

**PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN
CETAKAN MENGGUNAKAN MESIN LAS LASER
(Studi Pada Kekerasan Skala *Brinell* dan Kekuatan Tarik Serta
Pengujian SEM)**

SKRIPSI

Oleh:

**BONIFASIUS IRENO MULIANTARA ADIKAPUTRA
NIM: 1951057050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2022**

PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN
CETAKAN MENGGUNAKAN MESIN LAS LASER
(Studi Pada Kekerasan Skala *Brinell* dan Kekuatan Tarik Serta
Pengujian SEM)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Program

Oleh:

BONIFASIUS IRENO MULIANTARA ADIKAPUTRA
NIM: 1951057050



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2022**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra
NIM : 1951057050
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang ber judul "Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kekuatan Lasan Pada Perbaikan Cetakan Menggunakan Mesin Las Laser (Studi Pada Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Pengujian SEM)" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan diatas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 2 Agustus 2022



Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra
NIM. 1951057050



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP
KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN CETAKAN MENGGUNAKAN
MESIN LAS LASER (Studi Pada Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Pengujian SEM)**

Oleh:

Nama : Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra

NIM : 1951057050

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 2 Agustus 2022

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Budiarto, M.Sc.
(0302115801)

Pembimbing II

Bantu Hotsan Simanullang, S.T., M.T
(160145)

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dicky Antonius, S.T., M.Sc
(030128801)

Dekan

Ir. Galuh Widati, M.Sc.
(03.261261-03)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

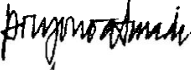
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 2 Agustus 2022 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra
NIM : 1951057050
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN CETAKAN MENGGUNAKAN MESIN LAS LASER (Studi Pada Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Pengujian SEM) oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1 Dicky Antonius, S.T., M.Sc.	Sebagai Ketua	
2 Ir. Priyono Atmadi, M.Sc.	Sebagai Anggota	
3 Ir. Kimar Turnip, M.Sc.	Sebagai Anggota	
4 Ir. Budiarto. M.Sc	Sebagai Anggota	

Jakarta, 2 Agustus 2022



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra

NIM : 1951057050

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Judul : **PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN CETAKAN MENGGUNAKAN MESIN LAS LASER (Studi Pada Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Pengujian SEM)**

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia darisegala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta

2 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Bonifasius Ireno Muliantara Adikaputra

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karuniaNya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN LASAN PADA PERBAIKAN CETAKAN MENGGUNAKAN MESIN LAS LASER (Studi Pada Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Pengujian SEM) dengan baik dan lancar.

Penulisan tugas akhir ini tidak mungkin selesai tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan yang baik ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih banyak kepada beliau:

1. Tuhan yang Maha Esa. Karena dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan lancar.
2. Ir. Galuh Widati M.Sc. selaku Dekan dan Susilo, S. Kom. M.T. selaku wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
3. Dicky Antonius, S.T., M.Sc., Ketua Program Studi Teknik Mesin, yang telah menyetujui penulisan tugas akhir ini.
4. Ir. Budiarto, M.Sc., Dosen Pembimbing 1 yang secara tulus dan sabar memberikan bimbingan.
5. Bantu Hotsan Simanullang, S.T., M.T., Dosen Pembimbing 2 yang telah dengan tulus dan sabar memberikan bimbingan.
6. PT. Efata Mitra Mandiri, PT. GO-S Mitra Sejati, dan PT. Arif Teknik Mandiri yang telah mengizinkan saya untuk melakukan proses pemesinan untuk melakukan penelitian ini.
7. Puslabfor Polri Sentul, dan Departemen material dan metalurgi Universitas Indonesia yang telah membantu dalam melakukan proses penelitian atau

pengujian *SEM* (*Scanning Electron Microscope*) dan pengujian kekerasan skala *Brinell*

8. Keluarga terutama kedua orang tua dan kakaku yang memberi dukungan material dan spiritual dalam melaksanakan tugas akhir skripsi ini.
9. Semua pihak yang berjasa namun tidak dapat disebutkan satu persatu di sini. Semoga amal baik beliau-beliau tadi mendapat imbalan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Amin.

