

**PERANCANGAN DAN UJI HASIL
PADA MESIN *CNC LASER CUTTING ENGRAVING*
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Ahli Madya teknik



Diajukan oleh :

MEIDA ADITH DARMADI

200103008

**PROGAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN
INDUSTRI PERTANIAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI**

2023

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DAN UJI HASIL PADA MESIN CNC LASER CUTTING
ENGRAVING SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DESIGN AND TEST RESULT ON A CNC LASER CUTTING ENGRAVING
MACHINE AS A LEARNING MEDIUM

Dipersiapkan dan disusun oleh
MEIDA ADITH DARMADI
200103008

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Seminar Tugas Akhir tanggal 26 Juli 2023

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama


Radh. Arifawan, S.T.,M.Eng.

NIDN. 0002069108

Pembimbing Pendamping


Unggul Satria Jati, S.T.,M.T.

NIDN. 0001059009

Dewan Penguji 1


Mohammad Nurhilal, S.T.,M.Pd.,M.T.

NIDN. 0615107603

Dewan Penguji II


Roy Aries Permana Tarigan, S.T.,M.T.

NIDN. 0028108902

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui
Koordinator Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T
NIDN. 0005039107

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

PERANCANGAN DAN UJI HASIL PADA MESIN *CNC LASER CUTTING* ENGRAVING SEBAGAI METODE PEMBELAJARAN

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd.,M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian.
3. Bapak Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T selaku Ketua Prodi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
4. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Penguji I Tugas Akhir.
5. Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T selaku Penguji II Tugas Akhir.
6. Bapak Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T selaku Ketua Prodi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
7. Bapak Radhi Ariawan, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Bapak Unggul Satria Jati, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Seluruh dosen, asisten, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan memberi fasilitas peralatan serta membantu dalam segala hal selama kegiatan penulis dikampus.

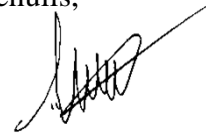
Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaan. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 26 Juli 2023

Penulis,



Meida Adith Darmadi

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 10 Mei 2023

Penulis,

Meida Adith Darmadi



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap yang bertanda tangan dibawah ini,
saya:

Nama : Meida Adith Darmadi
No Mahasiswa : 200103008
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“PERANCANGAN DAN UJI HASIL PADA MESIN CNC LASER CUTTING
ENGRAVING SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas *Royalti Non-Eksklusif* ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikanya dan menampilkan/mempublikasikan diinternet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu minta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 10 Mei 2023


Meida Adith Darmadi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Rakayasa Mesin dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Radhi Ariawan, S.T., M.Eng. dan Bapak Unggul Satria Jati, S.T., M.T. selaku Pembimbing I dan II Tugas Akhir.
4. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. dan Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku penguji I dan II Tugas Akhir.
5. Kedua orangtua penulis yang selalu memberikan semangat, doa dan memfasilitasi segala hal dalam kehidupan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Exgi Setiawan selaku kelompok Tugas Akhir yang selalu solid dan sabar menghadapi semua halangan dan rintangan selama pembuatan mesin dan laporan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh keluarga saya yang turut mendukung dan mendoakan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman satu kelas TM A, satu angkatan, maupun satu kampus yang selalu mendukung dan memotivasi.
9. Adik-adik kelas satu prodi maupun satu kampus yang telah memberikan masukan dan arahan.

Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya hingga pada akhirnya terselesaikan Tugas Akhir saya ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Mesin CNC *laser cutting engraving* adalah salah satu teknologi yang sangat berguna sebagai metode pembelajaran bagi mahasiswa teknik mesin. Dengan teknologi tersebut, mahasiswa dapat memperoleh keterampilan teknis dan praktis yang diperlukan di industri manufaktur. Mesin CNC *laser cutting engraving* juga dapat meningkatkan kreatifitas dan inovasi dalam pembelajaran. Tujuan dari perancangan dan uji hasil adalah untuk menghitung elemen mesin dan uji hasil pada penggerak *axis X* dan *Y*.

Proses perancangan yang dilakukan adalah dengan pendekatan metode James H. Earle. Proses perancangan mesin CNC *laser cutting engraving* dilakukan dengan beberapa proses seperti gambar mesin *laser cutting engraving*, menghitung elemen mesin, menentukan bahan yang akan digunakan. Mesin CNC *laser cutting engraving* dibuat dengan komponen seperti rangka mesin menggunakan aluminium profil, motor penggerak *axis X*, *Y*, dan *Z* menggunakan motor NEMA 17, poros yang digunakan 8 mm, daya laser yang digunakan 5.500 mWatt, mikrokontroler yang digunakan STM32. Dimensi area kerja mesin CNC *laser cutting engraving* memiliki ukuran 400 mm x 400 mm. *Software* yang digunakan yaitu Lightburn, untuk mengoperasikan mesin CNC *laser cutting engraving*.

