



LAPORAN SKRIPSI

**ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI LURUS
DAN RODA GIGI MIRING MENGGUNAKAN
*ADDITIVE MANUFACTURING***

**ALAN DWI PRASETYO
NIM. 201954081**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
Qomaruddin, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MURIA KUDUS
JANUARI 2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI LURUS DAN RODA GIGI MIRING MENGGUNAKAN *ADDITIVE MANUFACTURING*

ALAN DWI PRASETYO

NIM. 201954081

Kudus, 24 Januari 2024

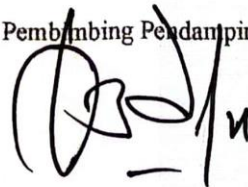
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
NIDN. 0612037201

Pembimbing Pendamping,



Qomaruddin, S.T., M.T.
NIDN. 0626097102

Mengetahui

Koordinator Skripsi



Ratri Rahmawati, S.T., M.Sc.

NIDN. 0613049403

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI LURUS DAN RODA GIGI MIRING MENGGUNAKAN *ADDITIVE MANUFACTURING*

ALAN DWI PRASETYO

NIM. 201954081

Kudus, 24 Januari 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji,



Dr. Sugeng Slamet, S.T., M.T.

NIDN. 0622067101

Anggota Penguji I,



Hera Setiawan, S.T., M.T.

NIDN. 0611066901

Anggota Penguji II,



Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.T.

NIDN. 0612037201

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rizki Darmanto, S.Kom., M.Cs

NIDN. 0608047901

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng.

NIDN. 0021087301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alan Dwi Prasetyo

NIM : 201954081

Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 9 Maret 2001

Judul Skripsi/Tugas Akhir* : Analisa Kekuatan Torsi Pada Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring Menggunakan *Additive Manufacturing*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 30 Januari 2024

Yang memberi pernyataan,



Alan Dwi Prasetyo
NIM. 201954081

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, yang berjudul “ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI LURUS DAN RODA GIGI MIRING MENGGUNAKAN *ADDITIVE MANUFACTURING*”. Penyusunan Skripsi/Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik (S.T.) pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus. Pelaksanaan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Darsono, M.Si., Rektor Universitas Muria Kudus.
2. Bapak Dr. Eko Darmanto, S.Kom., M.Cs selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
3. Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya, ST., M.Eng. selaku Kaprogdi Teknik Mesin Fakultas Teknik.
4. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Qomaruddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak Sugeng Slamet, S.T., M.T. selaku ketua penguji I yang telah memberikan masukan dan membantu dalam pemahaman pada aporan tugas akhir ini.
7. Bapak Hera Setiawan, S.T., M.T. selaku anggota penguji II yang telah memberikan masukan pada laporan tugas akhir ini.
8. Keluarga tercinta terutama orang tua dan keluarga yang selalu memberikan do'a, dukungan dan motivasi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Teman-teman seangkatan fakultas Teknik mesin yang telah memberi semangat dan selalu membantu dari setiap permasalahan.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan, dukungan, doa maupun semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan ini, karena itu penulis menerima kritik, saran, dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga buku tesis ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 26 September 2023



Alan Dwi Prasetyo

ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI LURUS DAN RODA GIGI MIRING MENGGUNAKAN *ADDITIVE MANUFACTURING*

Nama mahasiswa : Alan Dwi Prasetyo

NIM : 201954081

Pembimbing :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Qomaruddin, S.T., M.T.

RINGKASAN

Roda gigi sangat banyak digunakan sebagai elemen mesin untuk mentransmisikan daya dengan output yang beragam. Roda gigi banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pertanian, otomotif, dan manufaktur. Roda gigi yang akan diuji pada penelitian ini yaitu roda gigi lurus dan roda gigi miring. Material plastik yang digunakan yaitu ABS, PLA, dan *Nylon*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pada roda gigi lurus dan roda gigi miring terhadap pengujian torsi, serta membandingkan material plastik terhadap roda gigi lurus dan roda gigi miring.

