



**LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI MIRING  
TUNGGAL DAN RODA GIGI MIRING GANDA  
MENGUNAKAN ADITIF MANUFAKTUR**

**AFRIZAL PRADITYA**

**NIM. 201954068**

**DOSEN PEMBIMBING**

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

**Qomaruddin, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MURIA KUDUS**

**JANUARI 2024**

# HALAMAN PERSETUJUAN

## ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI MIRING TUNGGAL DAN RODA GIGI MIRING GANDA MENGUNAKAN ADITIF MANUFAKTUR

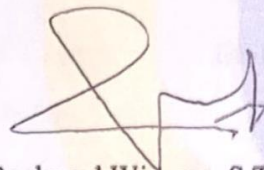
**AFRIZAL PRADITYA**

**NIM. 201954068**

Kudus, 24 Januari 2024

Menyetujui,

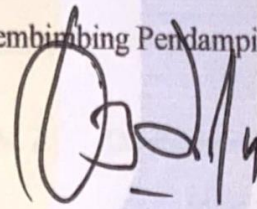
Pembimbing Utama,



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 MIRING TUNGGAL DAN RODA GIGI MIRING GANDA MENGUNAKAN ADITIF MANUFAKTUR

**AFRIZAL PRADITYA**

**NIM. 201954068**

Kudus, 24 Januari 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji,



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

NIDN. 0611066901

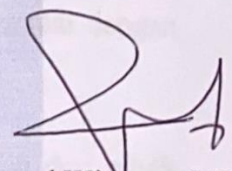
Anggota Penguji I,



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

NIDN. 0622067101

Anggota Penguji II,



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

NIDN. 0612037201

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

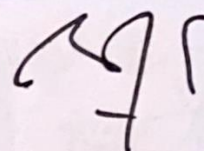
  


UNIVERSITAS MURNA KUDUS  
FAKULTAS TEKNIK

Dr. Eko 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 : Afrizal Praditya

NIM : 201954068

Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 11 Maret 2001

Judul Skripsi/Tugas Akhir\* : Analisa Kekuatan Torsi pada Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda Menggunakan Aditif Manufaktur

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, 6 Februari 2024

Yang memberi pernyataan,



Afrizal Praditya

NIM. 201954068

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, yang berjudul “Analisa Kekuatan Torsi pada Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda Menggunakan Aditif Manufaktur”. Penyusunan laporan skripsi 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. Keluarga tercinta terutama orang tua dan keluarga yang selalu memberikan do'a, dukungan dan motivasi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
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 Universitas Muria Kudus.
4. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
5. Bapak Qomaruddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
6. Bapak Hera Setiawan, S.T., M.T. selaku ketua penguji yang telah memberikan masukan dan membantu dalam pemahaman pada laporan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Sugeng Slamet, S.T., M.T. selaku anggota penguji I yang telah memberikan masukan pada laporan skripsi ini.
8. Teman-teman seangkatan Teknik Mesin yang telah memberi semangat dan selalu membantu dari setiap permasalahan.

