

1. *Design and Manufacturing Engineering*
2. *Quality and Reliability Engineering*

**OPTIMASI KUALITAS CETAKAN 3D DENGAN FILAMEN POLYETHYLENE
TEREPHTHALATE GLYCOL (PETG)**

TUGAS AKHIR



JOHANNES JORDAN NAUOLIM
200610619

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

OPTIMASI KUALITAS CETAKAN 3D DENGAN FILAMEN POLYETHYLENE TEREPHTHALATE GLYCOL
(PETG)

yang disusun oleh

Johannes Jordan Nauolim

200610619

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 15 Juli 2025

Dosen Pembimbing 1	: Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., IPU.	Keterangan Telah Menyetujui
Tim Penguji Penguji 1	: Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., IPU.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: F. Edwin Wiranata, S.Pd., M.Sc.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 15 Juli 2025

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Johannes Jordan Nauolim

NPM : 2006 10619

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Optimasi Kualitas Cetakan 3D dengan Filamen Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2023/2024 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 23 Januari 2025

Yang menyatakan,

A yellow rectangular stamp with the text "10000" and "METERAI TEMPORER" is visible. A handwritten signature in black ink is written over the stamp. The signature appears to be "Johannes Jordan Nauolim".

Johannes Jordan Nauolim



Kepada Yth:

Bp. DR. A. Teguh Siswanto, M. Sc.

Dekan

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Jalan Babarsari 43 Yogyakarta, 55281

Dengan hormat,

Sehubungan dengan pengajuan permohonan penelitian yang diajukan oleh Sdr. Johannes Jordan Nauolim untuk keperluan penyusunan tugas akhir di CV. Maju Kawan Technindo Sidoarjo, kami menyatakan bahwa:

Nama Mahasiswa/NPM : Johannes Jordan Nauolim / 200610619

Program Studi : Teknik Industri

Perguruan Tinggi : Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Judul Penelitian : Optimasi Parameter 3D Printing dengan Material Polyethylene

Terephthalate Glycol (PETG)

Maka dengan ini kami menyatakan **SETUJU** untuk memberikan izin kepada mahasiswa tersebut untuk melaksanakan penelitian di CV. Maju Kawan Technindo. Penelitian akan berlangsung pada periode 7 Agustus 2023 sampai selesai, di lokasi perusahaan dengan alamat:

Nama DU/DI : CV. Maju Kawan Technindo

Alamat Lengkap : Jl. Rambutan III Blok B8, Pranti, Sedati Agung, Sidoarjo

Selama pelaksanaan penelitian, mahasiswa akan melaksanakan proyek sesuai bidangnya dan mendapatkan bimbingan dari pihak terkait di perusahaan. Kami berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kedua belah pihak.

Demikian surat keterangan penelitian ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Fortino Tan

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "Optimasi Parameter 3D Printing dengan Material Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)." Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penelitian ini berfokus pada optimasi parameter cetak untuk meningkatkan akurasi dan presisi kualitas permukaan hasil cetakan 3D.

Saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung selama proses penyelesaian tugas akhir ini:

1. Orang tua saya, yang selalu memberikan dukungan moral, doa, dan semangat dalam setiap langkah yang saya tempuh.
2. Dosen pembimbing, Prof. Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, ST., MT., atas bimbingan, arahan, dan motivasi selama penelitian ini berlangsung.
3. Dosen Penguji 1, Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T., atas masukan dan evaluasi yang sangat membantu dalam penyempurnaan laporan ini.
4. Dosen Penguji 2, F. Edwin Wiranata, S.Pd., M.Sc., atas kritik dan saran yang membangun dalam proses seminar dan sidang.
5. Pak Fortino Tan dan Bu Lusi, yang telah membantu saya dalam kegiatan penelitian di CV. Maju Kawan Technindo.
6. Teman-teman saya, yang selalu mendukung dan menemani saya selama perjalanan ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat, baik bagi saya pribadi maupun bagi perkembangan teknologi 3D printing di masa yang akan datang. Saya menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, saya sangat terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 23 Januari 2025

