

**PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP DIMENSI
CASING GEAR DENGAN PRODUKSI MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI 3D PRINTER DLP (*DIGITAL LIGHT PROCESS*)**

TUGAS AKHIR



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Program Diploma IV TMPP Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
Nanda Yusril Mahendra
061640211842**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK MESIN
PALEMBANG
2020**

**PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP DIMENSI
CASING GEAR DENGAN PRODUKSI MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI 3D PRINTER DLP (*DIGITAL LIGHT PROCESS*)**



TUGAS AKHIR

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Tugas Akhir
DIV TMMP – Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

**Drs. Muchtar Ginting, M. T.
NIP. 195505201984031001**

**Dicky Seprianto, S.T., M.T.
NIP. 197709162001121001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Ir. Sairul Effendi, M.T.
NIP. 196309121989031005**

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Nanda Yusril Mahendra
NPM : 061640211842
Konsentrasi Studi : D-IV TMPP
Judul Skripsi : Pengaruh Parameter Proses Terhadap Dimensi *Casing Gear* dengan Produksi Menggunakan Teknologi 3D printer DLP (*Digital Light Process*)

**Telah selesai diuji, direvisi dan diterima sebagai
Bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi pada
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

Penguji:

Tim Penguji: 1. Drs. Muchtar Ginting, M. T. ()
2. Dicky Seprianto, S.T., M.T. ()
3. Dwi Arnoldi, S.T., M.T ()
4. M. Rasid, S.T., M.T. ()
5. Indra HB, S.T., M.T. ()

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Ir. Sairul Effendi, M.T. ()

Ditetapkan di : Palembang
Tanggal : 25 Agustus 2020

HALAMAN MOTTO & PERSEMBAHAN

“Bekerja keras dan berbuat baiklah, hal luar biasa akan terjadi”

“Pilihan terbaik adalah pilihan yang dipertanggung jawabkan”

Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk

Ayah, terima kasih atas limpahan kasih sayang dan support terbaik kepada anak-anaknya.

Ibu, terima kasih atas limpahan doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik.

Juga saudara-saudara serta keluargaku yang selalu mendukung dan memberi bantuan selama ini.

Terkhusus untuk dosen pembimbing bapak Drs. Muchtar Ginting, M. T. dan bapak Dicky Seprianto, S.T., M.T. terima kasih atas masukan dan arahan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.

Terima kasih kuucapkan kepada kakak tingkat kami selaku alumni yaitu Dicky Pratama Putra S.Tr.T. yang telah banyak membantu dan mengarahkan kami dalam penyelesaian tugas akhir kami ini.

Terimakasih juga kuucapkan untuk partnerku Nurhidayat dan Triawan Cahya Persada yang telah bekerja sama dalam penyelesaian tugas akhir.

Terima kasih kuucapkan juga kepada teman sejawat saudara seperjuangan Jurusan Teknik Mesin khususnya Program Studi Produksi dan Perawatan '16 Politeknik Negeri Sriwijaya, teman sekelas 8PPB yang selalu bersama selama 4 tahun, terima kasih atas gelak tawa dan solidaritas yang luar biasa sehingga membuat hari-hari semasa kuliah lebih berarti.

Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan diberikan kemudahan dalam segala hal, amin.

ABSTRAK

PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP DIMENSI CASING GEAR DENGAN PRODUKSI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI 3D PRINTER DLP (*DIGITAL LIGHT PROCESS*)

(2020: xvi + 89 Hal. + 39 Gambar + 13 Tabel + 8 Lampiran)

