

PROYEK AKHIR

**ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK
PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN GESER
PADA *SPOT WELDING***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

RIZKY FAJAR CAHYADI

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

PROYEK AKHIR

**ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK
PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN GESER
PADA *SPOT WELDING***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

RIZKY FAJAR CAHYADI
NIM. 2115213024

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN GESER PADA *SPOT WELDING*

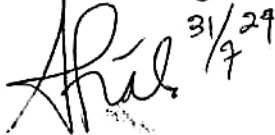
Oleh

RIZKY FAJAR CAHYADI
NIM. 2115213024

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



I Made Anom Adiaksa, S.T., M.T.
NIP. 197705212000121001

Dosen Pembimbing II



A. A. Ngurah Bagus Mulawarman, S.T., M.T.
NIP. 196505121994031003

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN GESER PADA *SPOT WELDING*

Oleh

RIZKY FAJAR CAHYADI
NIM. 2115213024

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal :
21 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

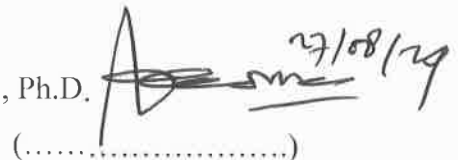
Penguji I : Made Ardikosa Satrya Wibawa, S.T., M.T.
NIP : 199005312022031005


(.....)

Penguji II : Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP : 199202162020122006


(.....)

Penguji III: Prof.I Dewa Made Cipta Santosa, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP : 197212211999031002


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Fajar Cahyadi

NIM : 2115213024

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Analisis Pengaruh Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Geser Pada *Spot Welding*.

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 31 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Rizky Fajar Cahyadi

NIM. 2115213024

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M. eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M. Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiyanta, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
5. I Made Anom Adiaksa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. A. A. Ngurah Bagus Mulawarman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta Pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak kepada Niko Aji Nugroho, selaku orang yang selalu men-support penuh penulis sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, Rama, Iyan, Suarjana, Tude, dan Putra, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 31 Juli 2024

Rizky Fajar Cahyadi

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di era globalisasi mendorong penelitian inovasi dalam berbagai bidang, termasuk teknologi pengelasan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi. Metode *Resistance Spot Welding* (RSW) dikenal karena keunggulannya dalam efisiensi dan kecepatan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh arus listrik pada proses *spot welding* terhadap kekuatan geser pada bahan plat baja ST 40. Metode yang digunakan adalah eksperimental, melibatkan eksperimen, pengujian, dan pengambilan data pada mesin *spot welding* dan *shear test*. Pengujian dilakukan sembilan kali pada baja ST 40 dengan tiga variasi arus *input* (20,36A, 24,54A, dan 28,95A) dan waktu pengelasan 8,0 detik. Hasil pengelasan dipotong sesuai standar uji geser AWS D8.9M untuk pengujian geser di UPT Balai Peralatan dan Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Bali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan arus listrik meningkatkan nilai gaya geser yang meningkatkan kekuatan geser. Kekuatan geser tertinggi rata-rata pada arus *input* 28,95 A dengan arus *output* 6011,47 A, waktu pengelasan 8,0 detik dengan *heat input* 88007,92 J adalah 6,72 MPa, dan kekuatan geser rata-rata yang terendah adalah 1,67 MPa pada arus *input* 20,36 A dengan arus *output* 6011,47 A, waktu pengelasan 8,0 detik dengan *heat input* 61894,30 J. Arus listrik dibatasi karena plat baja ST 40 akan berlubang pada arus *input* 32,45 A dengan arus *output* 6323,58 A, waktu pengelasan 8,0 detik, dengan nilai *heat input* 98647,84 J. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan proses pengelasan yang lebih efisien dan berkualitas.

Kata Kunci : *Pengelasan Titik, Variasi Arus Listrik, Nugget Las, AWS D8.9M, dan Kekuatan Geser*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF WELDING ELECTRIC CURRENT ON SHEAR STRENGTH IN SPOT WELDING

ABSTRACT

The development of technology in the era of globalization encourages research innovation in various fields, including welding technology to improve production efficiency and effectiveness. The Resistance Spot Welding (RSW) method is known for its advantages in efficiency and speed. This study aims to determine the effect of electric current in the spot welding process on the shear strength of ST 40 steel plate material. The method used is experimental, involving experiments, testing, and data collection on spot welding and shear test machines. Testing was carried out nine times on ST 40 steel with three variations of input current (20.36A, 24.54A, and 28.95A) and a welding time of 8.0 seconds. The welding results were cut according to the AWS D8.9M shear test standard for shear testing at the UPT Bali Public Works Department Equipment and Testing Center. The results showed that increasing electric current increased the shear force value which increased the shear strength.

