



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING
(STUDI KASUS PENGUJIAN KEKASARAN PERMUKAAN
HASIL PEMOTONGAN MESIN LASER CUTTING 50 W)**

PROYEK AKHIR

OLEH :

**CHRISTA ZIPORA TARIGAN
NIM 40040222650001**

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

**SEMARANG
JULI 2026**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING
(STUDI KASUS PENGUJIAN KEKASARAN PERMUKAAN
HASIL PEMOTONGAN MESIN LASER CUTTING 50W)**

PROYEK AKHIR

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

OLEH :

**CHRISTA ZIPORA TARIGAN
NIM 40040222650001**

**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 : Christa Zipora Br Tarigan

NIM : 40040222650001

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.508/PA/RPM/III/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

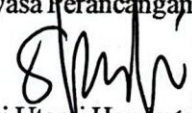
Nama : Christa Zipora Br. Tarigan
NIM : 40040222650001
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Laser Cutting
Dosen Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.
NIP : 196204211986031002

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 kemampuan mesin *laser cutting*, pengujian bahan uji dll.
3. Menganalisis hasil pengujian kemampuan mesin *laser cutting*, dan bahan uji.
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. 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 : Christa Zipora Tarigan

NIM : 40040220650001

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.

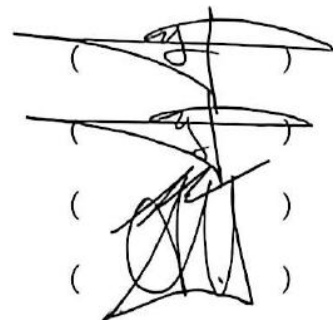
TIM PENGUJI

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

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

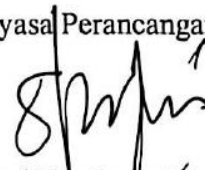
Penguji II : Susastro, S.T., M.T

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



Semarang, 23 Juli 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekani



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

NIP. 197609152003122001

PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Christa Zipora Br Tarigan

NIM : 40040222650001

Jurusan/Program Studi: Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik

Departemen : Teknologi Industri

Fakultas : Sekolah Vokasi

Jenis Karya : Proyek Akhir

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

“RANCANG BANGUN MESIN LASER CUTTING”

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

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned below the text 'Yang menyatakan'.

Christa Zipora Br Tarigan

MOTTO

“ HE WHO BEGAN A GOOD WORK IN YOU WILL CARRY IT ON TO
COMPLETION “

FILIPPI 1:6

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. Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.; Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T. 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. Ibu Kandung penulis yang telah berpulang ke rumah Bapa di Surga terimakasih telah menemani penulis selama 23 tahun;
7. Bapak tercinta dan Salmon Tarigan selaku kakak kandung penulis, terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, kerja keras, serta pengorbanan yang tidak pernah berhenti. Semoga Tuhan Yesus Kristus senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, hikmat, dan berkat yang melimpah kepada Bapak dan Abang;

8. Rekan seperjuangan proyek akhir TA Cihuy
9. Rekan seperjuangan selama masa kuliah. 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, 20 July 2026



Christa Zipora Tarigan

ABSTRAK
RANCANG BANGUN MESIN
LASER CUTTING

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe mesin laser cutting yang ekonomis sebagai solusi bagi keterbatasan anggaran di industri kecil dan lembaga pendidikan, serta menganalisis pengaruh variasi parameter pemotongan terhadap kualitas hasil. Permasalahan utama yang diangkat adalah belum optimalnya kualitas pemotongan, terutama pada kekasaran permukaan, yang disebabkan oleh interaksi daya dan kecepatan laser yang berbeda pada tiap material. Metode penyelesaiannya meliputi perancangan mekanik menggunakan SolidWorks, fabrikasi, dan pengujian kinerja dengan variasi daya laser (20-100%) dan kecepatan (5-30 mm/s) pada material triplek, *microfiber*, akrilik, dan papan kayu. Kekasaran permukaan diukur menggunakan *Surface Roughness Tester*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya laser optimal menghasilkan permukaan paling halus, sedangkan kecepatan tinggi cenderung menurunkan kekasaran. Material akrilik 2 mm menghasilkan permukaan terbaik, sementara papan kayu 12 mm menghasilkan permukaan paling kasar. Kombinasi parameter optimal yang ditemukan, seperti daya 90% dengan kecepatan 30 mm/s untuk triplek, menunjukkan bahwa mesin mampu beroperasi dengan baik. Namun, mesin dengan daya 50W ini tidak efisien untuk pemotongan logam. Kesimpulannya, prototipe mesin laser cutting yang dikembangkan berhasil difabrikasi dan berfungsi sesuai spesifikasi untuk pemotongan material non-logam dengan kualitas yang baik, serta memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan teknologi di bidang pendidikan vokasi.

