

**ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TITIK
TERHADAP SIFAT MEKANIK (KEKUATAN GESER DAN
KEKERASAN), STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA
LASAN LOW CARBON STEEL, SPCC 590**

SKRIPSI

Oleh

**ROCKYSMAN LAIA
2151050021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TITIK
TERHADAP SIFAT MEKANIK (KEKUATAN GESER DAN
KEKERASAN), STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA
LASAN LOW CARBON STEEL, SPCC 590**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana
Teknik (S.T) pada program studi teknik mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

**ROCKYSMAN LAIA
2151050021**



**PROGRAM TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rockysman Laia

NIM : 2151050021

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TITIK TERHADAP SIFAT MEKANIK (KEKUATAN GESER DAN KEKERASAN), STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA LASAN LOW CARBON STEEL, SPCC 590" adalah:

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

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

Jakarta 23 Juni 2025

(Rockysman Laia)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TITIK
TERHADAP SIFAT MEKANIK (KEKUATAN GESER DAN
KEKERASAN), STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA
LASAN LOW CARBON STEEL, SPCC 590

Oleh:

Nama : Rockysman Laia

NIM : 2151050021

Program Studi : Teknik Mesin

Peminatan : Material Manufactur

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, 23 Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Sesmaro Max Yuda, MT.
NIDN. 0323036703

Pembimbing II

Medhywanti Pane, S.T., M.Sc.
NIDN. 0301119202

Ketua Program Studi

Hedyarto M.Sc.
NIDN. 0302115801

Dekan

Dicky Antonius, S.T., M.Sc.
NIDN. 0301218801



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Rockysman Laia

NPM : 2151050021

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Termasuk ujian tugas akhir yang berjudul "ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TITIK TERHADAP SIFAT MEKANIK (KEKUATAN GESER DAN KEKERASAN), STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO PADA LASAN LOW CARBON STEEL, SPCC 590".

" oleh penguji yang terdiri dari:

No	Nama Penguji	Jabatan Dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Dikky Antonius, S.T., M.Sc	Sebagai Ketua	
2	Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Anggota	
3	Ir. Sesmaro Max Yuda, MT	Sebagai Anggota	
4	Manogari Sianturi, S.Si., MT	Sebagai Anggota	
5	Melya Dyanasari Sebayang, S.Si., MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 25 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan Dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rockysman Laia
NPM : 2151050021
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Tugas Akhir : Diploma
Judul : Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Titik Terhadap Sifat Mekanik (Kekuatan Geser Dan Kekerasan), Struktur Makro Dan Mikro Pada Lasan Low Carbon Steel, Spcc 590

Menyatakan Bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak *Non-eksklusif* 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 pemilik 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 dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada tanggal 23 Juni 2025
Yang Menyatakan

(Rockysman Laia)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Maha Kuasa karena dengan berkah dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan program S1 reguler di departemen Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungandari berbagai pihak, rangkaian kegiatan tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Selain memanjatkan puji serta syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, saya juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, bapak dan mama yang dengan setia memberikan dukungan, baik materi maupun moril sehingga laporan ini dapat terselesaikan. Juga kepada adik-adik saya yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini dengan penuh dedikasi.
2. Bapak Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A selaku rektor Universitas Kristen Indonesia.
3. Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc., selaku Dekan dan Ibu Chandra Christianiti Purnomo, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
5. Bapak Ir. Sesmaro Max Yuda, MT., dan Ibu Medyawati Pane, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin serta staf Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan motivasi selama masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2021 yang telah menjadi saudara

bagi penulis selama menjalani perkuliahan, saling berbagi suka dan duka, serta menciptakan banyak kenangan berharga bersama.

8. Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin sebagai wadah penyalur minat dan bakat mahasiswa Teknik Mesin serta tempat pembelajaran keorganisasian bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.
9. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada saudara-saudara rohani, Abdiel Pratama buulolo, Setianus Telaumbanua, Jaya Daely, Welis Fernando Laia, Lakar Guko, Paulina Fau, Dentiros Zagoto, Tiur Siringoringo, Agnes Situmorang, Clara Buulolo, Epifania Hondro, yang telah memberikan dukungan fasilitas laptop, moral, semangat, dan inspirasi selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan bantuannya, dalam cara yang sederhana namun berarti, telah menjadi bagian dari perjalanan ini.

