



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING KAPASITAS
50W**

**(STUDI KASUS PENGUJIAN KONDISI KERUSAKAN PADA
LASER HEAD)**

PROYEK AKHIR

OLEH :

**DHAFFIN ALLANDRIA FACHREZI
NIM 40040222650058**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

JULI 2026

2026



UNIVERSITAS DIPONEGORO

RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING KAPASITAS

50W

**(STUDI KASUS PENGUJIAN KONDISI KERUSAKAN PADA
LASER HEAD)**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

OLEH :

**DHAFFIN ALLANDRIA FACHREZI
NIM 40040220650054**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

JULI 2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Dhaffin Allandria Fachrezi

NIM : 40040222650058

Tanda Tangan :

Tanggal : Juli 2026



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI

Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman www.vokasi.undip.ac.id
e-mail vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR
No.509/PA/RPM/III/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

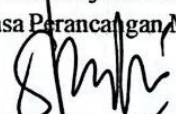
Nama : Dhaffin Allandria Fachrezi
NIM : 40040222650058
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Laser Cutting
Dosen Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.
NIP : 196204211986031002

Isi Tugas:

1. Menyusun laporan Bab I,II,III. Memastikan laporan sesuai dengan format penyusunan dari kampus. Menyusun daftar Pustaka dan lampiran. Mencari jurnal, sitasi, dan referensi.
2. Melakukan pengujian mesin laser cutting meliputi pengujian *durability* laser head, pengujian *durability laser head* dll.
3. Menganalisis hasil pengujian *durability laser head*.
4. Mempersiapkan material dan alat bahan atau komponen fabrikasi lainnya.
5. Mempersiapkan bahan uji.
6. Mengidentifikasi dan memperbaiki apabila ada masalah teknis pada mesin.
7. Melakukan pengujian alat pada tahap realisasi produk dengan fabrikasi plakat akrilik.
8. Menyusun berdasarkan laporan hasil akhir perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 02 Februari 2026
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Dhaffin Allandria Fachrezi

NIM 40040220650058

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Laser Cutting

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

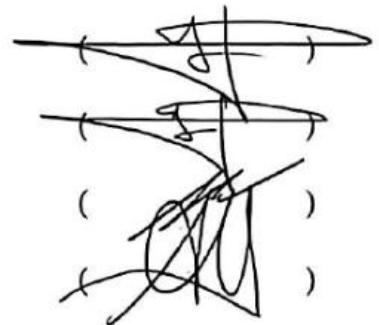
TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes..

Penguji I : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes.

Penguji II : Susastro, S.T., M.T

Penguji III : Alaya Fadlu Hadi M. , S.T., M.Eng



Semarang, 23 Juli 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhaffin Allandria Fachrezi
NIM : 40040222650058
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberika kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royliti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING KAPASITAS 50W”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Juni 2026

Yang menyatakan



Dhaffin Allandria Fachrezi

MOTTO

*“BERSUNGGUH-SUNGGUHLAH, KARENA SESUNGGUHNYA ALLAH
MENYUKAI ORANG YANG BEKERJA KERAS.”*

(HR. THABRANI)”

*“DOA ORANG TUA DAN KASIH SAYANG ORANG TUA YANG BIKIN
SAYA SEMANGAT MENGERJAKAN SKRIPSI INI”*

(DHAFIN AF)

*"SESUATU TAMPAK MUSTAHIL SAMPAI KITA BISA
MELAKUKANNYA."*

(ALBERT EINSTEIN)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun Mesin *Laser Cutting*” dengan baik. Dalam penyusunan proposal proyek akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
2. Dr. Sri Utami Handayani S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S.Tr. Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro;
3. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes., selaku dosen pembimbing atas bimbingan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan proposal Proyek Akhir;
4. Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, S.T., M.Eng., selaku dosen wali selama menjadi mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik;
5. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik;
6. Keluarga dan terutama kedua orang tua yaitu Ayah, Ibu, dan Kakak yang mendukung dan selalu mendoakan penulis hingga penulis menyelesaikan Proyek Akhir ini;
7. Kepada sahabat sahabat penulis yaitu Yovie M, Alfian K, Jason, Hilmy K, Dhia Salsabila, Ammara M, Arfi D, Naufal P, Rafiqi W, Dinda I, Khansa R. Yang senantiasa menemani penulis hingga penulis selesai proyek akhir.
8. Rekan seperjuangan proyek akhir yaitu Yan Ammura, Christa Zipora, Keyza Maura dan Dananjaya Arya yang membantu dan menyelesaikan proyek akhir ini.