Kata kunci: CNC, laser, cutting, manufaktur

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF

A LASER CUTTING MACHINE

This study aims to design and develop an economical laser cutting machine prototype to address budget constraints in small industries and educational institutions, while analyzing the effect of varying cutting parameters on output quality. The main issue addressed is the suboptimal cutting quality, particularly surface roughness, caused by the interaction of laser power and speed on different materials. The methodology includes mechanical design using SolidWorks, fabrication, and performance testing with variations in laser power (20-100%) and speed (5-30 mm/s) on plywood, microfiber, acrylic, and wood board materials. Surface roughness was measured using a Surface Roughness Tester. The results show that optimal laser power produces the smoothest surface, while higher speeds tend to reduce roughness. Acrylic 2 mm produced the best surface finish, while 12 mm wood board produced the roughest surface. Optimal parameter combinations were identified, such as 90% power with 30 mm/s speed for plywood, demonstrating that the machine operates effectively. However, the 50W machine is inefficient for cutting metals. In conclusion, the developed laser cutting prototype was successfully fabricated and functions according to specifications for non-metal materials with good quality, contributing significantly to technological development in vocational education.

Keywords: CNC, laser, cutting, manufacture

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	IV
MOTTO	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
ABSTRAK RANCANG BANGUN MESIN <i>LASER CUTTING</i>	IX
<i>ABSTRACT DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LASER CUTTING MACHINE</i>	X
DAFTAR ISI	11
DAFTAR TABEL	15
DAFTAR GAMBAR	16
DAFTAR NOTASI	18
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	23
1.3 Batasan Masalah.....	24
1.4 Tujuan.....	24
1.5 Luaran	25
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	25
1.6.1 Pendahuluan	25
1.6.2 Tinjauan Pustaka	26
1.6.3 Metodologi	26
1.6.4 Hasil dan Pembahasan.....	26
1.6. 5 Kesimpulan dan Saran	27

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	28
2.1 Konsep Dasar Teknologi Laser	30
2.1.1 Prinsip Kerja Mesin <i>Laser Cutting</i>	31
2.1.2 Karakteristik Sinar Laser.....	35
2.1.3 Interaksi Laser dengan Material.....	37
2.1.4 Mekanisme Proses Pemotongan Laser.....	39
2.2 Mesin <i>Laser Cutting</i>	41
2.2.1 Pengertian Mesin <i>Laser Cutting</i>	42
2.3 Jenis-Jenis Mesin <i>Laser Cutting</i>	43
2.3.1 Laser CO ₂ (Carbon Dioxide Laser).....	43
2.3.2 Laser Diode (Diode-Pumped Solid-State Laser).....	44
2.3.3 Fiber Laser	46
2.4 Komponen Utama Mesin <i>Laser Cutting</i>	47
2.4.1 Modul Laser	47
2.4.2 Sistem Mekanik Penggerak.....	47
2.4.3 <i>Driver</i> Motor dan Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	50
2.4.4 Sistem Pendinginan Laser.....	51
2.4.5 Mikrokontroler dan Sistem Kontrol.....	51
2.5 Sistem Kontrol dan Perangkat Lunak pada Mesin <i>Laser Cutting</i> 52	
2.5.1 Mikrokontroler dan Firmware.....	53
2.5.2 Perangkat Lunak Antarmuka (User Interface)	54
2.5.3 Integrasi Sistem.....	54
2.6 Material pada Mesin <i>Laser Cutting</i>	55
2.6.1 Material Non-Logam.....	56
2.6.2 Material Logam.....	58
2.6.3 Karakteristik Material terhadap Laser.....	59
2.7 Pengujian Kekasaran.....	61
BAB III METODOLOGI	62
3.1 Diagram Alir Kegiatan	62
3.2 Desain Mesin <i>Laser cutting</i>	64

