

**OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN CNC LASER
CUTTING BERBASIS DESAIN EKSPERIMEN UNTUK
MENGURANGI TERJADINYA *DEFECT***

Tugas Akhir

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



Dibuat oleh:

YONATHAN ANDREW BUDIANTO

18 16 10045

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN CNC LASER CUTTING BERBASIS DESAIN
EKSPERIMEN UNTUK MENGURANGI TERJADINYA DEFECT

yang disusun oleh

YONATHAN ANDREW BUDIANTO

181610045

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 08 Juni 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Dr. T. Baju Bawono, ST., MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui
Penguji 2	: A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah menyetujui
Penguji 3	: Timothy Rey Laheba, S.T., M.Eng	Telah menyetujui

Yogyakarta, 08 Juni 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yonathan Andrew Budianto

NPM : 18 16 10045

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "**OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN CNC LASER CUTTING BERBASIS DESAIN EKSPERIMEN UNTUK MENGURANGI TERJADINYA DEFECT**" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2020/2021 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 8 Juni 2021

Yang menyatakan,



The image shows a handwritten signature in black ink over a yellow revenue stamp. The stamp is a 'Meterai Tempel' (revenue stamp) for 1000 Rupiah, with the serial number 70AJX046585357. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and 'METERAI TEMPEL'.

Yonathan Andrew Budianto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta Alam Semesta atas berkat dan kebaikan yang selalu diberikan pada penulis sehingga penulis dapat melakukan penelitian dan menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mencapai derajat Sarjana Teknik (S.T.) program ekstensi ATMI-UAJY di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak didapatkan dengan kemampuan individu tetapi tidak luput dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang terlibat dalam memberikan bantuan, masukan dan dorongan dalam pembuatan makalah ini :

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Ririn Diar Astanti., S.T., M.MT., D.Eng., selaku Ketua Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Lenny Halim, S. T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Dr. Paulus Wisnu Anggoro S.T., M.T., atas kesediaannya menjadi pembimbing 1 selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Dr. Baju Bawono, ST., MT. atas kesediaannya menjadi pembimbing 2 selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Yosef Daryanto, S.T., M.Sc., atas kesediaannya menjadi pembimbing pada pengerjaan proposal Tugas Akhir ini.
7. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Industri.
8. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberi dukungan moral dan materi terhadap penulis, baik didalam maupun diluar lingkungan perkuliahan dari Politeknik ATMI Surakarta hingga di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
9. Politeknik ATMI Surakarta, yang telah memberikan begitu banyak ilmu dan pengalaman yang dapat dipakai untuk melanjutkan studi ke jenjang S1.
10. PT. ATMI Duta *Engineering*, yang berjasa telah memberikan perijinan sebagai tempat dilakukannya penelitian oleh penulis.

11. Teman - teman Politeknik ATMI Surakarta angkatan 48 yang telah membantu dalam memberikan berbagai informasi tentang makalah ini.
12. Teman - teman mahasiswa ATMI-UAJY '18 (transfer S1 ATMI-UAJY) program studi Teknik Industri yang telah memberi dukungan moral dan bantuan dalam bentuk apapun kepada penulis untuk menyusun makalah ini.
13. Dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya, meskipun laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan dan perkembangan karya tulis serupa. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, Tuhan Semesta Alam Memberkati. Berkah Dalem.

Yogyakarta, 8 Juni 2021



Yonathan Andrew Budianto



DAFTAR ISI

BAB JUDUL	HAL
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
PERSAMAAN	xi
LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	14
1.1. Latar Belakang	14
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Tujuan Penelitian	16
1.4. Batasan Masalah	17
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	18
2.1. Tinjauan Pustaka	18
2.2. Dasar Teori	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Tahapan Identifikasian Masalah Penelitian	32
3.2. Metodologi Penelitian	33
3.3. Diagram alur penelitian	35
BAB 4 PROFIL DATA	37
4.1. Pengambilan Data	37
4.2. Pengolahan Data <i>Minitab 19</i>	43

BAB 5 PEMBAHASAN PENELITIAN	59
5.1. 5M2E11	59
5.2. Analisis Kualitas dari Mesin <i>CNC Laser Cutting</i>	62
5.3. Analisis <i>Cutting Parameter Condition</i>	63
5.4. Analisis menggunakan <i>Anova</i>	64
5.5. Model Regresi Dan Fungsi <i>Desirability</i>	64
BAB 6 Kesimpulan dan Saran	67
6.1. Kesimpulan	67
6.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	71