The highest average shear strength at an input current of 28.95 A with an output current of 6011.47 A, a welding time of 8.0 seconds with a heat input of 88007.92 J is 6.72 MPa, and the lowest average shear strength is 1.67 MPa at an input current of 20.36 A with an output current of 6011.47 A, a welding time of 8.0 seconds with a heat input of 61894.30 J. The electric current is limited because the ST 40 steel plate will be perforated at an input current of 32.45 A with an output current of 6323.58 A, a welding time of 8.0 seconds, with a heat input value of 98647.84 J. This research is expected to contribute to the development of a more efficient and quality welding process.

Keywords : Spot Welding, Electric Current Variation, Weld Nugget, AWS D8.9M, and Shear Strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur tuhan terhadap Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan judul “Analisis Pengaruh Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Geser Pada *Spot Welding*” tepat pada waktu yang telah ditentukan. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 31 Juli 2024

Rizky Fajar Cahyadi

DAFTAR ISI

Proyek Akhir	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis.....	5
1.5.2 Manfaat Bagi Institusi Politeknik Negeri Bali.....	5
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Pengertian Pengelasan	8

2.2.1	Klasifikasi Metode Pengelasan.....	9
2.2.2	<i>Heat Affected Zone (HAZ)</i>	10
2.3	Pengertian Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>).....	11
2.3.1	Kelebihan Dari Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>).....	13
2.3.2	Kelemahan Dari Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>)	13
2.3.3	Fungsi Tekanan Dalam Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>)	13
2.3.4	Bagian – Bagian Elektroda Pada Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>).....	14
2.3.5	Komponen – Komponen Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>).....	15
2.3.6	Spesifikasi Mesin Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>).....	16
2.3.7	Prinsip Kerja Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>)	16
2.3.8	Cara Kerja Pengelasan Titik (<i>Spot Welding</i>)	17
2.3.9	Pengaruh Arus Listrik Pengelasan.....	18
2.4	Pengertian Baja ST 40.....	20
2.4.1	Kasifikasi Baja Berdasarkan Aplikasi	21
2.4.2	Sifat-Sifat Uji Mekanik.....	21
2.4.3	Komposisi Baja ST 40	22
2.4.4	Kelebihan Baja ST 40.....	22
2.4.5	Kekurangan Baja ST 40.....	23
2.5	Pengertian Uji Geser	23
2.5.1	Komponen Mesin Uji Universal	26
2.5.2	Spesifikasi Mesin <i>Universal Testing Machine</i> WEW-600D	28
2.5.3	Standar Uji Geser AWS D8.9M	28
2.6	Pengertian Standar Deviasi.....	29
BAB III	METODE PENELITIAN	31
3.1	Jenis Penelitian	31