Akhirnya kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih banyak terdapat kekerungan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan dari semua pihak yang bersifat membangun untuk perbaikan skripsi ini.

Jakarta, 23 juni 2025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematis Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Prinsip Las Resistansi Titik	6
2.1.2 Masukkan Panas Pada Daerah Las	6
2.1.2 Baja Carbon Rendah SPCC 590 (Steel).....	7
2.2 Las Titik <i>Spot Welding</i>	8
2.3 Proses Pengelasan Titik Resistansi	10
2.4 Parameter Pengelasan Titik	11
2.4.1 Arus Listrik	12
2.4.2 Waktu Pengelasan	12
2.4.3 Resistansi Listrik.....	12

2.4.4 Gaya Tekanan Elektroda	13
2.5 Pengaruh Parameter Pengelasan Titik	13
2.6 Metalurgi Las	17
2.7 Siklus Pengelasan	17
2.8 Siklus Pendinginan	19
2.9 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	23
2.9.1 Ferrite (α)	23
2.9.2 Austenite (γ)	24
2.9.3 Cementite (Karbida Besi)	24
2.9.4 Perlite	24
2.10 Kuat Arus Listrik Dalam Pengelasan	25
2.10.1 Pengaruh Kuat Arus Terhadap Suhu Las	25
2.11 Kekerasan	25
2.11.1 Pengujian Kekerasan	26
2.12 Tegangan Geser	26
2.12.1 Pengujian Tegangan Geser	26
2.13 Struktur Makro dan Mikro	27
2.13.1 Struktur Makro	27
2.13.2 Struktur Mikro	27
2.14 Penelitian Terkait	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Prosedur Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat	30
3.3 Jadwal Penelitian	30
3.4 Persiapan Spesimen Uji	30
3.5 Alat dan Bahan	30
3.6 Penyambungan Spesimen	31
3.7 Mesin Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>)	31
3.8 Pengujian Tarik-Geser	32
3.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	33

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	34
4.1.1 Daerah Las (<i>Weld Nugget</i>).....	34
4.1.2 Daerah HAZ (<i>Head Affected Zone</i>)	35
4.1.3 Daerah Base Metal.....	37
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan.....	38
4.2.1 Grafik Kekerasan	38
4.3 Hasil Pengujian Struktur Makro.....	41
4.4 Hasil Pengujian Tarik-Geser.....	44
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
 DAFTAR PUSTKA	50



DAFTAR GAMBAR

gambar 2.1. Carbon rendah SPCC 590 (Steel).....	7
Gambar 2.2. Las titik spot welding	9
Gambar 2.3. Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan geser las titik.....	14
Gambar 2.4. Kurva rentang arus	15
Gambar 2.5. Kurva lobus untuk proses RSW	15
Gambar 2.6. Kekuatan geser tarik sebagai fungsi waktu pengelasan	16
Gambar 2.7. Pengaruh proses reheating pada perubahan struktur mikro baja..	18
Gambar 2.8. Dekomposisi pada baja hypoeutektoid.....	19
Gambar 2.9. Bentuk diagram ttt untuk baja karbon non-eutektoid.....	21
Gambar 2.10. Pengaruh suhu pada proses nukleasi dan pertumbuhan butir (a) dan hubungan diagram ttt baja karbon eutektoid dengan laju pengintian dan pertumbuhan butir (B)	22
Gambar 2.11. Diagram CCT yang diturunkan dari diagram TTT baja eutektoid .	23
Gambar 2.12. Diagram fasa Fe-Fe ₃ c	25
Gambar 2.13. Tegangan geser	27
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.2. Jadwal penelitian	30
Gambar 3.3. Susunan lap joint dan dimensinya	31
Gambar 3.4. Mesin las titik.....	31
Gambar 3.5. Mesin uji tarik-geser.....	32
Gambar 3.6. Skematis pengujian tarik	32
Gambar 4.6. Hasil pengujian struktur makro pada arus 13.000 a.....	40
Gambar 4.7. Hasil pengujian struktur makro pada arus 14.000 a.....	41
Gambar 4.8. Hasil pengujian struktur makro pada arus 15.000 a.....	41
Gambar 4.9. Patahan pada sampel 1 pada beban maksimum 2,557 kg	44
Gambar 4.10. Patahan pada sampel 2 pada beban maksimum 2,557 kg	45
Gambar 4.11. Patahan pada sampel 3 pada beban maksimum 2,557 kg.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Digram penelitian.....	34
Tabel 3.1 Rencana anggaran biaya	34
Tabel 4.1 Hasil pengujian struktur mikro.....	34
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan.....	38
Tabel 4.3 Hasil pengujian makro	41