9. Rekan seperjuangan selama masa kuliah yang support dan dukung penulis menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada laporan Proyek Akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Rekayasa Perancangan Mekanik.

Semarang, 13 Juli 2026



Dhaffin Allandria Fachrezi

ABSTRAK

Rancang Bangun Mesin *Laser cutting* KAPASITAS 50W (STUDI KASUS PENGUJIAN KONDISI KERUSAKAN *LASER HEAD*)

Mesin laser cutting komersial memiliki harga yang tinggi sehingga sulit dijangkau oleh industri kecil dan lembaga pendidikan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe mesin laser cutting kapasitas 50W yang ekonomis dengan studi kasus pengujian durabilitas laser head. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan menggunakan SolidWorks, pemilihan komponen, manufaktur, perakitan, dan pengujian kinerja. Mesin mengintegrasikan sistem mekanik dua sumbu (X dan Y), sistem optik laser CO₂ 50W, sistem kontrol berbasis controller Ruida RDC7132EC, serta sistem pendukung seperti water pump, air pump, dan exhaust fan. Pengujian kerusakan dilakukan selama 5 jam operasi kontinu pada material non-logam. Hasil pengujian menunjukkan komponen laser head masih berfungsi baik, namun memerlukan perawatan rutin terutama pada cermin reflektor dan lensa fokus yang mengalami kontaminasi dan penurunan performa. Prototipe mesin yang dihasilkan memiliki struktur stabil, akurasi pemotongan baik.

Kata kunci: CNC, laser, cutting, manufaktur

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF

A LASER CUTTING MACHINE

Commercial laser cutting machines have high prices, making them difficult to afford for small industries and educational institutions. This study aims to design and build an economical 50W laser cutting machine prototype with a case study on laser head durability testing. The research methods include literature review, design using SolidWorks, component selection, manufacturing, assembly, and performance testing. The machine integrates a two-axis mechanical system (X and Y), a CO₂ 50W laser optical system, a control system based on the Ruida RDC7132EC controller, and supporting systems such as water pump, air pump, and exhaust fan. Damage testing was conducted for 5 hours of continuous operation on non-metal materials. The test results show that the laser head components still function properly, but require routine maintenance, especially on the reflector mirrors and focus lens which experience contamination and performance degradation. The resulting machine prototype has a stable structure, good cutting accuracy,

Keywords: CNC, laser, cutting, manufacture

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	II
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	IV
HALAMAN PENGESAHAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
MOTTO	IV
KATA PENGANTAR.....	VII
ABSTRAK	IX
<i>ABSTRACT DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LASER CUTTING MACHINE</i>	X
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR TABEL	XVII
DAFTAR NOTASI	XVIII
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah.....	22
1.3 Batasan Masalah.....	23
1.4 Tujuan.....	23
1.5 Luaran	23
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Konsep Dasar Teknologi Laser	27
2.1.1 Prinsip Kerja Mesin <i>Laser Cutting</i>	28
2.1.1.1. Pengertian dan Prinsip Kerja Laser	30

2.1.2	Karakteristik Sinar Laser.....	32
2.1.3	Interaksi Laser dengan Material.....	34
2.1.4	Mekanisme Proses Pemotongan Laser.....	36
2.2	Mesin <i>Laser Cutting</i>	38
2.2.1	Pengertian Mesin <i>Laser Cutting</i>	39
2.3	Jenis-Jenis Mesin <i>Laser Cutting</i>	40
2.3.1	Laser CO ₂ (Carbon Dioxide Laser).....	40
2.3.2	Laser Diode (Diode-Pumped Solid-State Laser).....	41
2.3.3	Fiber Laser	43
2.4	Komponen Utama Mesin <i>Laser Cutting</i>	44
2.4.1	Modul Laser	44
2.4.2	Sistem Mekanik Penggerak.....	44
2.4.3	<i>Driver</i> Motor dan Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	47
2.4.4	Sistem Pendinginan Laser.....	48
2.4.5	Mikrokontroler dan Sistem Kontrol.....	49
2.5	Sistem Kontrol dan Perangkat Lunak pada Mesin <i>Laser Cutting</i> 50	
2.5.1	Mikrokontroler dan Firmware.....	50
2.5.2	Perangkat Lunak Antarmuka (User Interface)	51
2.5.3	Integrasi Sistem.....	52
2.6	Material pada Mesin <i>Laser Cutting</i>	52
2.6.1	Material Non-Logam.....	53
2.6.2	Material Logam.....	55
2.6.3	Karakteristik Material terhadap Laser.....	56
2.7	Pengujian Durability Laser Head.....	58
BAB III METODOLOGI.....		60
3.1	Diagram Alir Kegiatan	60
3.2	Desain Mesin <i>Laser cutting</i>	62
3.3	Alat dan Bahan.....	63
3.3.1	Konstruksi	63
3.3.2	Lampu	67
3.3.3	Pendingin.....	67

