



**OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING ENGRAVING
DENGAN DAYA LASER 6.5 WATT PADA MATERIAL
AKRILIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

BAGAS JAYA BUWONO

1610311019

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2020



**OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING ENGRAVING
DENGAN DAYA LASER 6.5 WATT PADA MATERIAL
AKRILIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

BAGAS JAYA BUWONO

1610311019

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2020

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

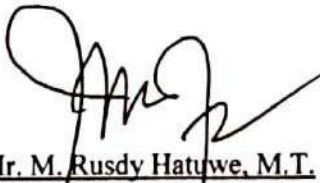
Nama : Bagas Jaya Buwono

NIM : 1610311019

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING
ENGRAVING DENGAN DAYA LASER 6.5 WATT
PADA MATERIAL AKRILIK MENGGUNAKAN
METODE TAGUCHI

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jakarta.


Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.
Penguji Utama


Signi Pradana, S.T. M.T.

Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si.
Dekan


Budhi Martana, S.T. M.M.
Penguji II (Pembimbing)


Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.
Ka.Progdi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 23 Juni 2020

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Bagas Jaya Buwono

NIM : 1610311019

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING
ENGRAVING DENGAN DAYA LASER 6.5 WATT
PADA MATERIAL AKRILIK MENGGUNAKAN
METODE TAGUCHI

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis berdasarkan arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



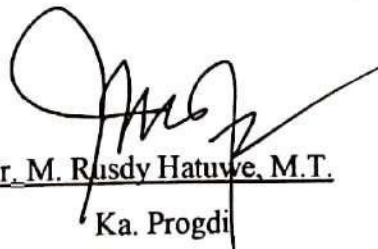
Budhi Martana, S.T. M.M.

Pembimbing I



Muhammad Arifudin Lukmana, S.T. M.T.

Pembimbing II



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.
Ka. Progdi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 23 Juni 2020

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Bagus Jaya Buwono

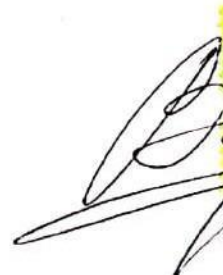
NIM : 1610311019

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 7 Juli 2020

Yang menyatakan,


**METERAI
TEMPEL**
13E17AHF560752193
6000
ENAM RIBU RUPIAH
(Bagus Jaya Buwono)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta,
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Jaya Buwono

NIM 1610311019

Fakultas : Teknik

Program Studi: Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING ENGRAVING DENGAN DAYA LASER 6.5 WATT PADA MATERIAL AKRILIK MENGUNAKAN METODE TAGUCHI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 7 Juli 2020

Yang menyatakan


(Penulis)

**OPTIMASI PERFORMA LASER CUTTING ENGRAVING DENGAN
DAYA LASER 6.5 WATT PADA MATERIAL AKRILIK
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI**

Bagas jaya Buwono

Abstrak

Proses permesinan *laser cutting* saat ini seringkali dimanfaatkan dalam industri besar maupun individu dan proyek ilmiah pelajar. Akrilik adalah salah satu bahan yang pengolahannya banyak melibatkan *laser cutting*, namun saat ini banyak *laser cutting* khususnya yang berdaya rendah tidak dioptimasi secara maksimal. Pada penelitian ini penulis ingin mengoptimasi *laser cutting* dengan daya 6.5 Watt menggunakan metode optimasi Taguchi pada material akrilik hitam solid dengan ketebalan 3mm, dengan acuan nilai kekasaran permukaan benda kerja setelah dikenakan proses *laser cutting* menggunakan satuan R_a . Faktor kontrol yang disertakan adalah jarak laser, daya laser, kecepatan potong dan waktu pendinginan. Proses eksperimen dilakukan sebanyak 27 kali dengan replikasi pengukuran sebanyak 2 kali. Hasil terbaik dari eksperimen dengan nilai pengukuran kekasaran sebesar $0.782\mu m$ sedangkan rata rata nilai kekasaran adalah $2.271\mu m$. Setelah dilakukan eksperimen diketahui hasil terbaik diperoleh dengan faktor jarak laser 20.6mm, kecepatan potong 70mm/min, daya laser 6.5watt dan waktu pendinginan 10s. sedangkan pengaruh faktor terhadap hasil kekasaran permukaan adalah jarak laser 27%, kecepatan potong 40.9%, daya laser 18.9% dan waktu pendinginan 7.05%. setelah dilakukan kalibrasi pada *laser cutting* ketelitian pemotongan naik dari $\pm 1mm$ menjadi $\pm 0.4mm$ atau mengalami kenaikan sebesar 60%, dengan rata rata hasil pengukuran dimensi akhir sebesar 24.87mm.