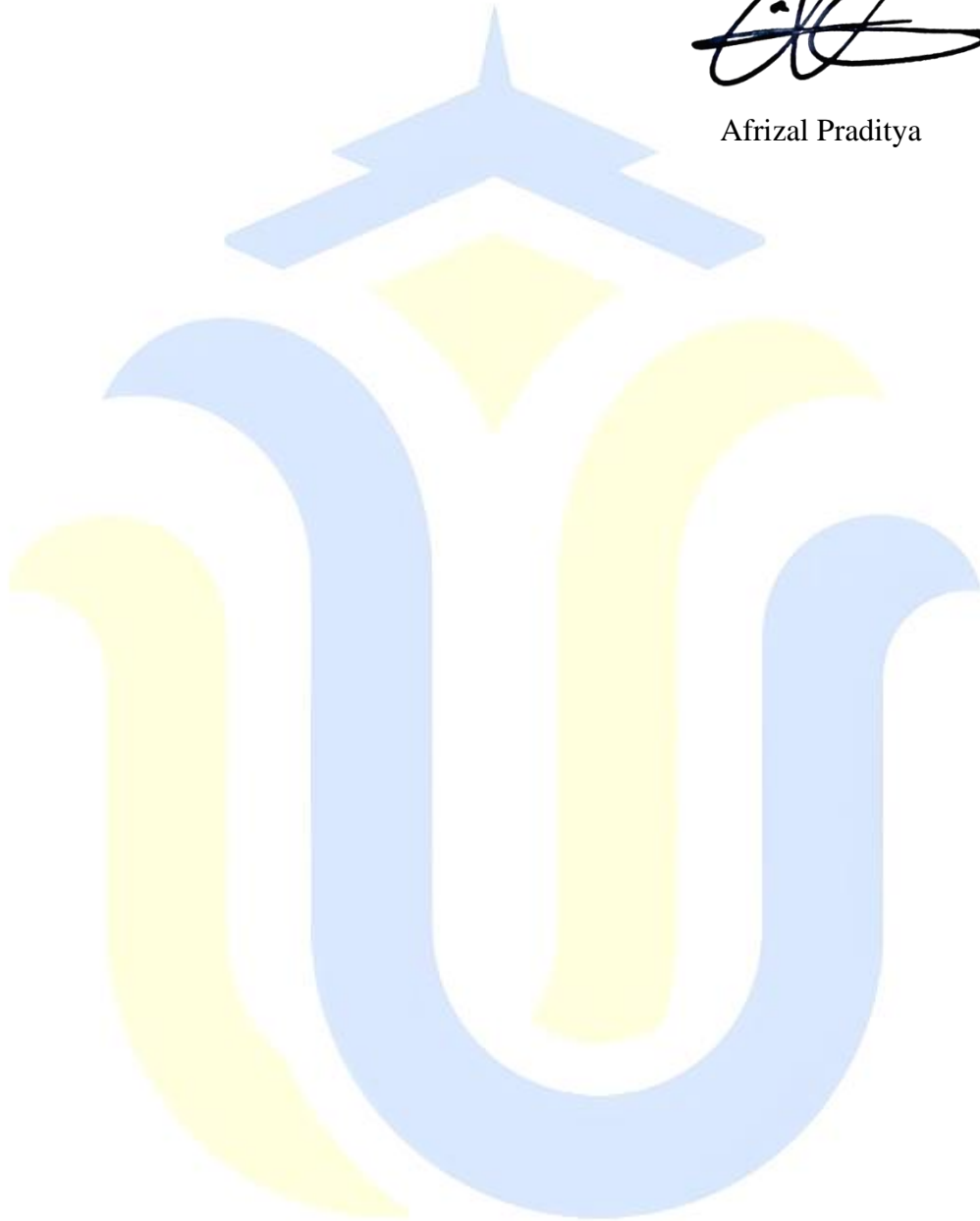
Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan laporan skripsi ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik dimasa yang akan datang. Penulis

berharap semoga laporan skripsi ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 6 Februari 2024



Afrizal Praditya



# ANALISA KEKUATAN TORSI PADA RODA GIGI MIRING TUNGGAL DAN RODA GIGI MIRING GANDA MENGGUNAKAN ADITIF MANUFAKTUR

Nama mahasiswa : Afrizal Praditya

NIM : 201954068

Pembimbing :

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

## RINGKASAN

Dunia telah berubah secara dramatis dengan munculnya teknologi pencetakan 3D di industri manufaktur. Teknologi yang dikenal dengan istilah *additive manufacturing* ini sudah ada sejak tahun 1980an. Secara historis, roda gigi plastik digunakan terutama untuk aplikasi tugas ringan seperti printer, jam tangan, mainan, dll. Roda gigi yang akan diuji pada penelitian ini yaitu roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda. Material plastik yang digunakan yaitu ABS, PLA, *Nylon*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan jenis roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda terhadap uji torsi, serta membandingkan material plastik terhadap kekuatan torsi pada roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda.

Pada penelitian ini roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda didesain menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif dengan jenis eksperimen. Cetakan roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda berjumlah 36. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian torsi tanpa gesekan statis.