DAFTAR TABEL

TABEL	HAL
Tabel 4.1. Faktor dan Level	38
Tabel 4.2. <i>Matrix OA L₁₆4³Coded</i>	41
Tabel 4.3. <i>Matrix OA L₁₆4³ Coded</i> dan Respon Data	43
Tabel 4.4. <i>Response Table for Signal to Noise Ratios Smaller is better</i>	47
Tabel 4.5. <i>Response Table for Means</i>	47
Tabel 4.6. <i>Matrix OA L₁₆4³ Uncoded</i> dan Respon Data	49
Tabel 5.2. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penggunaan <i>DOE</i>	66



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HAL
Gambar 2.1. Dross pada material	20
Gambar 2.2. TruLaser 3030 I20	21
Gambar 2.3. Skema Pemotongan Material Pada Laser Cutting	22
Gambar 2.4. Rata-rata kekasaran (R_a)	24
Gambar 2.5. Ketinggian maksimum (R_y)	24
Gambar 2.6. Kekasaran rata-rata 10 tempat (R_z)	24
Gambar 2.7. Surface Roughness Tester Mahr MarSurf PS1	25
Gambar 2.8. Contoh Kurva <i>Surface Plot</i>	28
Gambar 2.9. Contoh kurva <i>Contour Plot</i>	28
Gambar 2.10 Tampilan <i>Minitab 19</i>	30
Gambar 2.11. Tampilan <i>AutoCAD 18</i>	31
Gambar 2.12. Fitur <i>Line</i>	31
Gambar 2.13. Fitur <i>Dimension</i>	31
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	36
Gambar 4.1. <i>Sheet Metal 10 mm ST 37</i>	37
Gambar 4.2. Kontur Pemotongan	38
Gambar 4.3 Alur pembuatan Desain Pengujian	39
Gambar 4.4. <i>Create Taguchi Design</i>	40
Gambar 4.5. <i>Taguchi Design</i>	40
Gambar 4.6. <i>Taguchi Design: Available Design</i>	40
Gambar 4.7. <i>Taguchi Design: Design</i>	41
Gambar 4.8. Hasil Eksperimen <i>Matrix OA L₁₆4³</i> pada mesin <i>CNC Laser Cutting</i>	42
Gambar 4.9. Pengukuran Kekasaran Permukaan Pada Produk Eksperimen	42
Gambar 4.10. <i>Minitab 19 Worksheet</i>	44
Gambar 4.11. Normality Test	44
Gambar 4.12. <i>Normality Test Menu</i>	45
Gambar 4.13. <i>Normal Probability Plot of Ra</i>	45
Gambar 4.14. <i>Analyze Taguchi Design</i>	46
Gambar 4.15. <i>Analyze Taguchi Design Menu</i>	46
Gambar 4.16. <i>Analyze Taguchi Design: option</i>	47
Gambar 4.17. Grafik <i>Main Effect Plot for Means</i>	48

Gambar 4.18. Grafik <i>Main Effect for SN Ratio</i>	48
Gambar 4.19. <i>Define Custom Response Surface Design</i>	49
Gambar 4.20. <i>Define Custom Response Surface Design Menu</i>	50
Gambar 4.21. <i>Define Custom Response Surface Design: Low / High</i>	50
Gambar 4.22. <i>Custom Response Surface Design</i>	51
Gambar 4.23. <i>Create Analyze Response Surface Design</i>	51
Gambar 4.24. <i>Analyze Response Surface Design Menu</i>	52
Gambar 4.25. <i>Analyze Response Surface Design: Results</i>	52
Gambar 4.26. Grafik Pareto	53
Gambar 4.27. Grafik <i>Versus Order</i>	54
Gambar 4.28. <i>Create Contour Plot</i>	55
Gambar 4.29. <i>Contour Plot menu</i>	55
Gambar 4.30. <i>Contour Plot of Ra</i>	55
Gambar 4.31. <i>Create Surface Plot</i>	56
Gambar 4.32. <i>Surface Plot menu</i>	56
Gambar 4.33. <i>Surface Plot of Ra</i>	57
Gambar 4.34. <i>Create RSM Response Optimizer</i>	57
Gambar 4.35. <i>Response Optimizer Menu</i>	58
Gambar 4.36. Grafik <i>Composite Desirability RSM</i>	58