3.3	Alat dan Bahan.....	65
3.3.1	Konstruksi	65
3.3.2	Lampu	68
3.3.3	Pendingin	69
3.3.4	Laser.....	70
3.3.5	Pendukung Angin.....	75
3.3.6	Elektrikal.....	76
3.4	Perencanaan Desain	87
3.4.1	Analisa Struktur <i>laser cutting</i>	87
3.4.2	<i>Part Sistem Laser Mesin Laser Cutting</i>	93
3.4.3	<i>Part Sistem Air Pump Mesin Laser Cutting</i>	95
3.4.4	<i>Part Sistem Water Pump Mesin Laser Cutting</i>	95
3.4.5	<i>Part Transmisi Mekanik Mesin Laser Cutting</i>	96
3.4.6	Wiring Diagram.....	98
3.4.7	Chiller Diagram.....	98
3.5	Prosedur Pembuatan.....	99
3.6	Prosedur Pengujian Mesin <i>Laser cutting</i>	99
3.6.1	Prosedur Pemotongan Bahan uji	100
3.6.2	Pengujian Kekasaran.....	101
3.6.3	Pengujian Alat Pada Tahap Realisasi Produk.....	103
3.7	Jadwal Kegiatan	104
3.8	Rencana Anggaran Biaya	104
3.9	Pembagian Tugas	105
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		108
4.1	Hasil Fabrikasi Alat.....	108
4.2	Pengukuran Kekasaran Permukaan Material Akrilik.....	109
4.2.1	Pengaruh variasi daya laser terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pemotongan.....	110
4.2.2	Pengaruh variasi ketebalan material terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pemotongan.....	111
4.2.3	Daya optimal untuk setiap ketebalan	113
4.3	Realisasi Produk.....	114

4.3.1	Proses realisasi desain produk.....	114
4.3.2	Hasil realisasi produk.....	120
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	122
5.1	Kesimpulan	122
5.2	Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA.....		CXXV
LAMPIRAN.....		CXXIX

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Analisa struktur Material	87
Tabel 3. 2 Beban.....	88
Tabel 3. 3 Mesh	89
Tabel 3. 4 <i>Deformation</i>	89
Tabel 3. 5 <i>Equivalent (von misess) stress</i>	90
Tabel 3. 6 Hasil <i>Equivalent Elastic Strain</i>	91
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>water pump</i>	96
Tabel 3. 8 Gigi Optimal Pulley 3020	97
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Surface roughness tester</i>	101
Tabel 3. 10 Jadwal Kegiatan	104
Tabel 3. 11 Rencana Anggaran Biaya	104
Tabel 3. 12 Pembagian Tugas.....	106
Tabel 4. 1 Ra akrilik (S = 10 mm/s)	109
Tabel 4. 2 Rz akrilik (S = 10 mm/s)	109
Tabel 4. 3 Ra Triplek, microfiber, papan kayu	112
Tabel 4. 4 Rz Triplek, microfiber, papan kayu	112
Tabel 4. 5 Daya optimal Akrilik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Persiapan Alat dan Bahan.....	115
Tabel 4. 7 Sistem mekanik, kelistrikan	116
Tabel 4. 8 Proses Pengujian	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Diagram Mesin <i>Laser Cutting</i>	32
Gambar 2. 2 Skema Diagram Mesin <i>Laser Cutting</i>	32
Gambar 2. 3 Ilustrasi Proses <i>Laser Cutting</i> pada Material Logam	33
Gambar 2. 4 Sifat Koheren Sinar Laser	36
Gambar 2. 5 Sifat Fokus Energi atau Kolimasi Sinar Laser	36
Gambar 2. 6 Ilustrasi Efek yang terjadi Interaksi Laser dengan	38
Gambar 2. 7 Ilustrasi <i>Vaporization Cutting</i>	40
Gambar 2. 8 <i>Reactive Cutting</i>	41
Gambar 2. 9 Ilustrasi Pemotongan dengan Laser CO ₂	44
Gambar 2. 10 Ilustrasi Pemotongan dengan Laser Diode.....	45
Gambar 2. 11 Fiber Laser.....	46
Gambar 2. 12 Rel Linear	48
Gambar 2. 13 Timing Belt.....	48
Gambar 2. 14 <i>Stepper Motor</i>	49
Gambar 2. 15 <i>Driver Motor</i>	50
Gambar 2. 16 Catu Daya.....	50
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	62
Gambar 3. 2 Desain Laser Cutting	64
Gambar 3. 3 3030 Aluminium T Slot Profile	65
Gambar 3. 4 Plat Mild Steel 1 mm.....	65
Gambar 3. 5 Baut M5, M3	66
Gambar 3. 6 <i>Timing Belt Laser</i>	66
Gambar 3. 7 <i>Timing pulley</i>	67
Gambar 3. 8 <i>Linear Rail</i>	67
Gambar 3. 9 Chain Wire Carrier	68
Gambar 3. 10 TL LED	68
Gambar 3. 11 <i>Water pump</i>	69
Gambar 3. 12 Pipa Air 8x11	70
Gambar 3. 13 50 W CO ₂ Laser.....	70
Gambar 3. 14 Laser Head.....	71