Hasil penelitian ini, roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda berdasarkan jenis roda gigi miring tunggal material plastik PLA nilai rata-rata torsi maksimal statis 14.977,4 N.mm, Sedangkan jenis roda gigi miring ganda nilai rata-rata torsi maksimal statis 19.512,10 N.mm. Berdasarkan hasil pengujian roda gigi miring tunggal dan roda gigi miring ganda dengan jenis material plastik ABS, PLA, dan *Nylon*. ABS roda gigi miring tunggal nilai rata-rata torsi maksimal statis 10.513,85 N.mm dan roda gigi miring ganda nilai rata-rata torsi maksimal statis 13.380,85 N.mm. PLA roda gigi miring tunggal nilai rata-rata torsi maksimal statis 14.977,4 N.mm dan roda gigi miring ganda nilai rata-rata torsi maksimal statis 19.512,10 N.mm. *Nylon* roda gigi miring tunggal nilai rata-rata torsi maksimal statis 5.715,58 N.mm dan roda gigi miring ganda nilai rata-rata torsi maksimal statis 8.099,38 N.mm.

Kata kunci : Roda gigi, Torsi, Aditif Manufaktur

# **ANALYSIS OF TORQUE STRENGTH IN HELICAL GEAR AND DOUBLE HELICAL GEAR USING ADDITIVE MANUFACTURING**

*Student Name* : Afrizal Praditya

*Student Identity Number* : 201954068

*Supervisor* :

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

## **ABSTRACT**

*The world has changed dramatically with the emergence of 3D printing technology in the manufacturing industry. This technology, known as additive manufacturing, has been around since the 1980s. Historically, plastic gears were used primarily for light duty applications such as printers, watches, toys, etc. The gears that will be tested in this research are helical gears and double helical gears. The plastic materials used are ABS, PLA, Nylon. This research aims to compare the types of helical gears and double helical gears for torque tests, as well as compare plastic materials for the torsional strength of helical gears and double helical gears. In this research, helical gear and double helical gear were designed using Autodesk Fusion 360 software. The method used was a quantitative method with an experimental type. The helical gear and double helical gear molds are 36 in number.*

*In this research, helical gears and double helical gears were designed using Autodesk Fusion 360 software. The method used was a quantitative method with an experimental type. There are 36 helical gear and double helical gear molds. Therefore, it is necessary to test the torque without static friction.*

*The results of this research, helical gears and double helical gears based on the helical gear type made of PLA plastic material have an average value of maximum static torque of 14,977.4 N.mm, while for the type of double helical gear the average value of maximum static torque is 19,512.10 N.mm. Based on test results of helical gears and double helical gears with ABS, PLA and Nylon plastic materials. ABS helical gear has an average value of maximum static torque of 10,513.85 N.mm and a double helical gear has an average value of maximum static torque of 13,380.85 N.mm. PLA for helical gears has an average value of maximum static torque of 14,977.4 N.mm and double helical gears has an average value of maximum static torque of 19,512.10 N.mm. Nylon helical gears have an average value of maximum static torque of 5,715.58 N.mm and double helical gears have an average value of maximum static torque of 8,099.38 N.mm.*

*Keywords: Gears, Torque, Manufacturing Additives*



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Defisini Roda Gigi .....	4
2.2. Roda Gigi Miring Tunggal .....	4
2.3. Roda Gigi Miring Ganda .....	5
2.4. Bagian-Bagian Roda Gigi .....	5
2.5. Fungsi Roda Gigi .....	9
2.6. Gaya .....	9
2.7. Torsi .....	9
2.8. Aditif Manufaktur .....	10
2.9. Material Plastik .....	12
2.8.1 ABS ( <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> ) .....	12
2.8.2 PLA ( <i>Poly Lactic Acid</i> ) .....	13
2.8.3 Nylon .....	14
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	16