Pada penelitian ini pemodelan 3D roda gigi lurus dan roda gigi miring didesain menggunakan *software Autodesk Fusion 360* yang kemudian dicetak dengan mesin 3D *Printing* menggunakan material plastik berbeda ABS, PLA, dan *Nylon*. Hasil cetakan akan dilakukan pengujian kekuatan Torsi. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dengan jenis eksperimen. Dengan itu perlu dilakukan pengujian torsi tanpa gesekan statis.

Hasil dari penelitian ini roda gigi lurus dan roda gigi miring berdasarkan jenis roda gigi, Roda gigi lurus material plastik PLA memiliki nilai rata-rata paling tinggi yaitu 21.119,1 N.mm, Sedangkan jenis roda gigi miring memiliki nilai rata-rata paling tinggi 14.447,65 N.mm. Berdasarkan hasil pengujian roda gigi lurus dan roda gigi miring dengan jenis material plastik ABS, PLA, dan *Nylon*. Pada material plastik ABS roda gigi lurus memiliki nilai rata-rata 12.727,75 N.mm dan roda gigi miring nilai rata-rata 11.529,7 N.mm. PLA roda gigi lurus memiliki nilai rata-rata 21.119,1 N.mm dan roda gigi miring nilai rata-rata 14.447,65 N.mm. *Nylon* roda gigi lurus memiliki nilai rata-rata 5.788,12 N.mm dan roda gigi miring nilai rata-rata 6.066,2 N.mm.

Kata kunci : Roda Gigi, Manufaktur Additif, Torsi

TORQUE STRENGTH ANALYSIS OF STRAIGHT GEARS AND BELT GEARS USING ADDITIVE MANUFACTURING

Student Name : Alan Dwi Prasetyo

Student Identity Number : 201954081

Supervisor :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Qomaruddin, S.T., M.T.

ABSTRACT

Gears are widely used as machine elements to transmit power with various outputs. Gears are widely used in various fields such as agriculture, automotive and manufacturing. The gears that will be tested in this research are straight gears and bevel gears. The plastic materials used are ABS, PLA and Nylon. This research aims to compare straight gears and bevel gears for torque testing, as well as comparing plastic materials for straight gears and bevel gears.

In this research, 3D modeling of straight gears and bevel gears was designed using Autodesk Fusion 360 software which was then printed with a 3D printing machine using different plastic materials ABS, PLA and Nylon. The mold results will be tested for torsional strength. The research method used is a quantitative method with an experimental type. Therefore, it is necessary to test the torque without static friction.

The results of this research are straight gears and bevel gears based on gear type. Straight gears made of PLA plastic material have the highest average value, namely 21,119.1 N.mm, while the bevel gear type has the highest average value of 14,447.65 N.mm. Based on test results of straight gears and bevel gears with ABS, PLA and Nylon plastic materials. In ABS plastic material, straight gears have an average value of 12,727.75 N.mm and bevel gears have an average value of 11,529.7 N.mm. The PLA of straight gears has an average value of 21,119.1 N.mm and bevel gears has an average value of 14,447.65 N.mm. Nylon straight gears have an average value of 5,788.12 N.mm and bevel gears have an average value of 6,066.2 N.mm.

Keywords : Gears, Additictif Manufacturing, Torque

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Roda Gigi	4
2.2. Macam-Macam Roda Gigi.....	4
2.2.1. Roda Gigi Lurus	4
2.2.2. Roda Gigi Miring	5
2.2.3. Roda Gigi Kerucut	5
2.2.4. Roda Gigi Cacing	6
2.2.5. Roda Gigi Dalam.....	6
2.3. Fungsi Roda Gigi	7
2.4. Gaya	7
2.5. Torsi	7
2.6. Mesin 3D Printer	8
2.7. Manufaktur Additive	9
2.8. Jenis-Jenis Metode 3D Printer.....	12