Kata kunci: *Laser cutting*, akrilik, metode optimasi Taguchi, nilai kekasaran permukaan R_a , daya laser, sudut pemotongan, kecepatan potong, jarak laser, ketelitian.

**OPTIMIZATION OF LASER CUTTING ENGRAVING PERFORMANCE
WITH 6.5 WATT LASER POWER IN ACRYLIC MATERIAL USING
TAGUCHI METHOD**

Bagas Jaya Buwono

Abstract

In this time laser cutting machining processes are often utilized in large industries as well as individual and student scientific projects. Acrylic is one of the materials whose processing involves a lot of laser cutting, but today many laser cutting, especially low-power ones are not optimally optimized. In this study, the author wants to optimize the laser cutting with 6.5 Watt power using the Taguchi optimization method on solid black acrylic material with a thickness of 3mm, with reference to the surface roughness value of the workpiece after being subjected to the laser cutting process using the R_a unit. The control factors included are laser distance, laser power, cutting speed and cooling time. The experimental process was carried out 27 times with replication measurements 2 times. The best results from experiments with a roughness measurement value of 0.782 μm while the average roughness value was 2.271 μm . After conducting experiments it is known that the best results are obtained with a laser distance factor of 20.6mm, a cutting speed of 70mm / min, a laser power of 6.5 watts and a cooling time of 10s. while the influence of factors on the results of surface roughness is a laser distance of 27%, cutting speed of 40.9%, laser power of 18.9% and cooling time of 7.05%. after calibration on laser cutting the accuracy of cutting increases from $\pm 1\text{mm}$ to $\pm 0.4\text{mm}$ or increases by 60%, with an average final dimension measurement of 24.87mm.

Keywords: *Laser cutting, acrylic, Taguchi optimization method, R_a surface roughness value, laser power, cooling time, cutting speed, laser distance, accuracy.*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya yang memungkinkan penulis untuk menyusun skripsi yang berjudul “Optimasi Performa Laser Cutting Engraving dengan daya lesir 6.5 Watt Pada Material Akrilik Menggunakan Metode”. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat pencapaian gelar Sarjana Teknik untuk program studi Teknik mesin S-1 pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis menerima banyak bantuan serta bimbingan dari pihak-pihak yang berbeda dan berlangsung dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan skripsi yang akan menjadi sangat sulit tanpa bantuan dan bimbingan yang diterima oleh penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan penuh baik dari moral maupun material, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan bantuan yang berupa materi maupun non-materi sehingga penulis tetap termotivasi untuk melakukan penulisan skripsi ini.
3. Bapak M. Rusdy Hatuwe S.T., M.T selaku kepala Program Studi Teknik Mesin S-1 Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Budhi Martana S.T., M.M selaku dosen pembimbing I dan Bapak Muhammad Arifudin Lukmana S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis dalam tahap penyusunan skripsi.
5. Mahasiswa Teknik Mesin 2016 yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi dan selama masa perkuliahan penulis.
6. Pihak lainnya yang banyak membantu dan membimbing saya, yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

Penulis berharap Allah SWT akan membalas semua kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis. Penulis juga berharap agar skripsi ini memberikan manfaat untuk pengembangan ilmu dalam dunia pendidikan.

Jakarta, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN PENGUJI	i
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	iv
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Deskripsi Umum <i>Laser Cutting</i>	5
2.1.1 Pengertian <i>Laser Cutting</i>	5
2.1.2 Pengoprasian <i>Laser Cutting</i>	5

2.1.3 Komponen <i>Laser Cutting</i>	6
2.1.4 Parameter pada Laser Cutting.....	10
2.1.5 Kaliberasi Dimensi Hasil Pemotongan	12
2.2 Program Pada Laser Cutting	12
2.2.1 LaserGRBL	12
2.2.2 Perintah Kerja LaserGRBL	13
2.3 Proses Optimasi	14
2.3.1 Pengertian Optimasi	14
2.3.2 Faktor yang Digunakan pada Proses Optimasi	14
2.4 Metode Taguchi	14
2.4.1 Perumusan Metode Taguchi	14
2.4.2 Desain Eksperimen Taguchi	15
2.4.3 Tahap Perencanaan Eksperimen	16
2.4.4 Tahap Pelaksanaan Eksperimen	19
2.4.5 Tahap Analisa	20
2.4.6 Interpretasi Hasil Eksperimen.....	23
2.4.7 Eksperimen Konformasi	25
2.5 Parameter Kekasaran Permukaan	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Skema Penelitian.....	29
3.2 Perumusan Masalah	30
3.3 Studi literatur	30