Berdasarkan proses uji hasil yang telah dilakukan, didapatkan selisih pada gravir *axis X* yaitu + 0,05 dan *axis Y* + 0,07 dan selisih pada proses pemotongan pada *axis X* yaitu - 0,28 dan *axis Y* - 0,16. Arus yang digunakan pada proses gravir pada triplek kayu 3 mm yaitu 30% dengan kecepatan gravir 150 mm/s dan pada proses pemotongan pada material polimer 2 mm menggunakan arus 98% dengan kecepatan 5 mm/s.

Kata kunci : CNC, *laser cutting, engraving*, perancangan, uji hasil.

ABSTRACT

CNC laser cutting engraving machine is one of useful technology that applied as a learning method for mechanical engineering students. With this technology, students can gain technical and practical skills needed in the manufacturing industry. CNC laser cutting engraving machines can also increase creativity and innovation in learning. The purpose of design and test results is to calculate machine elements and test results on X and Y axis drives.

The design process used the approach of the James H. Earle method. The design process of CNC laser cutting engraving machine is carried out by several processes such as drawing laser cutting engraving machines, counting machine elements, determining the materials to be used. CNC laser cutting engraving machines are made using some components such as machine frame with profile aluminum, X, Y, and Z axis drive motors with NEMA 17 motors, shafts used 8 mm, laser power with 5,500 mWatt, microcontrollers with STM32. The dimension of the working area of the CNC laser cutting engraving machine is 400 mm x 400 mm. The software used is Lightburn, is used to operate CNC laser cutting engraving machines.

Based on the test process results that have been carried out, deviations are obtained in the X axis engraving is + 0.05 and Y axis + 0.07 and deviations in the cutting process on the X axis is - 0.28 and Y axis - 0.16. The current used in the engraving process on 3 mm wood plywood is 30% with an engraving speed of 150 mm / s and in the cutting process on 2 mm polymer material using a current of 98% with a speed of 5 mm / s.

Keywords : CNC, laser cutting, engraving, designing, test result

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	
Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERNYATAANA PUBLIKASI.....	
Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	
Error! Bookmark not defined.1	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.5.1 Bagi Penulis.....	3
1.5.2 Bagi Perguruan Tinggi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5

2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Perancangan (Desain).....	9
2.2.1.1 Identifikasi masalah (identify)	9
2.2.1.2 Ide awal	9
2.2.1.3 Perbaiki ide.....	10
2.2.1.4 Analisa rancangan	10
2.2.1.5 Keputusan.....	10
2.2.1.6 Implementasi	10
2.2.2 Komponen-Komponen Mesin <i>Laser Cutting Engraving</i>	11
2.2.2.1 <i>Laser diode</i>	11
2.2.2.2 <i>Motor Stepper</i>	11
2.2.2.3 Sistem Minimum Mikrokontroler STM32F103C8T6.....	12
2.2.2.4 <i>Driver Motor</i>	13
2.2.2.5 <i>Power Supply</i>	13
2.2.2.6 Poros.....	14
2.2.2.7 Bantalan.....	17
2.2.2.8 <i>Leadscrew</i>	18
2.2.2.9 <i>SolidWorks</i>	18
BAB III METODELOGI PENYELESAIAN MASALAH.....	20
3.1 Alat dan Bahan	20
3.1.1 Alat	20
3.1.2 Bahan.....	21
3.2 Prosedur Perancangan	25
3.2.1 Mulai.....	26
3.2.2 Identifikasi Masalah	26
3.2.3 Studi Lapangan.....	27
3.2.4 Ide Awal	27
3.2.5 Evaluasi Rancangan.....	27
3.2.6 Keputusan	27