NANDA YUSRIL MAHENDRA

061640211842

D IV TMPP JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Perkembangan teknologi di dunia sekarang ini sudah mengalami kemajuan yang sangat pesat salah satu diantara banyaknya kemajuan teknologi yang ada pada saat ini adalah DLP (*Digital Light Processing*) 3D *printing*. Teknologi ini adalah solusi untuk memenuhi permintaan produk yang bersifat *custom design*. Selain itu, DLP 3D *printer* digunakan sebagai mesin cetak yang fungsional sehingga hasil produk DLP ini dapat langsung digunakan oleh konsumen. Pada penelitian ini penulis akan membuat objek yaitu salah satu komponen permesinan yaitu *casing gearbox*. Disini penulis akan menganalisa pengaruh parameter *exposure time* dengan variasi 5 second, 10 second, dan 15 second dan parameter *off time* dengan variasi 1 second, 3 second, 4 second, serta interaksi keduanya dengan pencetakan menggunakan mesin 3D *printer DLP (Digital Light Process)* terhadap dimensi benda yang dicetak. Disini penulis dalam proses penelitian menggunakan ASTM D955 dengan Ukuran 40mm x 12,7mm x 3,2mm dengan material *fluida resin photopolymer*. Penggunaan ASTM D955 ini diperuntukkan untuk memudahkan proses penelitian pengukuran pada hasil cetak dari mesin 3D *printer DLP*. Setelah didapat parameter optimal barulah pencetakan *casing gearbox* akan diproses. Kemudian data hasil pengujian pengukuran diolah menggunakan metode ANOVA dengan tipe desain *multilevel categoric* dengan 3 replikasi yang dimodelkan menggunakan *software design expert* versi 10. Hasil Analisa yang didapat menunjukkan bahwa parameter yang paling berpengaruh adalah factor interaksi antara parameter *exposure time* dan parameter *off time* terhadap dimensi pada benda yang dicetak, dan kombinasi parameter yang paling optimal terdapat pada parameter *exposure time* 10 second dan *off time* 1 second dengan tingkat ketelitian sebesar 95%.

Kata kunci: 3DP DLP, ANOVA, *exposure time*, *off time*, *fluida resin photopolymer*

ABSTRACT

**THE THE EFFECT OF PROCESS PARAMETERS ON CASING GEAR
DIMENSIONS WITH PRODUCTION USING DLP (DIGITAL LIGHT
PROCESS) 3D PRINTER TECHNOLOGY
(2019: xiii + 54 PP.+ 39 FIGURES + 13 TABLES + 8 ATTACHMENTS)**

NANDA YUSRIL MAHENDRA

061640211842

D IV TMPP MECHANICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Technological developments in the world today have progressed very rapidly, one of the many technological advances currently available is DLP (Digital Light Processing) 3D printing. This technology is a solution to meet demand for custom design products. In addition, DLP 3D printers are used as functional printing machines so that the results of these DLP products can be directly used by consumers. In this study the author will create an object, which is one of the machining components, namely the gearbox casing. Here the author will analyze the effect of exposure time parameters with variations of 5 second, 10 second, and 15 second and off time parameters with variations of 1 second, 3 second, 4 second, as well as their interaction with printing using a DLP (Digital Light Process) 3D printer engine on dimensions of the object being printed. Here the authors in the research process using ASTM D955 with a size of 40mm x 12.7mm x 3.2mm with photopolymer resin fluid material. The use of ASTM D955 is intended to facilitate the research process of measuring the printed output of a DLP 3D printer. After obtaining the optimal parameters, then the gearbox casing printing will be processed. Then the measurement test data is processed using the ANOVA method with a categoric multilevel design type with 3 replications modeled using the expert design software version 10. The analysis results obtained show that the most influential parameter is the interaction factor between the exposure time parameter and the off time parameter to the dimensions in printed objects, and the most optimal combination of parameters are found in the parameters of exposure time of 10 seconds and off time of 1 second with an accuracy level of 95%.

Key words: 3DP DLP, ANOVA, exposure time, off time, fluida resin photopolymer

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahuwata'ala, atas segala rahmat, karunia dan rezeki-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini tepat pada waktunya . Adapun terwujudnya proposal tugas akhir ini adalah berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghanturkan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat proposal ini yaitu kepada:

1. Ayah dan Ibu serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Moch. Yunus, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi D-IV TMPP dan seluruh staf jurusan/prodi D-IV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Drs. Muchtar Ginting, M. T. sebagai pembimbing utama proposal tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis.
5. Bapak Dicky Seprianto, S.T., M.T. sebagai pembimbing pendamping proposal tugas akhir yang telah membimbing dan membantu penulis.
6. Sahabat-sahabatku dan teman-teman terbaikku kelas 8PPB yang telah berjuang bersama-sama.
7. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan proposal tugas akhir ini. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk kesempurnaan proposal tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga menjadi amal ibadah yang mendapat ganjaran pahala dari Allah Subhanahuwata'ala, Aamiin Aamiin Aamiin