Johannes Jordan Nauolim

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	<i>Cover</i>	i
	HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
	PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
	SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iv
	KATA PENGANTAR	v
	DAFTAR ISI	vi
	DAFTAR GAMBAR	viii
	DAFTAR TABEL.....	ix
	DAFTAR LAMPIRAN	x
	INTISARI	xi
1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang.....	1
	1.2. Penelusuran Masalah	3
	1.3. Rumusan Masalah	7
	1.4. Tujuan Penelitian	8
	1.5. Batasan Masalah	8
2	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	9
	2.1. Tinjauan Pustaka	9
	2.2. Dasar Teori	15
	2.2.1. 3D <i>Printing</i>	15
	2.2.2. <i>Materials</i>	16
	2.2.3. Jenis Mesin 3D <i>Printing</i>	22
	2.2.4. Optimasi Parameter	27
	2.2.5. Kualitas Hasil Cetak	31
	2.2.6. Metode Eksperimen	32
3	ANALISIS AKAR MASALAH DAN PEMILIHAN ALTERNATIF SOLUSI	34
	3.1. Analisis Akar Masalah	34
	3.2. Pengembangan Alternatif Solusi	37
	3.3. Analisis dan Pemilihan Alternatif Solusi.....	39
	3.4. Identifikasi dan Pemilihan Metode Penelitian	43
	3.4.1. Langkah Penelitian.....	46
	3.4.2. Tools yang Digunakan	48

4	METODOLOGI PENELITIAN	49
	4.1. Pendekatan Penelitian	49
	4.2. Desain Penelitian	49
	4.3. Pendekatan <i>Design Thinking</i>	49
	4.3.1. <i>Emphathize</i>	49
	4.3.2. <i>Define</i>	50
	4.3.3. <i>Ideate</i>	50
	4.3.4. <i>Prototype</i>	51
	4.3.5. <i>Test</i>	51
	4.4. Instrumen Penelitian	54
	4.5. Prosedur Pengumpulan Data	54
	4.6. Analisis Data	55
5	HASIL DAN PEMBAHASAN	57
	5.1. Menyiapkan Spesimen	57
	5.2. <i>Design of Experiments</i>	59
	5.3. <i>Tensile Test</i>	65
	5.4. Mengolah Hasil <i>Test</i>	67
	5.4.1. <i>ANOVA Two Factor with Replication</i>	67
	5.4.2. <i>S/N Ratio Bigger is Better</i>	68
	5.5. Pembahasan Hasil <i>Tensile Test</i>	69
	5.6. Uji Validitas	70
6	PENUTUP	75
	6.1. Kesimpulan	75
	6.2. Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA	xii
	LAMPIRAN	xiv

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	JUDUL	HAL
2.1	Parameter dan Komposisi Material PLA.....	18
2.2	Parameter dan Komposisi Material PCL	19
2.3	Parameter dan Komposisi Material PCL 2.....	19
2.4	Parameter dan Komposisi Material PCL 3.....	20
2.5	<i>Stereolithography Apparatus</i> (SLA).....	23
2.6	<i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM).....	24
2.7	<i>Digital Light Processing</i> (DLP)	26
2.8	<i>PolyJett Printing</i> (PPP).....	27
2.9	<i>Printing</i> Parameter dan Komposisi Material PLA.....	29
2.10	<i>Printing</i> Parameter dan Komposisi Material PLA 2	30
2.11	<i>Printing</i> Parameter dan Komposisi Material PCL.....	30
3.1	Pengukuran Hasil Cetakan dengan Menggunakan Material PETG.....	34
3.2	<i>Fishbone</i> Diagram.....	35
3.3	Diagram Interrelasi.....	36
3.4	P-Diagram.....	47
4.1	Contoh Hasil Cetakan yang Konsisten	52
4.2	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	53
5.1	Hasil Cetak 3D pada Suhu 225°C	60
5.2	Hasil Cetak 3D pada Suhu 235°C	60
5.3	Hasil Cetak 3D pada Suhu 245°C	61
5.4.	Ukuran Spesimen ASTM D638 Tipe IV	61
5.5	<i>Main Effects Plot for S/N Ratios</i>	69
5.6	Sampel 1 Uji Validitas	72
5.7	Sampel 2 Uji Validitas	73
5.8	Sampel 3 Uji Validitas	73