3.2.7 Implementasi	27
3.2.8 Penulisan Laporan	28
3.2.9 Selesai.....	28
3.3 Desain Mekanis Alat	28
3.5 Uji Hasil	28
3.5.1 Persiapan alat dan bahan	29
3.5.2 Persiapan progam	29
3.5.3 Kalibrasi	29
3.5.4 Uji dan Analisa Hasil.....	29
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
4.1 Metode Perancangan James H. Earle	31
4.1.1 Identifikasi Masalah	31
4.1.2 Ide Awal	34
4.1.3 Perbaiki ide	35
4.1.4 Analisa Rancangan	36
4.1.5 Keputusan	38
4.1.6 Implementasi	50
4.2 Uji Hasil	50
4.2.1 Uji dan Analisa Hasil Gravir axis X dan Y Materia Triplek.....	52
4.2.2 Uji dan Analisa Hasil Pemotongan axis X dan Y Material Polimer.	53
BAB V PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain mesin CNC laser engraving (Munadi, dkk., 2018).....	5
Gambar 2.2 Prototype mesin laser graver (Sutisna & Fauzi, 2020).....	6
Gambar 2.3 Hasil Rancangan (Yanto, dkk., 2021).....	7
Gambar 2.4 Desain mesin CNC laser cutting (Syaifullah, dkk., 2021).....	8
Gambar 2.5 Desain Instalasi Hardware (Tunggal, dkk., 2021).....	8
Gambar 2.6 Modul Laser 5500 mW.....	11
Gambar 2.7 Motor Stepper NEMA 17.....	12
Gambar 2.8 Board Microcontroller STM32F103C8T6 (Bluepill).....	13
Gambar 2.9 Driver Motor TB6600.....	13
Gambar 2.10 Power Supplay 12V 5A.....	15
Gambar 2.11 Poros.....	18
Gambar 2.12 Bantalan.....	18
Gambar 2.13 Leadscrew.....	18
Gambar 2.14 Tampilan dari SolidWorks.....	19
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan.....	26
Gambar 3.2 Desain mesin <i>laser cutting engraving</i>	28
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Uji Hasil.....	29
Gambar 4.1 Alluminium profil.....	38
Gambar 4.2 <i>Motor stepper</i> nema 17.....	38
Gambar 4.3 <i>belt</i> dan <i>pully</i>	45
Gambar 4.4 Mikrokontroler STM32.....	45
Gambar 4.5 <i>Laser diode</i>	46
Gambar 4.6 Poros <i>slideway</i>	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat	20
Tabel 3.2 Bahan.....	21
Tabel 3.3 Hasil Pengujian gravir sumbu X dan Y Material Triplek.	30
Tabel 3.4 Hasil Pengujian pemotongan sumbu X dan Y material Polimer.....	30
Tabel 4.1 Hasil Wawancara.....	31
Tabel 4.2 Hasil Wawancara Mahasiswa.....	32
Tabel 4.3 Kebutuhan Mesin	32
Tabel 4.4 Sketsa dan Catatan.....	33
Tabel 4.5 Ide Awal	34
Tabel 4.6 Tabel Penilaian	35
Tabel 4.7 Matrik Pemilihan Konsep.....	36
Tabel 4.8 Analisa Rancangan	36
Tabel 4.9 Spesifikasi Mikrokontroler STM32.....	45
Tabel 4.10 Spesifikasi Bantalan	46
Tabel 4.11 Pengujian Uji Hasil	50
Tabel 4.12 Uji Hasil Gravir	52
Tabel 4.13 Uji Hasil Pemotongan	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Bill Of Material*

Lampiran 2. Dokumentasi Uji Hasil

Lampiran 3. Tabel *Tensile Stress* Material Poros

Lampiran 4. Tabel Koreksi Kejutan dan Fatik Torsi (Kt) dan momen (Km)

Lampiran 5. Desain Mesin *Laser Cutting Engraving*

SIMBOL

M	= Momen (N.mm)
F	= Gaya (N)
S	= Jarak dari titik ke titik (mm)
τ_{ijin}	= Tegangan yang diijinkan (N/mm ²)
σ	= Tegangan luluh (N/mm ²)
S_{f1}	= Faktor keamanan menurut harga bahan
S_{f2}	= Faktor keamanan beban yang dikenakan
M_e	= Momen ekuivalen (N/mm)
σ_a	= Tegangan geser ijin (N/mm ²)
d	= Diameter (mm)
T_e	= Torsi ekuivalen (n.mm)
τ_a	= Tegangan geser ijin (N/mm ²)
F_a	= Beban aksial/beban yang sejajar dengan sumbu poros (kg)
F_r	= Beban radial/beban yang tegak lurus dengan sumbu poros (kg)
f_n	= Faktor kecepatan
n	= Kecepatan putaran (rpm)
F_h	= Faktor umur
c	= Beban nominal dinamis spesifik (kg)
p	= Beban ekuivalen dinamis (kg)
T_u	= Torsi (N.m)
F	= Gaya yang akan dipindahkan (N)
D_p	= Ukuran belt
L	= Kisar belt
f	= Koefisien gesekan