3.2 Alur Penelitian.....	32
3.3 Perencanaan Waktu Dan Tempat	33
3.4 Penentuan Sumber Data	33
3.5 Sumber Daya Penelitian	33
3.5.1 Alat Pengujian.....	34
3.5.2 Alat Ukur	35
3.5.3 Alat Bantu	36
3.5.5 Komponen.....	37
3.5.4 Bahan	39
3.6 Instrumen Penelitian.....	39
3.6.1 Tabel Pengambilan Data Pengelasan Titik	40
3.6.2 Tabel Pengambilan Data Pengujian Geser.....	40
3.7 Prosedur Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Penelitian.....	49
4.1.1 Proses Pembuatan Spesimen.....	49
4.1.2 Proses Pengelasan Titik (<i>Spot welding</i>).....	51
4.1.3 Proses Pengujian Geser (<i>Shear Test</i>).....	52
4.1.4 Kurva Hasil Pengujian Geser.....	54
4.2 Pembahasan	55
4.2.1 Pembahasan rumus yang dipakai dalam pengelasan titik.....	55
4.2.2 Pembahasan rumus yang dipakai dalam pengujian geser.....	57
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi mesin las titik (<i>spot welding</i>).....	16
Tabel 2.2 Komposisi baja ST 40	22
Tabel 2.3 Spesifikasi mesin uji universal (<i>Universal Testing Machine</i>).....	28
Tabel 3.1 Perencanaan waktu kegiatan	33
Tabel 3.2 Hasil perhitungan dari rumus pengelasan titik	40
Tabel 3.3 Pengambilan data modulus geser hasil pengujian geser	40
Tabel 3.4 Pengambilan data pengelasan titik dan pengujian geser	40
Tabel 3.5 Pengambilan data pengelasan titik dan pengujian geser	41
Tabel 4.1 Hasil perhitungan dari rumus pengelasan titik	57
Tabel 4.2 Data hasil pengujian geser.....	59
Tabel 4.3 Data hasil pengujian geser.....	60
Tabel 4.4 Data rata – rata kekuatan geser.....	64
Tabel 4.5 Data nilai rata – rata kekuatan geser dengan standar deviasi	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi metode pengelasan	10
Gambar 2.2 <i>Heat affected zone</i>	10
Gambar 2.3 <i>Spot welding</i>	11
Gambar 2.4 Sambungan las	12
Gambar 2.5 Elektroda pada <i>spot welding</i>	14
Gambar 2.6 Bagian-bagian elektroda	14
Gambar 2.7 Komponen <i>spot welding</i>	15
Gambar 2.8 Siklus mesin <i>spot welding</i>	17
Gambar 2.9 Skema pengelasan titik (<i>spot welding</i>)	18
Gambar 2.10 Pengaruh arus listrik pengelasan	19
Gambar 2.11 Plat baja ST 40.....	21
Gambar 2.12 Alat uji geser.....	24
Gambar 2.13 Kurva uji geser.....	24
Gambar 2.14 <i>Nugget</i> las	25
Gambar 2.15 Komponen mesin uji universal	26
Gambar 2.16 Standar spesimen uji geser	28
Gambar 3.1 Diagram alur (<i>flow chart</i>)	32
Gambar 3.2 Mesin <i>spot welding</i>	34
Gambar 3.3 Mesin frais	34
Gambar 3.4 <i>Universal testing machine</i>	35
Gambar 3.5 Jangka sorong	35
Gambar 3.6 Tang <i>ampere</i>	35
Gambar 3.7 Penggaris	36
Gambar 3.8 Spidol.....	36
Gambar 3.9 Tang jepit.....	36
Gambar 3.10 Saklar	37
Gambar 3.11 Kontrol waktu	37
Gambar 3.12 Kontrol arus	37
Gambar 3.13 Sistem pendingin	38

Gambar 3.14 Elektroda.....	38
Gambar 3.15 Tuas penekan	38
Gambar 3.16 Transformator	39
Gambar 3.17 Plat baja ST 40.....	39
Gambar 3.18 Pandangan atas dan samping dari plat baja ST 40.....	42
Gambar 3.19 Pandangan samping dan atas dari plat baja ST 40.....	42
Gambar 3.20 Meletakkan plat baja ST 40 pada elektroda <i>spot welding</i>	43
Gambar 3.21 Penekanan plat baja ST 40 dengan elektroda <i>spot welding</i>	43
Gambar 3.22 Proses pengelasan <i>spot welding</i>	44
Gambar 3.23 Proses pendinginan plat baja ST 40.....	44
Gambar 3.24 Hasil pengelasan <i>spot welding</i>	44
Gambar 3.25 Standar spesimen uji geser	45
Gambar 3.26 Bentuk dan ukuran spesimen uji geser sebelum <i>overlap</i>	45
Gambar 3.27 Bentuk dan ukuran spesimen uji geser	46
Gambar 3.28 Peletakan spesimen uji geser pada <i>grip</i>	46
Gambar 3.29 Proses pengujian geser.....	47
Gambar 3.30 Grafik uji geser	47
Gambar 4.1 Mengukur dan menandai plat baja ST 40.....	49
Gambar 4.2 Pemotongan plat baja ST 40.....	50
Gambar 4.3 Menandai bentuk dan ukuran spesimen uji geser	50
Gambar 4.4 Menumpuk plat baja ST 40 sesuai ukuran <i>overlap</i>	50
Gambar 4.5 Proses pengelasan titik (<i>spot welding</i>).....	51
Gambar 4.6 Hasil pengelasan	51
Gambar 4.7 Persiapan spesimen uji geser	52
Gambar 4.8 Pengukuran panjang daerah <i>overlap</i>	52
Gambar 4.9 Pengukuran lebar daerah <i>overlap</i>	53
Gambar 4.10 Proses pengujian geser.....	53
Gambar 4.11 Hasil pengujian geser.....	53
Gambar 4.12 Hasil pengujian geser arus <i>input</i> 20,36 A.....	54
Gambar 4.13 Hasil pengujian geser arus <i>input</i> 24,54 A.....	54
Gambar 4.14 Hasil pengujian geser arus <i>input</i> 28,95 A.....	55