3.3.4	Laser.....	69
3.3.5	Pendukung Angin.....	73
3.3.6	Elektrikal.....	75
3.4	Perencanaan Desain	85
3.4.1	<i>Part Sistem Laser Mesin Laser Cutting</i>	85
3.4.2	<i>Part Sistem Air Pump Mesin Laser Cutting</i>	87
3.4.3	<i>Part Transmisi Mekanik Mesin Laser Cutting</i>	89
3.4.4	Wiring Diagram.....	91
3.4.5	Chiller Diagram.....	91
	Prosedur Pembuatan	92
3.5	Prosedur Pengujian.....	92
3.5.1	Persiapan Pengujian	93
3.5.2	Pengujian Daya dan Kualitas Potong.....	93
3.5.3	Pengujian Alat Pada Tahap Realisasi Produk.....	94
3.6	Pembagian Tugas	95
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		97
4.1	Hasil Fabrikasi Alat.....	97
4.2	Pengambilan Data Maintenance setiap Bahan Uji.....	98
4.2.1	Hasil keseluruhan Pengujian <i>Durability Laser Head</i>	99
4.2.2	Kondisi Komponen Setelah Pengujian Bahan Triplek.....	102
4.2.3	Kondisi Komponen Setelah Pengujian Bahan Kulit imitasi	103
4.2.4	Kondisi Komponen Setelah Pengujian Bahan Akrilik.....	104
4.2.5	Kondisi Komponen Setelah Pengujian Bahan Kayu.....	105
4.3	Realisasi Produk.....	106
4.3.1	Proses realisasi desain produk.....	106
4.3.2	Hasil realisasi produk.....	112
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		114
5.1	Kesimpulan	114
5.2	Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA.....		CXVI
LAMPIRAN.....		CXIX

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Diagram Mesin Laser Cutting	29
Gambar 2. 2 Prinsip kerja Laser Cutting.....	30
Gambar 2. 3 Sifat Koheren Sinar Laser	32
Gambar 2. 4 Sifat Fokus Energi atau Kolimasi Sinar Lase.....	33
Gambar 2. 5 Ilustrasi Efek yang terjadi Interaksi Laser dengan (a) pemanasan, (b) pelelehan permukaan, (c) penguapan permukaan, (d) pembentukan plasma, dan (e) ablasi	35
Gambar 2. 6 Ilustrasi <i>Vaporization Cutting</i>	37
Gambar 2. 7 <i>Reactive Cutting</i>	38
Gambar 2. 8 Ilustrasi Pemotongan dengan Laser CO ₂	41
Gambar 2. 9 Ilustrasi Pemotongan dengan <i>Laser Diode</i>	42
Gambar 2. 10 <i>Fiber Laser</i>	43
Gambar 2. 11 <i>Rel Linear</i>	45
Gambar 2. 12 <i>Timing Belt</i>	45
Gambar 2. 13 <i>Stepper Motor</i>	46
Gambar 2. 14 <i>Driver Motor</i>	47
Gambar 2. 15 Catu Daya.....	47
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	60
Gambar 3. 2 Desain Laser Cutting.....	62
Gambar 3. 3 3030 Aluminium T Slot Profile	63
Gambar 3. 4 Plat Mild Steel 1 mm.....	63
Gambar 3. 5 Baut M5, M3	64
Gambar 3. 6 Timing Belt Laser.....	64
Gambar 3. 7 Timing Pulley	65
Gambar 3. 8 Linear Rail.....	66
Gambar 3. 9 Chain Wire Carrier	66
Gambar 3. 10 TL LED tipe T5	67
Gambar 3. 11 Water Pump	67