Cikarang, 2 Agustus 2022

Penulis.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3

1.3.	Rumusan Masalah	4
1.4.	Tujuan Penelitian.....	4
1.5.	Manfaat Penelitian.....	4
1.6.	Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI		6
2.1.	Pengertian dan Jenis Pengelasan	6
2.1.1.	Pengertian Pengelasan.....	6
2.1.2.	Jenis Pengelasan.....	7
2.2.	Pengelasan Sinar Laser (<i>Laser Beam Welding</i>).....	10
2.2.1.	Pengertian Pengelasan Sinar Laser	10
2.2.2.	Karakteristik Las Laser	13
2.2.4.	Kelebihan dan Kelemahan Las Laser.....	15
2.2.5.	Parameter Las Laser.....	15
2.3.	Sifat Mekanis Hasil Pengelasan (Lasan)	19
2.4.	Pengujian Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strenght</i>)	24
2.5.	Pengujian SEM Logam Lasan.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.2.	Metode dan Desain Penelitian.....	33
3.3.	Alat dan Bahan yang digunakan.....	34
3.3.1.	Alat yang digunakan	34
3.3.2.	Bahan/Material Kawat Las (<i>filler</i>) dan Sampel Benda Uji	36
3.3.3.	Parameter Penelitian.....	39
3.4.	<i>Flow Chart</i> dalam Penelitian.....	41
3.5.	Teknik Pengumpulan Data	42

3.5.1.	Observasi atau pengamatan.....	42
3.5.2.	<i>Interview</i> atau wawancara	42
3.5.3.	Dokumentasi	42
3.5.4.	Pustaka	42
3.6.	Proses mengelas benda kerja	42
3.7.	Pengambilan Data Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	43
3.8.	Pengambilan Data Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strenght</i>)	44
3.9.	Pengambilan Data Penampakan Topografi Material.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1.	Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Kekerasan Sampel Baja M300	47
4.1.1.	Data Kekerasan Lasan.....	47
4.1.2.	Pengaruh Parameter Terhadap Hasil Nilai Kekerasan dan <i>Tensile Srenght</i>	52
4.2.	Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Kuat Tarik Sampel Baja M300	54
5.	Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Struktur Mikro Sampel Baja M300	56
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1.	Kesimpulan.....	66
5.2.	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		70

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komposisi Kimia <i>Filler</i> NAK80	38
Tabel 3.2. Komposisi Kimia <i>Filler</i> S136	39
Tabel 3.3. Komposisi Kimia <i>Filler</i> SKD 61	40
Tabel 3.4. Pengaturan Parameter Las Laser dan Jenis <i>Filler</i>	41
Tabel 3.5. Data Hasil Uji Kekerasan Brinell	45
Tabel 3.6. Angka Kekuatan Tarik/ <i>Tensile Strenght</i>	46
Tabel 3.7. Rancangan Tabel Hasil Scanning Menggunakan <i>Filler</i> NAK80	47
Tabel 3.8. Rancangan Tabel Hasil Scanning Menggunakan <i>Filler</i> S136.....	48
Tabel 3.9. Rancangan Tabel Hasil Scanning Menggunakan <i>Filler</i> SKD61	48
Tabel 4.1. Data Hasil Uji Kekerasan Skala Brinell	50
Tabel 4.2. Data Angka Kekuatan Tarik	57
Tabel 4.3. Hasil <i>Scanning</i> Topografi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> NAK80	59
Tabel 4.4. Hasil <i>Scanning</i> Topografi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> S136.....	60
Tabel 4.5. Hasil <i>Scanning</i> Topografi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> SKD61	61
Tabel 4.6. Hasil <i>Scanning</i> Komposisi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> NAK80	62
Tabel 4.7. Hasil <i>Scanning</i> Komposisi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> S136	63
Tabel 4.8. Hasil <i>Scanning</i> Komposisi Lasan Menggunakan <i>Filler</i> SKD61.....	64
Tabel 4.9. Komposisi Logam Lasan Menggunakan <i>Filler</i> NAK80	65
Tabel 4.10. Komposisi Logam Lasan Menggunakan <i>Filler</i> S136	65
Tabel 4.11. Komposisi Logam Lasan Menggunakan <i>Filler</i> SKD61	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Las Laser.....	11
Gambar 2.2. Ilustrasi Sumber Eksitasi Laser Gas dan Laser <i>Solid-State</i>	12
Gambar 2.3. Alat Uji Kekerasan Brinell dan Nama Bagian-Bagiannya	22
Gambar 2.4. Posisi Indentor Terhadap <i>Specimen</i>	23
Gambar 2.5. Hubungan Kekerasan dan Kekuatan Tarik	25
Gambar 2.6. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	27
Gambar 2.7. Skema Diagram Komponen Utama dari SEM.....	28
Gambar 2.8. Empat Daerah/Zona Las	29
Gambar 2.9. Diagram Fasa Daerah Terpengaruh Panas.....	30
Gambar 3.1. Komponen Utama Las Laser	35
Gambar 3.2. Panel Kontrol Las Laser	36
Gambar 3.3. Kawat Las (<i>Filler</i>) NAK80	36
Gambar 3.4. Kawat Las (<i>Filler</i>) S136	37
Gambar 3.5. Kawat Las (<i>Filler</i>) SKD61	38
Gambar 3.6. Material Benda Kerja.....	39
Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian.....	41