Gambar 4.15 Grafik tegangan geser variasi arus listrik <i>input</i> 20,36 A	61
Gambar 4.16 Grafik tegangan geser variasi arus listrik <i>input</i> 24,54 A	62
Gambar 4.17 Grafik tegangan geser variasi arus listrik <i>input</i> 28,95 A	63
Gambar 4.18 Grafik tegangan geser terhadap variasi arus listrik.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Bimbingan Dosen I	(1)
Lampiran 2. Lembar Bimbingan Dosen II	(2)
Lampiran 3. Surat Permohonan Pengambilan Data Pengujian.....	(3)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin cepat di era globalisasi menuntut berbagai upaya peningkatan penelitian inovasi dalam segala bidang (Manik et al., 2023). Dimana upaya penelitian tersebut lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan tertentu seperti efisiensi dan efektifitas produksi, penghematan, dan menghasilkan luaran yang berupa suatu produk atau metode yang memiliki nilai guna yang tinggi dan bermanfaat bagi masyarakat (Agustriyana, 2020). Perkembangan teknologi pengelasan pada setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan kualitas produksi agar dapat bersaing dengan berbagai perusahaan (Gerungan, 2013). Teknologi pengelasan saat ini tidak hanya digunakan untuk memproduksi suatu alat, tetapi pengelasan juga berfungsi sebagai reparasi dari semua alat-alat yang terbuat dari logam (Ashwin, 2019). Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan antara dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*) (Wahyudi et al., 2021). Metode pengelasan yang paling sering digunakan untuk membentuk sambungan yang rapi dengan proses cepat, hemat bahan sambungan, lebih efisien, dan efektif adalah metode (RSW) *Resistance Spot Welding* (Agustriyana & Irawan, 2011).

Pengelasan *Resistance Spot Welding* (RSW) dikembangkan seiring dengan energi listrik yang semakin mudah dan murah dipergunakan (Ramadhan, 2017). Pengelasan resistansi listrik merupakan suatu cara pengelasan dimana permukaan plat yang disambungkan ditekan satu sama lain dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena resistansi listrik (Hakim, 2020). Pengelasan titik (*spot welding*) merupakan jenis pengelasan resistansi listrik yang digunakan untuk mengelas berbagai produk lembaran logam, melalui proses di mana titik-titik permukaan logam yang bersentuhan disatukan dengan panas yang diperoleh dari resistansi terhadap arus listrik (Syofyan, 2023).

Arus listrik proses ditentukan untuk mengontrol jumlah panas yang dihasilkan dalam transformasi energi listrik menjadi panas pada material yang akan dilas, variabel proses utama adalah tekanan elektroda (gaya), arus listrik, siklus pengelasan (waktu), dan jenis *output* peralatan listrik (Batista & Brandi, 2013).

Metode pengelasan titik (*spot welding*) digunakan dengan alasan memiliki kelebihan mudah dioperasikan karena tidak dibutuhkan keahlian khusus seperti metode pengelasan lainnya, waktu lebih singkat, sehingga meningkatkan kecepatan produksi yang berdampak pada efisiensi waktu (Aziz et al., 2020). Pengontrolan arus listrik pengelasan sangat mempengaruhi karakteristik hasil pengelasan karena dapat mempengaruhi kualitas hasil las, kekuatan geser, kekerasan, dan kekuatan pengaruh dari luar (Santosa et al., 2020). Apabila arus pengelasan yang digunakan terlalu rendah, maka panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan material, sehingga menghasilkan daerah logam las yang kecil serta penembusan kurang dalam, sebaliknya bila arus pengelasan terlalu tinggi, maka pencairan logam induk terlalu cepat dan menghasilkan daerah logam las yang lebar serta penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan geser yang rendah dan menambah kerapuhannya (Santosa et al., 2020). Oleh karena itu variasi arus listrik menjadi acuan untuk mengukur kekuatan geser pada sambungan hasil las titik (*spot welding*).