2.8.1. <i>Stereolithography (SLA)</i>	12
2.8.2. <i>Fused Deposition Modeling (FDM)</i>	13
2.8.3. <i>Selective Laser Sintering (SLS)</i>	14
2.8.4. <i>Laminated Object Manufacturing (LOM)</i>	15
2.8.5. <i>Digital Light Processing (DLP)</i>	15
2.9. Material Filament	16
2.7.1. Filament ABS (<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>).....	16
2.7.2. Filament PLA (<i>Polylactic Acid</i>).....	17
2.7.3. Nilon	18
BAB III METODOLOGI	
3.1. Diagram Alir Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	25
3.3. Desain Roda Gigi	28
3.4. Variabel	29
3.5. Hipotesis.....	29
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.7. Metode Analisa Data.....	30
3.8. Tahapan Proses Pencetakan Roda Gigi.....	30
3.9. Tahapan Proses Pengujian Torsi Roda Gigi.....	31
3.10. Tempat dan Waktu Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Cetak Roda Gigi.....	33
4.1.1. Hasil Cetak Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring Menggunakan Filamen ABS	33
4.1.2. Hasil Cetak Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring Menggunakan Filamen PLA	34
4.1.3. Hasil Cetak Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring Menggunakan Filamen Nylon	35
4.2. Hasil Pengujian Torsi Roda Gigi Lurus	36
4.2.1. Hasil Pengujian Torsi Roda Gigi Lurus Filamen ABS	36
4.2.2. Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus Filamen PLA.....	40
4.2.3. Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus Filamen Nylon	44
4.3. Hasil Pengujian Roda Gigi Miring.....	48
4.3.1. Hasil Pengujian Roda Gigi Miring Filamen ABS.....	48

4.3.2. Hasil Pengujian Roda Gigi Miring Filament PLA.....	52
4.3.3. Hasil Pengujian Roda Gigi Miring Filament Nylon	55
4.4. Hasil Pengujian dan Perbandingan Roda Gigi	59
4.4.1. Roda Gigi Lurus.....	61
4.4.2. Roda Gigi Miring	62
4.4.3. Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	63
4.5. Pembahasan Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	65
4.5.1. Perbedaan Material Plastik Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	65
4.5.2. Perbedaan Jenis Roda Gigi.....	65
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71
BIODATA PENULIS	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Roda Gigi Lurus	5
Gambar 2.2 Roda Gigi Miring	5
Gambar 2.3 Roda Gigi Kerucut	6
Gambar 2.4 Roda Gigi Cacing	6
Gambar 2.5 Roda Gigi Dalam.....	7
Gambar 2.6 Mesin 3D Printing	9
Gambar 2.7 Stereolithography (SLA)	13
Gambar 2.8 Pemodelan Deposisi Menyat (FDM).....	14
Gambar 2.9 Selective Laser Sintering (SLS)	15
Gambar 2.10 Laminated Object Manufacturing (LOM).....	15
Gambar 2.11 Digital Light Processing (DLP).....	16
Gambar 2.12 Filament ABS	17
Gambar 2.13 Filament PLA	18
Gambar 2.14 Filament Nylon.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2 Laptop.....	21
Gambar 3.3 Software Autodesk Fusion 360	21
Gambar 3.4 Mesin 3D Printing	22
Gambar 3.5 Alat Penguji Roda Gigi	23
Gambar 3.6 Kunci Pas.....	23
Gambar 3.7 Bor Tangan.....	23
Gambar 3.8 Tali Seling	24
Gambar 3.9 Timbangan Digital.....	24
Gambar 3.10 Filament PLA	25
Gambar 3.11 Filament ABS.....	26
Gambar 3.12 Filament Nylon.....	27