3.2.	Alat dan Bahan .....	18
3.2.1	Alat .....	18
3.2.2	Bahan.....	21
3.3.	Desain Roda Gigi .....	23
3.4.	Variabel Penelitian .....	25
3.4.1	Variabel Bebas .....	25
3.4.2	Variabel Terikat.....	25
3.4.3	Variabel Kontrol.....	25
3.5.	Uji Hipotesis Penelitian.....	25
3.6.	Teknik Pengumpulan Data .....	26
3.7.	Teknik Analisis Data .....	26
3.8.	Tahapan Proses Pencetakan.....	26
3.9.	Tahapan Proses Pengujian.....	32
3.10.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1.	Hasil Cetak Material Plastik.....	38
4.1.1.	Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda Filamen ABS .	38
4.1.2.	Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda Filamen PLA .	39
4.1.3.	Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda Filamen <i>Nylon</i>	40
4.2.	Hasil Pengujian Roda Gigi Miring Tunggal .....	41
4.2.1.	Hasil Pengujian Filamen ABS.....	41
4.2.2.	Hasil Pengujian Filamen PLA.....	45
4.2.3.	Hasil Pengujian Filamen <i>Nylon</i> .....	49
4.3.	Hasil Pengujian Roda Gigi Miring Ganda .....	53
4.5.1.	Hasil Pengujian Filamen ABS.....	53
4.5.2.	Hasil Pengujian Filamen PLA.....	57
4.5.3.	Hasil Pengujian Filamen <i>Nylon</i> .....	61
4.4.	Hasil Perbandingan Roda Gigi.....	66
4.4.1	Roda Gigi Miring Tunggal.....	66
4.4.2	Roda Gigi Miring Ganda.....	67
4.4.3	Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda .....	69
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1.	Kesimpulan.....	72
5.2.	Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>76</b>

## **BIODATA PENULIS**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Roda Gigi Miring Tunggal.....	5
Gambar 2.2 Roda Gigi Miring Ganda.....	5
Gambar 2.3 Bagian-Bagian Roda Gigi .....	6
Gambar 2.4 Printer 3D FDM ( <i>Fused Deposition Modelling</i> ).....	11
Gambar 2.5 Filament ABS ( <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> ) .....	13
Gambar 2.6 Filament PLA ( <i>Poly Lactic Acid</i> ).....	14
Gambar 2.7 Filament <i>Nylon</i> .....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	16
Gambar 3.2 Laptop.....	18
Gambar 3.3 Mesin 3D <i>Printing Ender 5</i> .....	19
Gambar 3.4 Autodesk Fusion 360.....	20
Gambar 3.5 Alat Pengujian Roda Gigi .....	20
Gambar 3.6 Tali Seling .....	21
Gambar 3.7 Timbangan Digital Gantung.....	21
Gambar 3.8 Filamen ABS .....	22
Gambar 3.9 Filamen PLA .....	22
Gambar 3.10 Filamen <i>Nylon</i> .....	23
Gambar 3.11 Roda Gigi Miring Tunggal.....	24
Gambar 3.12 Roda Gigi Miring Ganda.....	24
Gambar 3.13 Desain Roda Gigi Miring Tunggal.....	27
Gambar 3.14 Desain Roda Gigi Miring Ganda.....	27
Gambar 3.15 Format file STL ke aplikasi Slicer Ultimaker Cura .....	28
Gambar 3.16 Save as ke dalam File G-code .....	28
Gambar 3.17 Masukkan kartu SD ke dalam laptop .....	29
Gambar 3.18 File G-code masukkan kedalam kartu SD.....	29
Gambar 3.19 Kartu SD colokkan ke 3D Printer .....	30
Gambar 3.20 Buka menu print form media di layer .....	30
Gambar 3.21 Pilih file yang akan diprint.....	31
Gambar 3.22 Tekan <i>start print</i> .....	31
Gambar 3.23 Hasil Cetakan Roda Gigi.....	32