Palembang, Agustus2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Motto & Persembahan.....	iv
Abstrak.....	v
<i>Abstract</i>	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Tujuan dan manfaat penelitian	2
1.3 Rumusan dan Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	11
2.3 <i>Rapid Prototyping</i>	11
2.4 <i>Digital Light Processing</i>	12
2.5 <i>Liquid Photopolymer Resin</i>	13
2.6 <i>Gearbox</i>	13
2.7 Desain Eksperimen.....	26
2.8 Parameter Proses.....	26
2.9 Pengukuran Dimensi.....	27
2.10 Metode Analisis.....	27

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	29
	3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
	3.2 Desain Alat Penelitian.....	29
	3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	30
	3.4 Metode Pengumpulan Data.....	31
	3.5 Proses Mendesaian Produk.....	31
	3.6 Proses Produksi Produk.....	34
	3.7 Proses Mendesain Spesimen.....	35
	3.8 Spesimen Pengukuran.....	39
	3.9 Langkah Pengukuran Spesimen.....	39
	3.10 <i>Analysis of Varians</i>	40
	3.11 <i>Static Quality Kontrol</i>	46
 BAB IV	 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 52
	4.1 Data Hasil Pengujian	52
	4.2 Analisa Pengaruh Menggunakan Metode Anova.....	52
	4.3 Optimasi Desain.....	90
	4.4 Pengolahan Data Menggunakan Metode SQC.....	91
 BAB V	 KESIMPULAN.....	 97
	5.1 Kesimpulan.....	97
	5.2 Saran.....	98
 DAFTAR PUSTAKA.....		 xv

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 <i>Spur Gear</i>	14
Gambar 2.2 Bagian Roda Gigi-gigi	17
Gambar 2.3 Shaft	18
Gambar 2.4 <i>Axle</i>	18
Gambar 2.5 <i>Spindle</i>	18
Gambar 2.6 <i>Lineshaft</i>	19
Gambar 2.7 <i>Jackshaft</i>	19
Gambar 2.8 <i>Flexible</i>	20
Gambar 2.9 Pasak Datar Segi Empat	22
Gambar 2.10 Pasak Datar Standar	22
Gambar 2.11 Pasak Tirus	22
Gambar 2.12 Pasak Bintang Lingkaran	23
Gambar 2.13 Pasak Bintang	23
Gambar 2.14 Pasak Bintang Lurus	23
Gambar 2.15 Pasak Bintang <i>Involute</i>	25
Gambar 2.16 Casing	26
Gambar 2.17 ASTM D955	27
Gambar 3.1 Diagram Alir	28
Gambar 3.2 Desain Alat	29
Gambar 3.3 Desain <i>Casing</i>	32
Gambar 3.4 <i>Assembling Bearing</i>	32
Gambar 3.5 <i>Assembling Poros</i>	33
Gambar 3.6 <i>Assembling Spurgear</i>	33
Gambar 3.7 Desain <i>Gearbox</i>	34
Gambar 3.8 Format.STL	34
Gambar 3.9 <i>Slice Settings</i>	35
Gambar 3.10 Desain Gambar Spesimen D955	36
Gambar 3.11 Format STL	36

Gambar 3.12 Ilustrasi File Setelah diinput	37
Gambar 3.13 <i>Slice Settings</i>	37
Gambar 3.14 Spesimen Pengukuran Dimensi	39
Gambar 3.15 Menentukan Metode	44
Gambar 3.16 <i>Categoric Factor</i>	45
Gambar 3.17 Menentukan Nama Faktor, Level dan Satuan yang Dipakai	45
Gambar 3.18 Menentukan Replicate	46
Gambar 3.19 Menentukan Response	46
Gambar 3.20 Tabel <i>Design</i>	47
Gambar 3.21 Grafik Batas Kontrol	51
Gambar 4.1 Spesimen Pengukuran Dimensi	53
Gambar 4.2 Spesimen Pengukuran Dimensi	59
Gambar 4.3 Grafik <i>Residual Independen</i> dari Nilai hasil	59
Gambar 4.4 Grafik Residual Identik dari Nilai Dimensi Panjang	63
Gambar 4.5 Grafik Residual Independen dari Nilai Dimensi Panjang	63
Gambar 4.6 Grafik Residual Distribusi Normal dari Nilai Dimensi Panjang	64
Gambar 4.7 Grafik Prediksi Vs Aktual dari Nilai Dimensi Panjang	64
Gambar 4.8 Grafik Interaksi Faktor Terhadap Dimensi Panjang	65
Gambar 4.9 Grafik 3D Pengaruh Faktor Terhadap Dimensi Panjang	66
Gambar 4.10 Grafik Residual Identik dari Nilai Dimensi Lebar	73
Gambar 4.11 Grafik Residual Independen dari Nilai Dimensi Lebar	73
Gambar 4.12 Grafik Residual Distribusi Normal dari Nilai Dimensi Lebar	74
Gambar 4.13 Grafik Prediksi Vs Aktual dari Nilai Dimensi Lebar	74
Gambar 4.14 Grafik Interaksi Faktor Terhadap Dimensi Lebar	75
Gambar 4.15 Grafik 3D Pengaruh Faktor Terhadap Dimensi Lebar	75
Gambar 4.16 Grafik Residual Identik dari Nilai Dimensi Tebal	83
Gambar 4.17 Grafik Residual Independen dari Nilai Dimensi Tebal	83
Gambar 4.18 Grafik Residual Distribusi Normal dari Nilai Dimensi Tebal	84
Gambar 4.19 Grafik Prediksi Vs Aktual dari Nilai Dimensi Tebal	84
Gambar 4.20 Grafik Interaksi Faktor Terhadap Dimensi Tebal	85
Gambar 4.21 Grafik 3D Pengaruh Faktor Terhadap Dimensi Tebal	85
Gambar 4.22 Data Optimum dari Masing-Masing Respon	86