Gambar 3.13 Desain Roda Gigi Lurus.....	28
Gambar 3.14 Desain Roda Gigi Miring.....	29
Gambar 4.1 Hasil Cetak Roda Gigi Lurus ABS.....	33
Gambar 4.2 Hasil Cetak Roda Gigi Miring ABS.....	34
Gambar 4.3 Hasil Cetak Roda Gigi Lurus PLA.....	34
Gambar 4.4 Hasil Cetak Roda Gigi Miring PLA.....	35
Gambar 4.5 Hasil Cetak Roda Gigi Lurus Nylon.....	35
Gambar 4.6 Hasil Cetak Roda Gigi Miring Nylon.....	36
Gambar 4.7 Hasil Uji Roda Gigi Lurus ABS 1.....	37
Gambar 4.8 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus ABS 1.....	37
Gambar 4.9 Hasil Uji Roda Gigi Lurus ABS 2.....	38
Gambar 4.10 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus ABS 2.....	38
Gambar 4. 11 Hasil Uji Roda Gigi Lurus ABS 3.....	39
Gambar 4. 12 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus ABS 3.....	39
Gambar 4. 13 Hasil Uji Roda Gigi Lurus PLA 1.....	40
Gambar 4. 14 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus PLA 1.....	41
Gambar 4. 15 Hasil Uji Roda Gigi Lurus PLA 2.....	42
Gambar 4. 16 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus PLA 2.....	42
Gambar 4. 17 Hasil Uji Roda Gigi Lurus PLA 3.....	43
Gambar 4. 18 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus PLA 3.....	43
Gambar 4. 19 Hasil Uji Roda Gigi Lurus Nylon 1.....	44
Gambar 4. 20 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus Nylon 1.....	45
Gambar 4. 21 Hasil Uji Roda Gigi Lurus Nylon 2.....	46
Gambar 4. 22 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus Nylon 2.....	46
Gambar 4. 23 Hasil Uji Roda Gigi Lurus Nylon 3.....	47
Gambar 4. 24 Hasil Kerusakan Roda Gigi Lurus Nylon 3.....	47
Gambar 4. 25 Hasil Uji Roda Gigi Miring ABS 1.....	48
Gambar 4. 26 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring ABS 1.....	49

Gambar 4. 27 Hasil Uji Roda Gigi Miring ABS 2.....	50
Gambar 4. 28 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring ABS 2.....	50
Gambar 4. 29 Hasil Uji Roda Gigi Miring ABS 3.....	51
Gambar 4. 30 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring ABS 3.....	51
Gambar 4. 31 Hasil Uji Roda Gigi Miring PLA 1.....	52
Gambar 4. 32 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring PLA 1.....	52
Gambar 4. 33 Hasil Uji Roda Gigi Miring PLA 2.....	53
Gambar 4. 34 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring PLA 2.....	54
Gambar 4. 35 Hasil Uji Roda Gigi Miring PLA 3.....	54
Gambar 4. 36 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring PLA 3.....	55
Gambar 4. 37 Hasil Uji Roda Gigi Miring Nylon 1.....	56
Gambar 4. 38 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring Nylon 1.....	56
Gambar 4. 39 Hasil Uji Roda Gigi Miring Nylon 2.....	57
Gambar 4. 40 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring Nylon 2.....	57
Gambar 4. 41 Hasil Uji Roda Gigi Miring Nylon 3.....	58
Gambar 4. 42 Hasil Kerusakan Roda Gigi Miring Nylon 3.....	59
Gambar 4. 43 Data Hasil Uji Torsi Roda Gigi Lurus.....	62
Gambar 4. 44 Data Hasil Uji Torsi Roda Gigi Miring.....	63
Gambar 4. 45 Data Hasil Rata-rata Pengujian.....	64