Gambar 3.24 Alat Pengujian Roda Gigi .....	32
Gambar 3.25 Memasang Roda Gigi ke Poros 1 dan Poros 2 .....	33
Gambar 3.26 Kunci Roda Gigi Menggunakan Mur dan Baut .....	33
Gambar 3.27 Posisikan Roda Gigi Menempel pada Poros 1 dan Poros 2 .....	34
Gambar 3.28 Nyalakan Timbangan Digital Gantung .....	34
Gambar 3.29 Letakan Kunci pada Poros Penggerak Roda Gigi 2 .....	35
Gambar 3.30 Putar Kunci Searah Jarum Jam.....	35
Gambar 3.31 Pengujian Roda Gigi Mengalami Kerusakan .....	36
Gambar 3.32 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	36
Gambar 4.1 Roda Gigi Miring Tunggal.....	38
Gambar 4.2 Roda Gigi Miring Ganda.....	39
Gambar 4.3 Roda Gigi Miring Tunggal.....	39
Gambar 4.4 Roda Gigi Miring Ganda.....	40
Gambar 4.5 Roda Gigi Miring Tunggal.....	40
Gambar 4.6 Roda Gigi Miring Ganda.....	41
Gambar 4.7 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	41
Gambar 4.8 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	42
Gambar 4.9 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	43
Gambar 4.10 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	43
Gambar 4.11 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	44
Gambar 4.12 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	44
Gambar 4.13 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	45
Gambar 4.14 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	46
Gambar 4.15 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	47
Gambar 4.16 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	47
Gambar 4.17 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	48
Gambar 4.18 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	48
Gambar 4.19 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	49
Gambar 4.20 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	50
Gambar 4.21 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	51
Gambar 4.22 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	51
Gambar 4.23 Kerusakan Roda Gigi Miring Tunggal.....	52

Gambar 4.24 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	52
Gambar 4.25 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	53
Gambar 4.26 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	54
Gambar 4.27 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	55
Gambar 4.28 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	55
Gambar 4.29 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	56
Gambar 4.30 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	56
Gambar 4.31 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	57
Gambar 4. 32 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	58
Gambar 4.33 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	59
Gambar 4.34 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	59
Gambar 4.35 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	60
Gambar 4.36 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	60
Gambar 4.37 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	61
Gambar 4.38 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	62
Gambar 4.39 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	63
Gambar 4.40 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	63
Gambar 4.41 Kerusakan Roda Gigi Miring Ganda.....	64
Gambar 4.42 Hasil Timbangan Digital Gantung .....	64
Gambar 4.43 Grafik Roda Gigi Miring Tunggal .....	67
Gambar 4.44 Grafik Roda Gigi Miring Ganda .....	68
Gambar 4.45 Grafik Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda...	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Filamen ABS ( <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> ).....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Filamen PLA ( <i>Poly Lactic Acid</i> ).....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Filamen <i>Nylon</i> .....	14
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin 3D <i>Printing Ender 5</i> .....	19
Tabel 3. 2 Desain Roda Gigi.....	23
Tabel 4.1 Hasil Data Massa Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda .....	65
Tabel 4.2 Hasil Data Gaya Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda .....	65
Tabel 4.3 Hasil Data Torsi Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda .....	66
Tabel 4.4 Hasil Nilai Rata-rata Torsi Roda Gigi Miring Tunggal.....	66
Tabel 4.5 Hasil Nilai Rata-rata Torsi Roda Gigi Miring Ganda.....	68
Tabel 4.6 Hasil Nilai Rata-rata Torsi Roda Gigi Miring Tunggal dan Roda Gigi Miring Ganda .....	69

## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Nomor Persamaan</b>
<i>F</i>	gaya	N	1
<i>M</i>	massa	kg	1
<i>G</i>	percepatan gravitasi	m/s <sup>2</sup>	1
<i>T</i>	torsi benda berputar	N.mm	2
<i>R</i>	jarak benda ke pusat rotasi	mm	2



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Roda Gigi.....	76
Lampiran 2. Desain Alat Penguji Torsi Roda Gigi .....	78
Lampiran 3. Material Plastik.....	79
Lampiran 4. Hasil Cetak Material Plastik.....	80
Lampiran 5. Alat Penguji Roda Gigi .....	81
Lampiran 6. Mesin 3D <i>Printing Ender 5</i> .....	82
Lampiran 7. Buku Konsultasi .....	83
Lampiran 8. Hasil Turnitin.....	87

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

FFF	: <i>Fused Filament Fabrication</i>
AM	: <i>Additive Manufacturing</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modeling</i>
CAD	: <i>Computer Aided Design</i>
ABS	: <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
PLA	: <i>Poly Lactic Acid</i>