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil pengujian kekerasan	38
Grafik 4.2 Hasil pengujian tarik-geser	44



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa secara menyeluruh pengaruh variasi arus pengelasan titik terhadap sifat mekanik dan metalurgi sambung pada baja LOW CARBON STEEL SPCC 590. Tujuan utama penelitian adalah untuk memahami bagaimana variasi kuat arus listrik memengaruhi kualitas sambung las. Pengelasan titik merupakan metode penyambungan yang banyak digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur, sehingga pemahaman mendalam tentang optimasi parameternya sangat krusial untuk menjamin kualitas sambung. Metode resistance spot welding dipilih karena efesiensinya dalam penyambungan lembaran logam. Pada penelitian ini dilakukan uji tarik-geser untuk mengevaluasi kekuatan sambung, uji kekerasan rockwel untuk mengukur kekerasan pada *nugget* las, daerah *Heat-Affected Zone* (HAZ), dan material dasar, serta analisis struktur makro dan mikro untuk mengamati morfologi *nugget*, ukuran butir, dan fasa terbentuk. Hasil pengujian kekuatan geser menunjukkan bahwa peningkatan kuat arus hingga titik optimum akan meningkatkan kekuatan sambung karena pembentukan *nugget* yang lebih besar dan sempurna. Analisis struktur makro dan mikro lebih lanjut mengkonfirmasi perubahan ukuran *nugget* dan morfologi butir akibat variasi arus, memberikan pemahaman mendalam tentang korelasi antara parameter pengelasan dan kualitas sambung. Dalam penelitian ini, spesimen las titik dibuat dengan variasi arus pengelasan 13000 A, 14000 A, dan 15000 A, sementara parameter lain seperti waktu pengelasannya 2,5 detik, dan tekanan elektroda 4,6 kN. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam optimasi proses *spot welding* untuk aplikasi industri.

Kata kunci : Pengelasan titik, Arus pengelasan, Kekuatan geser, Kekerasan, Struktur Makro dan Struktur Mikro

ABSTRACT

This study aims to comprehensively analyze the effect of spot welding current variation on the mechanical and metallurgical properties of the joint in LOW CARBON STEEL SPCC 590. The main objective of the study is to understand how the variation of electric current affects the quality of the weld joint. Spot welding is a widely used joining method in the automotive and manufacturing industries, so a thorough understanding of its parameter optimization is crucial to ensure the quality of the joint. The resistance spot welding method was chosen because of its efficiency in joining sheet metal. In this study, tensile-shear tests were carried out to evaluate the joint strength, Rockwell hardness tests to measure the hardness of the weld nugget, Heat-Affected Zone (HAZ), and base material, as well as macro and micro structural analysis to observe the nugget morphology, grain size, and phase formed. The results of the shear strength test indicate that increasing the current strength to the optimum point will increase the joint strength due to the formation of larger and more perfect nuggets. Further macro and micro structural analysis confirmed the changes in nugget size and grain morphology due to current variation, providing a deeper understanding of the correlation between welding parameters and joint quality. In this study, spot welding specimens were made with variations of welding current of 13000 A, 14000 A, and 15000 A, while other parameters such as welding time were 2.5 seconds, and electrode pressure was 4.6 kN. This study is expected to contribute to the optimization of the spot welding process for industrial applications.

Key words : Spot welding, Welding current, Shear strength, Hardness, Macrostructure and Microstructure