Gambar 3. 12 Pipa Air 8x11	68
Gambar 3. 13 50 W CO ₂ Laser.....	69
Gambar 3. 14 <i>Laser Head</i>	69
Gambar 3. 15 Cermin reflector 1	70
Gambar 3. 16 Cermin reflector 2	71
Gambar 3. 17 Cermin reflector 3	72
Gambar 3. 18 Lensa Focus.....	72
Gambar 3. 19 <i>exhaust fan</i>	73
Gambar 3. 20 Pipa Silikon	74
Gambar 3. 21 <i>air pump</i>	74
Gambar 3. 22 Nema 17 <i>stepper Motor</i>	75
Gambar 3. 23 <i>Emergency Stop</i>	76
Gambar 3. 24 <i>Laser Switch</i>	76
Gambar 3. 25 <i>Endstop KW12-3</i>	77
Gambar 3. 26 <i>24 V Power Supply</i>	78
Gambar 3. 27 <i>Laser Power Supply Unit</i>	79
Gambar 3. 28 <i>AC Line Filter</i>	80
Gambar 3. 29 <i>Barrier Terminal Strip</i>	81
Gambar 3. 30 <i>MCB (Main Controller Board)</i>	82
Gambar 3. 31 <i>HMI (Human Machine Interface)</i>	83
Gambar 3. 32 <i>Power Socket</i>	85
Gambar 3. 33 <i>Ukuran Laser Head</i>	85
Gambar 3. 34 <i>Ukuran Air Pump</i>	87
Gambar 3. 35 <i>Ukuran Timing Belt Laser Head Axis Y</i>	89
Gambar 3. 36 <i>Ukuran Timing Belt Laser Head Axis X</i>	89
Gambar 3. 37 <i>Ukuran Motor Stepper</i>	89
Gambar 3. 38 <i>Wiring Diagram</i>	91
Gambar 3. 39 <i>Chiller Diagram</i>	92
Gambar 4. 1 Pengecekan untuk fabrikasi alat.....	98
Gambar 4. 2 Fabrikasi Alat	98
Gambar 4. 3 Desain untuk Akrilik	107
Gambar 4. 4 Proses Desain Akrilik M solver.....	107

Gambar 4. 5 Proses Pengoperasian alat.	110
Gambar 4. 6 Pengamatan proses kerja	110
Gambar 4. 7 Evalausi Hasil Pengujian.....	112
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian	113
Gambar 4. 9 Hasil Pegujian	113

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Gigi <i>Optimal Pulley 3020</i>	90
Tabel 3. 2 Pembagian Tugas.....	95
Table 4. 1 Data Komponen Laser Head	99
Table 4. 2 Hasil Pengujian Keseluruhan Laser Head.....	100
Table 4. 3 Komponen Setelah Pengujian Bahan Triplek.....	102
Table 4. 4 Komponen Setelah Pengujian Bahan Kulit Imitasi.....	103
Table 4. 5 Komponen Setelah Pengujian Bahan Akrilik.....	104
Table 4. 6 Komponen Setelah Pengujian Bahan Kayu	105
Table 4. 7 Persiapan Alat dan Bahan.....	107
Table 4. 8 sistem mekanik, kelistrikan	108
Table 4. 9 Proses Pengujian	111

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Pertama Kali Muncul Halaman
A	Luas penampang	85
c	Kalor jenis material	85
E	Energi	85
I	Arus listrik	85
η	Efisiensi	86
L	Panjang	87
m	Massa	87
P	Daya laser	87
Q	Kalor	87
T	Temperatur	87
t	Waktu	87
a	Percepatan	88
h	Koefisien perpindahan panas	88
v	Kecepatan potong	88
ρ	Massa jenis material	88
n	Putaran motor	89
D	Diameter	90
V	Tegangan listrik	90
f	Frekuensi	91
F	Gaya	91
λ	Panjang gelombang laser	91
k	Konduktivitas termal	94
r	Jari-jari	97
ω	Kecepatan sudut	97
τ	Torsi	99
S_y	<i>Yield Strength Material</i>	100
σ^I	Equivalent (von mises) stress	100