Gambar 3. 15 Cermin reflector 1	72
Gambar 3. 16 Cermin reflector 2	73
Gambar 3. 17 Cermin reflector 3	73
Gambar 3. 18 Lensa <i>Focus</i>	74
Gambar 3. 19 <i>Exhaust fan</i>	75
Gambar 3. 20 Pipa silikon.....	75
Gambar 3. 21 <i>Air pump</i>	76
Gambar 3. 22 Nema 17 <i>stepper Motor</i>	77
Gambar 3. 23 <i>Emergency Stop</i>	77
Gambar 3. 24 <i>Laser switch</i>	78
Gambar 3. 25 <i>Endstop</i> KW12-3	79
Gambar 3. 26 24 V <i>Power Supply</i>	79
Gambar 3. 27 <i>Laser Power Supply Unit</i>	80
Gambar 3. 28 <i>AC Line Filter</i>	82
Gambar 3. 29 <i>Barrier Terminal Strip</i>	83
Gambar 3. 30 MCB (<i>Main Controller Board</i>)	84
Gambar 3. 31 HMI (<i>Human Machine Interface</i>)	85
Gambar 3. 32 <i>Power Socket</i>	86
Gambar 3. 33 <i>Constrain</i>	87
Gambar 3. 34 <i>Pembebanan</i>	88
Gambar 3. 35 Hasil <i>Mesh</i>	89
Gambar 3. 36 Hasil <i>Total Defarmation</i>	89
Gambar 3. 37 Hasil <i>Equivalent (von misess) stress</i>	90
Gambar 3. 38 Hasil <i>Equivalent Elastic Strain</i>	91
Gambar 3. 39 Ukuran <i>laser head</i>	93
Gambar 3. 40 Ukuran <i>air pump</i>	95
Gambar 3. 41 Ukuran <i>water pump</i>	95
Gambar 3. 42 Ukuran <i>Timing Belt Laser Head Axis Y</i>	96
Gambar 3. 43 Ukuran <i>Timing Belt Laser Head Axis X</i>	96
Gambar 3. 44 Ukuran <i>Motorstepper</i>	96
Gambar 3. 45 <i>Wiring Diagram</i>	98
Gambar 3. 46 <i>Chiller Diagram</i>	99

Gambar 3. 47 <i>Surface Roughness Tester</i>	101
Gambar 3. 48 Pengujian kekasaran.....	103
Gambar 4. 1 Fabrikasi Alat	108
Gambar 4. 2 Grafik Ra dan Rz Akrilik	110
Gambar 4. 3 Grafik Ra dan Rz Variasi Material	113
Gambar 4. 4 Desain untuk Akrilik	115
Gambar 4. 5 Proses Desain Akrilik M solver.....	115
Gambar 4. 6 Proses Pengoperasian alat	118
Gambar 4. 7 Pengamatan proses kerja	118
Gambar 4. 8 Evalausi Hasil Pengujian.....	120
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian	121
Gambar 4. 10 Dokumentasi dengan alat	121

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
p	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
$\sigma^!$	Equivalent (von mises) stress	100