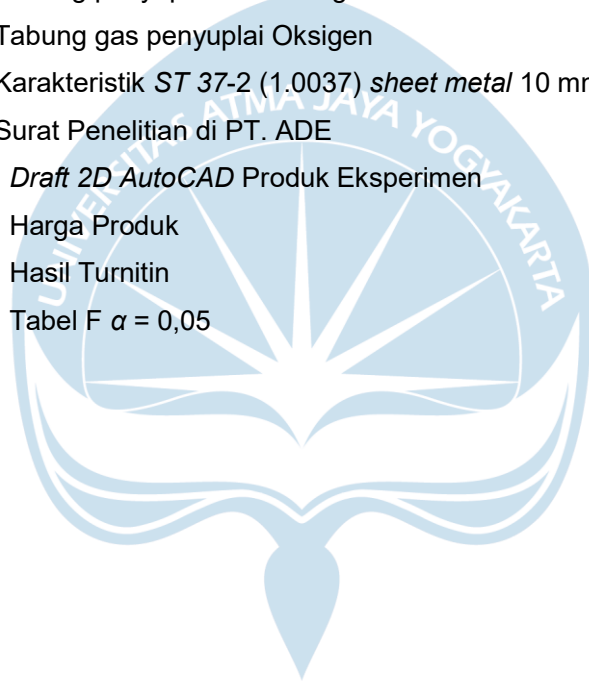
PERSAMAAN

PERSAMAAN	HAL
(2.1)	27
(2.2)	27
(2.3)	27
(2.4)	29
(2.5)	29
(4.1)	54
(5.1)	65
(5.2)	65



LAMPIRAN

LAMPIRAN	HAL
Lampiran 1. Diagram Keterkaitan	71
Lampiran 2. <i>Conveyor</i> Material sebelum dimasukan ke <i>working area</i>	72
Lampiran 3. Bentuk tampilan kontur pemotongan pada monitor	73
Lampiran 4. Proses pemotongan material	74
Lampiran 5. Pipa Gas Oksigen dan Nitrogen yang digunakan untuk menyuplai Gas pada mesin <i>laser cutting</i>	75
Lampiran 6. Tabung penyuplai Gas nitrogen	76
Lampiran 7. Tabung gas penyuplai Oksigen	77
Lampiran 8. Karakteristik ST 37-2 (1.0037) <i>sheet metal</i> 10 mm.	78
Lampiran 9. Surat Penelitian di PT. ADE	79
Lampiran 10. <i>Draft 2D AutoCAD</i> Produk Eksperimen	80
Lampiran 11. Harga Produk	81
Lampiran 12. Hasil Turnitin	82
Lampiran 13. Tabel F $\alpha = 0,05$	83



INTISARI

CNC laser cutting adalah mesin yang sering digunakan industri untuk pemotongan *sheet metal* dengan proses pemotongan non kontak pada benda kerja. Namun dalam kenyataannya sering ditemukan cacat berupa *dross* dan material tidak terpotong rapi setelah proses pemesinan berlangsung. Cacat ini, terjadi karena pemilihan parameter pemesinan pada mesin *CNC laser cutting* yang tidak optimal oleh *engineer* PT. Atmi Duta *Engineering* di lantai produksi.

Tiga parameter pemesinan yang diduga berpengaruh terhadap kualitas hasil pemesinan pada mesin *CNC Laser Cutting* ditetapkan, yaitu *Speed*, *Gass Pressure*, dan *Focus Line Setting Dimension* diujikan pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor *speed* memberikan pengaruh yang signifikan (P-Value 0.036) terhadap respon data yang diukur dalam hal ini *surface roughness* pada material *ST 37* sebesar 26.15%.

Berdasarkan eskperimen yang dilakukan pada *sheet metal ST 37* dengan tebal 10 mm mampu menghasilkan *surface roughness* pada standar *N9* ($\leq 6,3 \mu\text{m}$) dan tidak ditemukannya *dross* pada hasil eksperimen. Pada penelitian ini juga menunjukan metode optimasi menggunakan *Taguchi* dan *Response Surface* mampu memberikan peningkatan optimasi untuk mengurangi *surface roughness defect* pada produk yang dapat dicapai setelah menggunakan *DOE* adalah 28.78%.

Kata Kunci: *CNC Laser Cutting, Dross, Taguchi, Surface Roughness, DOE*