3.4 Perancangan Metode Penelitian.....	30
3.5 Pengambilan Data.....	30
3.5.1 Faktor yang Diteliti.....	32
3.5.2 Benda Kerja Yang di Uji	32
3.6 Pengolahan Data	34
3.6.1 Perencanaan Pengolahan Data.....	35
3.7 Analisis Hasil Penelitian.....	35
3.8 Alat Ukur Yang Digunakan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Rancangan Pengumpulan Data	37
4.2 Persiapan Kegiatan Eksperimen	38
4.2.1 Kaliberasi dimensi hasil pemotongan	38
4.2.2 Persiapan Benda kerja	41
4.3 Proses Eksperimen Laser Cutting.....	42
4.4 Pengukuran Dimensi Hasil Pemotongan	43
4.5 Pengukuran Nilai Kekasaran	44
4.5.1 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Akrilik	46
4.6 Pengolahan Data dengan Metode Taguchi	47
4.6.1 Mencari Signifikansi Pengaruh Tiap Faktor.....	47
4.6.2 Transformasi data ke Rasio S/N.....	50
4.6.3 Sum of square	55
4.6.4 Persentase pengaruh masing masing faktor.....	57

4.7 Analisa grafik hasil perhitungan	58
4.7.1 Analisa Grafik hasil perhitungan Surfcorder	58
4.7.2 Analisa grafik antar faktor dengan hasil akhir	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
RIWAYAT HIDUP	66
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara pengoprasian laser cutting.....	6
Gambar 2.2 Arduino pada laser cutting	7
Gambar 2.3 Laser modul dengan daya 6.5W	7
Gambar 2.4 Motor stepper	8
Gambar 2.5 Menggambarkan letak limit switch	9
Gambar 2.6 Meja kerja laser cutting	9
Gambar 2.7 Watt meter pada lasser cutting	10
Gambar 2.8 Diagram ishihawa	17
Gambar 2.9 Sistem garis mean dan definisi Ra.....	27
Gambar 2.10 Definisi parameter amplitudo Rt, Rp, dan Rv	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram alir pengambilan data	31
Gambar 3.3 Rencana pemotongan akrilik	33
Gambar 3.4 Benda kerja hasil pemotongan laser	34
Gambar 4.1 Diagram ishihawa faktor kontrol pada laser Cutting	38
Gambar 4.2 Pengaturan Grbl	39
Gambar 4.3 Pengukur kekasaran SurfCorder SE300.....	45
Gambar 4.4 Posisi penempatan benda kerja yang akan diukur	45
Gambar 4.5 Hasil kekasaran permukaan akrilik pada Surfcorder SE300	46
Gambar 4.6 Grafik perhitungan kekasaran permukaan dengan hasil 4.575 μ m	58
Gambar 4.7 Grafik perhitungan kekasaran permukaan dengan hasil 0.782 μ m	58
Gambar 4.8 Grafik pengaruh jarak laser terhadap kekasaran permukaan	59
Gambar 4.9 Grafik pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan ...	60

Gambar 4.10 Grafik pengaruh daya laser terhadap kekasaran permukaan	61
Gambar 4.11 Grafik pengaruh waktu pendinginan terhadap nilai kekasaran.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 merupakan tabel matriks orthogonal yang dijadikan acuan	19
Tabel 3.1 Faktor dan level pada pengujian laser cutting	32
Tabel 4.1 Rencana proses pengambilan data	37
Tabel 4.2 Pengaturan X dan Y axis travel resolution	39
Tabel 4.3 Dimensi hasil Pengukuran Tahap 1.....	40
Tabel 4.4 Dimensi hasil Pengukuran Tahap 2.....	40
Tabel 4.5 Dimensi hasil Pengukuran Tahap 3.....	41
Tabel 4.6 Sifat akrilik Margacipta	42
Tabel 4.7 Pengukuran Dimensi Hasil Pemotongan	43
Tabel 4.8 hasil pengukuran kekasaran permukaan	47
Tabel 4.9 Signifikansi pengaruh faktor pada eksperimen	50
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Rasio S/N	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengukuran kekasaran permukaan, nilai dan grafik R_a