DAFTAR TABEL

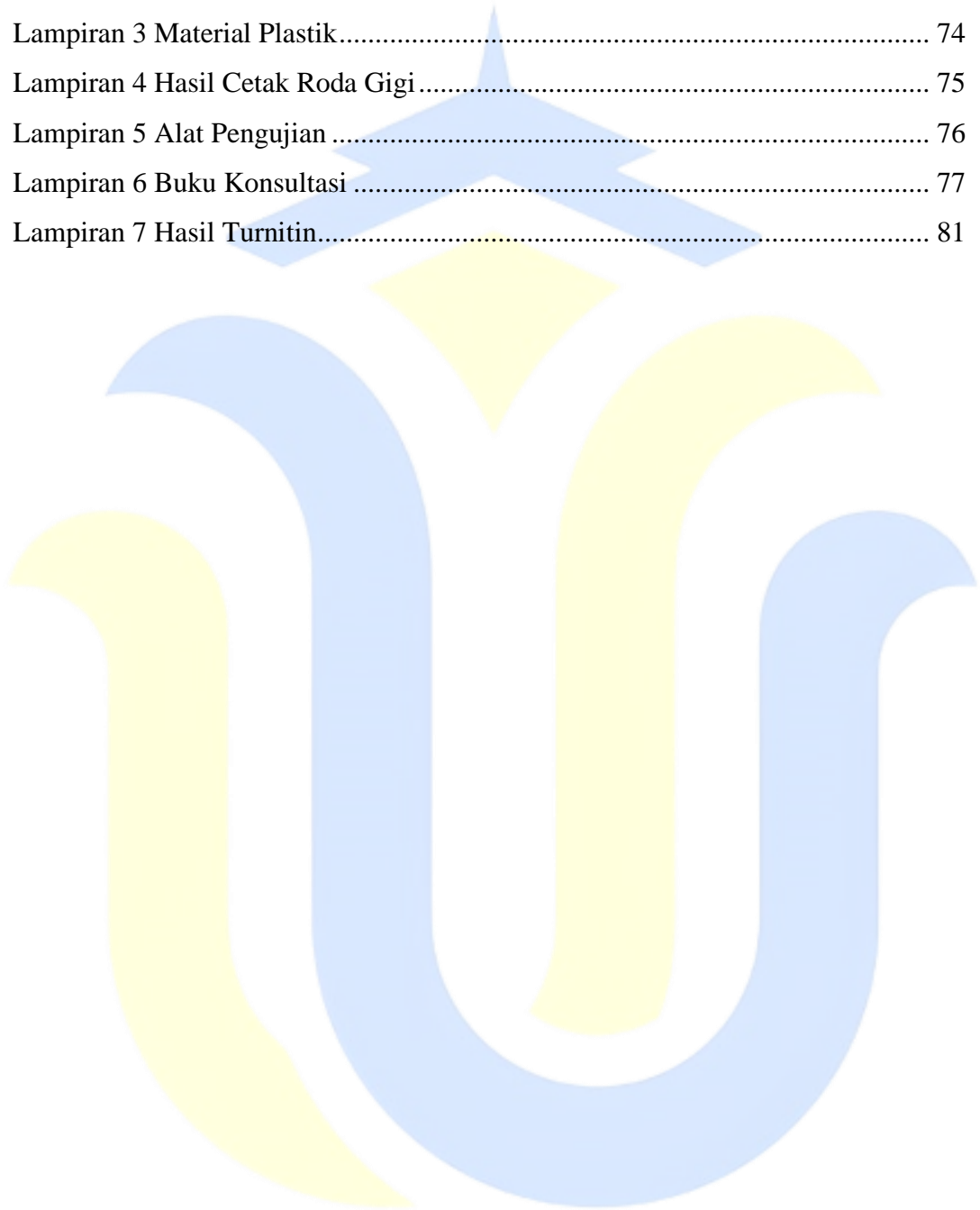
Tabel 3.1 Spesifikasi mesin 3D Printing Ender 5	22
Tabel 3.2 Spesifikasi Filament PLA	25
Tabel 3.3 Spesifikasi Filament ABS	26
Tabel 3.4 Spesifikasi Filament NYLON	27
Tabel 3.5 Dimensi Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Data Massa Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	60
Tabel 4. 2 Hasil Data Gaya Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring.....	60
Tabel 4.3 Hasil Data Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	61
Tabel 4.4 Data Hasil Rata-rata Uji Torsi Roda Gigi Lurus.....	61
Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Torsi Roda Gigi Miring	62
Tabel 4. 6 Data Rata-rata Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Miring	64