DAFTAR TABEL

TABEL	JUDUL	HAL
2.1	Hasil Tinjauan Pustaka.....	14
3.1	Pengembangan Alternatif Solusi	38
3.2	Analisis dan Pemilihan Alternatif Solusi.....	40
3.3	Identifikasi dan Pemilihan Metode Penelitian	44
5.1	<i>FDM 3D Printing Process Parameters</i>	58
5.2	<i>Fixed Process Parameters</i>	58
5.3	Faktor dan Level	59
5.4	Kombinasi Parameter Proses.....	60
5.5	Notasi pada Tabel Pengukuran Dimensi Spesimen	62
5.6	Data Hasil Pengukuran Dimensi Panjang Keseluruhan.....	62
5.7	Data Hasil Pengukuran Dimensi Lebar Keseluruhan.....	63
5.8	Data Hasil Pengukuran Dimensi Lebar Area Patahan	63
5.9	Data Hasil Pengukuran Dimensi Tebal Spesimen	64
5.10	Data Hasil Pengukuran Dimensi <i>Gauge Length</i>	64
5.11	Nilai <i>Peak Load</i> dan <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS)	66
5.12	Grup Analisis <i>ANOVA Two Factor with Replication</i>	67
5.13	Hasil Analisis <i>ANOVA Two Factor with Replication</i>	68
5.14	<i>S/N Ratio Results</i>	68
5.15	<i>Average Performance of S/N Ratio for Print Speed</i>	69
5.16	<i>Average Performance of S/N Ratio for Temperature</i>	69
5.17	Data Hasil Pengukuran Dimensi Panjang Keseluruhan Uji...	71
5.18	Data Hasil Pengukuran Dimensi Lebar Keseluruhan Uji.....	71
5.19	Data Hasil Pengukuran Dimensi Lebar Area Patahan Uji	72
5.20	Data Hasil Pengukuran Dimensi Tebal Spesimen Uji	72
5.21	Data Hasil Pengukuran Dimensi <i>Gauge Length</i> Uji	72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	JUDUL	HAL
1	Bukti Persetujuan Dosen Pembimbing	xiv
2	Lembar Bimbingan Mahasiswa dengan Calon Dosen Pembimbing.....	xv
3	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 40_225.....	xvi
4	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 40_235.....	xvii
5	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 40_245.....	xviii
6	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 50_225.....	xix
7	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 50_235.....	xx
8	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 50_245.....	xxi
9	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 60_225.....	xxii
10	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 60_235.....	xxiii
11	Grafik Hasil <i>Tensile Test</i> Kombinasi 60_245.....	xxiv
12	Dokumentasi Penelitian	xxv

INTISARI

Permasalahan kualitas permukaan pada produk 3D *printing* berbahan *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) menjadi tantangan utama di CV. Maju Kawan Technindo. Kualitas cetakan yang kurang akurat dan presisi memengaruhi hasil akhir produk, sehingga diperlukan optimasi parameter cetak untuk memenuhi standar kualitas. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas permukaan cetakan melalui metode optimasi parameter menggunakan pendekatan Taguchi.

Metode eksperimen desain Taguchi diterapkan dengan dua faktor utama, yaitu kecepatan cetak dan suhu cetak, yang masing-masing terdiri dari tiga level. Pengujian dimulai dengan pengukuran dimensi spesimen hasil cetak berdasarkan standar ASTM D638 tipe IV. Setelah analisis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar dimensi sampel, pengujian lanjutan berupa *tensile test* dilakukan untuk menentukan parameter cetak yang optimal.

Hasil penelitian menunjukkan kombinasi optimal kecepatan cetak 50 mm/s dan suhu 225°C menghasilkan kualitas permukaan yang presisi dan akurat. Pengujian lanjutan terhadap 27 spesimen menunjukkan parameter ini meningkatkan kualitas hasil cetakan 3D secara keseluruhan.

Kata kunci: 3D printing, PETG, optimasi, Taguchi, kualitas