Gambar 4.23 Level Optimum dari masing-masing faktor	86
Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengolahan Data menggunakan SQC	91

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Referensi	4
Tabel 2.2 Standar Ukuran Roda Gigi	14
Tabel 3.1 Alat Penelitian	30
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	31
Tabel 3.3 Variabel Tetap	38
Tabel 3.4 Variabel bebas	38
Tabel 3.5 Hasil Pengukuran dimensi	40
Tabel 3.6 ANOVA Table For Select Factorial Model	43
Tabel 3.7 Data Spesimen (Panjang, Lebar, dan Tebal)	47
Tabel 3.8 Pengolahan Data SQC	48
Tabel 3.9 Standar Deviasi	49
Tabel 3.10 Rumus Batas Control	50
Tabel 3.11 Format Excel untuk mencari batas-batas	51
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Dimensi (Panjang, lebar, dan tebal)	52
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Spesimen Menggunakan Metode Anova	54
Tabel 4.3 Rata-Rata, Standar Deviasi, Dan Rasio (Panjang)	55
Tabel 4.4 Pengelompokkan Data Hasil Pengukuran dimensi (Panjang)	56
Tabel 4.5 Analysis Of Variance (ANOVA) Dimensi Panjang	60
Tabel 4.6 Residual Nilai Dimensi Panjang	62
Tabel 4.7 Rata-Rata, Standar Deviasi, Dan Rasio (Lebar)	67
Tabel 4.8 Pengelompokkan Data Hasil Pengukuran dimensi (Lebar)	67
Tabel 4.9 Analysis Of Variance (ANOVA) Dimensi Lebar	70
Tabel 4.10 Residual Nilai Dimensi Lebar	72
Tabel 4.11 Rata-Rata, Standar Deviasi, Dan Rasio (Tebal)	76
Tabel 4.12 Pengelompokkan Data Hasil Pengukuran dimensi (Tebal)	77
Tabel 4.13 Analysis Of Variance (ANOVA) Dimensi Tebal	80
Tabel 4.14 Residual Nilai Dimensi Tebal Spesimen	82

Tabel 4.15 Optimasi Desain Terhadap Nilai Optimum dari Respon.....	87
Tabel 4.16 Hasil Pengukuran setelah dirata-ratakan.....	87
Tabel 4.17 Data setelah Dihitung rumus.....	88
Tabel 4.18 Pengolahan data rata-rata, simpangan baku, dan standar deviasi...	89
Tabel 4.19 Batas selang Keyakinan Rata-Rata Tiap Sampel.....	90

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pelaksanaan Revisi
- Lampiran 2 *Logbook* Pembimbing Utama
- Lampiran 3 *Logbook* Pembimbing Pendamping
- Lampiran 4 Lembar Rekomendasi
- Lampiran 5 Surat Pendamping Pengujian
- Lampiran 6 Desain *GearBox*
- Lampiran 7 Desain Alat 3D
- Lampiran 8 Desain Alat 2D
- Lampiran 9 Desain spesimen uji
- Lampiran 10 Tabel Distribusi F