i> Spesimen DoE	52
Lampiran 6. Perhitungan Kekerasan Permukaan Spesimen DoE.....	53
Lampiran 7. Perhitungan <i>Error Dimensi</i> Spesimen Optimasi	54
Lampiran 8. Perhitungan Kekerasan Permukaan Spesimen Optimasi.....	54
Lampiran 9. Kartu Bimbingan Skripsi	55
Lampiran 10. Jadwal Penelitian.....	56
Lampiran 11 Hasil Cek Plagiarisme	56

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Alpa
β	: Koefisien Regresi
ε	: <i>Error Term</i>
k	: Faktor
x	: Variabel Regresi
y	: Variabel Respon
$^{\circ}\text{C}$	: Derajat Celcius
3D	: 3 dimensi
ABS	: <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
CAD	: <i>Computer-Aided Design</i>
DF	: <i>Degree of Freedom</i>
DoE	: <i>Design of Experiment</i>
F-value	: Nilai F
FD	: <i>Fill Density</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modeling</i>
FP	: <i>Fill Pattern</i>
g/cm^3	: Gram per sentimeter cubic
GB	: <i>Gigabyte</i>
Kg	: Kilogram
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
Mm	: Millimeter
mm/s	: Millimeter per detik
MS	: <i>Mean Square</i>
P-value	: Nilai P
PLA	: <i>Polylactic Acid</i>
PETG	: <i>Polyethylene Terephthalate Glycol</i>
R-square	: Nilai Koefisien determinasi
RAM	: <i>Random Access Memory</i>
SS	: <i>Sum of Squares</i>
STL	: <i>StereoLithography</i>
TP	: <i>Temperature Printing</i>
TPU	: <i>Thermoplastic Polyurethane</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>