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hubungan Parameter Pengelasan, dengan Kekerasan pada WMZ, HAZ, PMZ Menggunakan <i>Filler</i> NAK80	51
Grafik 4.2. Hubungan Parameter Pengelasan, dengan Kekerasan pada WMZ, HAZ, PMZ Menggunakan <i>Filler</i> S136.....	51
Grafik 4.3. Hubungan Parameter Pengelasan, dengan Kekerasan pada WMZ, HAZ, PMZ Menggunakan <i>Filler</i> SKD61	52
Grafik 4.4. Nilai Rata-Rata Kekerasan pada WMZ, HAZ, PMZ.....	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Selama Proses Pengerjaan	70
Lampiran 2. Foto Benda Kerja Setelah Dilakukan Penelitian.....	74
Lampiran 3. Mesin yang Digunakan Selama Proses Pengerjaan	77



ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui parameter pengelasan yang meliputi arus listrik, pulsa, dan frekuensi yang tepat untuk suatu hasil pengelasan (lasan) yang baik/kuat. Adapun kekuatan lasan tersebut dilihat dengan pengujian kekerasan skala Brinell dan kekuatan tarik serta dengan melihat struktur mikro lasan menggunakan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini dengan desain *one shoot case study*. Pelaksanaan eksperimen menggunakan mesin las laser dengan sampel logam baja M300 yang diberi perlakuan tiga variasi parameter pengelasan. Parameter pengelasan pertama P1(60 A, 5.5 ms, 9 Hz) kedua P2(70 A, 6.5 ms, 10 Hz) dan ketiga P3(80 A, 7.5 ms, 11 Hz). Disamping itu eksperimen ini juga menggunakan tiga jenis kawat las (*filler*) yaitu NAK80, S136, dan SKD61, dimana ketiga jenis kawat las tersebut lazim digunakan dalam pengelasan perbaikan cetakan (*molding repair*).

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pengelasan dengan parameter P2 dengan menggunakan material *filler* NAK80 menghasilkan besar angka kekerasan dan atau kekuatan tarik pada daerah lasan WMZ, HAZ, dan PMZ secara konsisten, sehingga selama proses pengelasan berlangsung tidak perlu ada upaya penyesuaian lagi pada unsur-unsur parameter tersebut. Parameter P2 bisa menghasilkan kekerasan yang tinggi bila menggunakan *filler* S136. Demikian juga parameter P3 bila menggunakan *filler* SKD61, namun keduanya perlu ada penyesuaian atau pengaturan tertentu pada unsur-unsur parameternya. Angka kekerasan Brinell dan kekuatan tarik tertinggi berturut-turut dihasilkan pada penggunaan *filler* S136 kemudian SKD61 dan NAK80. Adapun pengujian SEM pada komposisi logam lasan yang menggunakan parameter P2 dan *filler* S136, didapatkan unsur Ferro yang tinggi dan kandungan Carbon yang ada didalamnya menunjukkan tingginya nilai keuletan dan kekerasan logam lasan tersebut. Temuan ini memperkuat hasil uji kekerasan Brinell dan kekuatan tarik yang dilakukan sebelumnya.

Kata kunci: las laser, parameter, lasan

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the welding parameters which include electric current, pulse, and the right frequency for a welding result (welds) are good/strong. The strength of the Weld is seen by testing the Brinell scale hardness and tensile strength and by looking at the microstructure of the weld using Scanning Electron Microscope (SEM) testing.

Experimental method used in this study with the design of one shoot case study. Implementation of the experiment using a laser welding machine with M300 steel metal samples were treated with three variations of welding parameters. The first classification parameters P1(60 A, 5.5 ms, 9 Hz) the second P2(70 A, 6.5 ms, 10 Hz) and the third P3 (80 A, 7.5 ms, 11 Hz). In addition, this experiment also uses three types of welding wire (filler), namely NAK80, S136, and SKD61, where the three types of welding wire are commonly used in mold repair welding.

The results of this study concluded that welding with P2 parameters using NAK80 filler material produces large numbers of hardness and or tensile strength in wmz, HAZ, and PMZ Weld areas consistently, so that during the welding process there is no need to adjust the elements of these parameters again. Parameter P2 can produce high hardness when using filler S136. Likewise, the P3 parameter when using skd61 filler, but both need to be adjusted or certain settings on the elements of the parameter. The highest Brinell hardness and tensile strength figures were successively produced in the use of s136 filler then SKD61 and NAK80. The SEM test on the composition of weld metal using parameters P2 and filler S136, obtained high Ferro elements and Carbon content in it shows the high value of ductility and hardness of the weld metal. These findings reinforce the results of Brinell hardness and tensile strength tests conducted earlier.

Keywords: laser welding, parameters, welds