DAFTAR SIMBOL

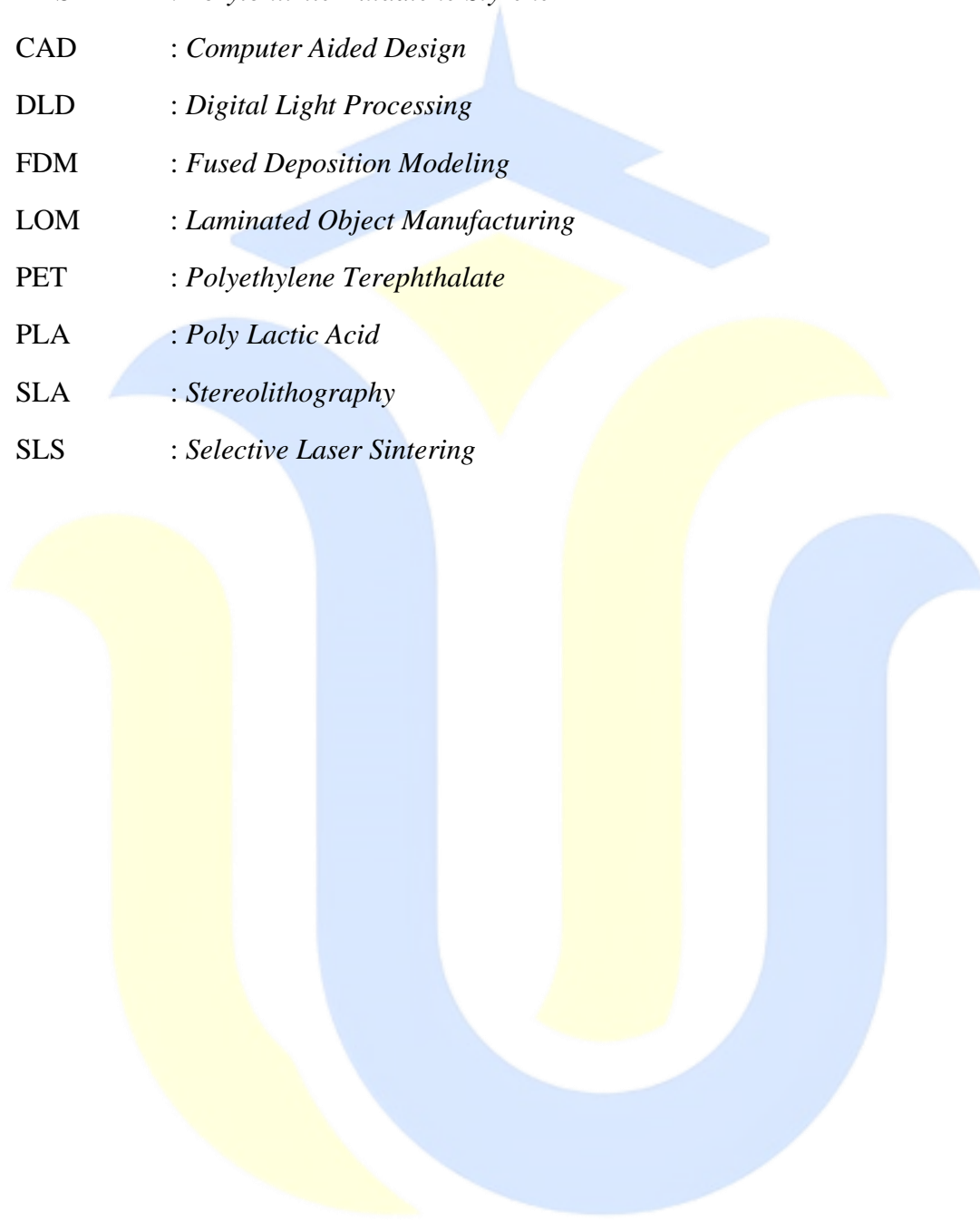
Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
<i>F</i>	Gaya	N	1
<i>m</i>	massa	Kg	1
<i>g</i>	percepatan gravitasi	m/s ²	1
<i>T</i>	torsi benda putar	N.mm	2
<i>r</i>	jarak benda ke pusat rotasi	mm	2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Roda Gigi.....	71
Lampiran 2 Desain Alat Pengujian Torsi.....	73
Lampiran 3 Material Plastik.....	74
Lampiran 4 Hasil Cetak Roda Gigi.....	75
Lampiran 5 Alat Pengujian	76
Lampiran 6 Buku Konsultasi	77
Lampiran 7 Hasil Turnitin.....	81



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN



AM	: <i>Additive Manufacturing</i>
ABS	: <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
CAD	: <i>Computer Aided Design</i>
DLD	: <i>Digital Light Processing</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modeling</i>
LOM	: <i>Laminated Object Manufacturing</i>
PET	: <i>Polyethylene Terephthalate</i>
PLA	: <i>Poly Lactic Acid</i>
SLA	: <i>Stereolithography</i>
SLS	: <i>Selective Laser Sintering</i>