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Lisa Agustriyana, Yudy Surya Irawan, dan Sugiarto pada tahun (2012), menyatakan bahwa kombinasi arus pengelasan 1,85 kA dan waktu pengelasan 1 detik menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada baja fasa ganda (Ferrite-Martensite), sementara kombinasi arus 0,9 kA dan waktu pengelasan 0,25 detik memberikan kekuatan tarik terendah. Penelitian kedua yang dilakukan oleh Yustiasih Purwaningrum dan M. Fatchan pada tahun (2013), menunjukkan bahwa pada sambungan las titik antara aluminium dan baja, arus pengelasan sebesar 75 A memberikan kekuatan geser-tarik tertinggi. Sementara itu, penelitian ketiga yang dilakukan oleh Danial Kianersi, Amir Mostafaei, dan Javad Mohammad pada tahun (2014), menyoroiti bahwa arus pengelasan sebesar 8000A dan waktu pengelasan selama 4 siklus menghasilkan kondisi pengelasan optimal pada sambungan las titik baja tahan karat austenitik

AISI 316L. Terakhir, penelitian ke-empat yang dilakukan oleh Aladin Eko Purkuncoro dan Achmad Taufik pada tahun (2020), menunjukkan bahwa kekuatan tarik/geser terbesar dan kekerasan tertinggi tercapai pada waktu penekanan 20 detik pada material plat galvanis.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti pada tahun yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa variabel waktu *pressing welding*, arus pengelasan, dan waktu pengelasan memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik sifat mekanik dan fisik dalam proses *resistance spot welding* (rsw). Pada penelitian ini akan dilakukan pembaharuan dengan menggunakan jenis material lainnya yaitu baja ST 40. Pada penelitian ini juga dilakukan proses pengelasan titik (*spot welding*) dengan tiga variasi arus *input* yaitu 24,36 A, 28,54 A, dan 32,89 A dengan waktu pengelasan selama 8,0 detik bertujuan untuk mengetahui arus pengelasan manakah yang baik untuk diterapkan pada baja ST 40 tersebut. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan proses pengelasan yang lebih optimal dan efisien, serta pemahaman yang lebih baik terhadap faktor - faktor yang mempengaruhi kualitas sambungan logam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah diberikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik pada proses *spot welding* terhadap kekuatan geser pada bahan plat baja ST 40?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah melebarnya permasalahan, maka pada penelitian ini ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Suhu di sekitar daerah pengelasan dianggap sama dengan suhu ruangan dan tidak mempengaruhi saat proses pengelasan.
2. Tipe sambungan spesimen *lap joint*.
3. Variasi arus listrik yang digunakan yaitu 24,36 A, 28,54 A, dan 32,89 A

4. Tekanan elektroda dianggap sama.
5. Waktu pengelasan yang digunakan yaitu 8,0 detik.
6. Waktu penekanan setelah proses pengelasan diasumsikan sama.
7. Kondisi ujung elektroda dianggap baik dan bersih.
8. Kebersihan dan kekasaran permukaan semua spesimen dianggap sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian dari analisis pengaruh arus listrik pengelasan terhadap kekuatan geser pada *spot welding* adalah:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari analisis pengaruh arus listrik pengelasan terhadap kekuatan geser pada *spot welding*:

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasi ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, secara teori maupun secara praktek.
3. Menguji dan mengembangkan ilmu yang di peroleh di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, dan menerapkan dalam bentuk pengolahan data.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari analisis pengaruh arus listrik pengelasan terhadap kekuatan geser pada *spot welding* adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh arus listrik pada proses *spot welding* terhadap kekuatan geser pada bahan plat baja ST 40

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari melakukan analisis pengaruh arus listrik pengelasan terhadap kekuatan geser pada *spot welding* adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik dan waktu pengelasan pada proses *spot welding* terhadap kekuatan geser

apakah parameter arus listrik dan waktu pengelasan mempengaruhi kekuatan geser dari sambungan hasil dari pengelasan.

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

Tugas akhir analisis ini sebagai sarana untuk menerapkan ilmu-ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali atau yang di dapat melalui pengetahuan luar seperti internet dan buku referensi, dari pengetahuan tersebut penulis dapat mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ada di sekitar kita.

1.5.2 Manfaat Bagi Institusi Politeknik Negeri Bali

Bagi perguruan tinggi, kegiatan analisis ini dapat menjadi materi bacaan dan sumber informasi untuk mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil analisis ini diharapkan dapat menambah wawasan kita semua baik mahasiswa maupun masyarakat dalam menentukan variasi antara arus listrik pengelasan pada *spot welding* untuk menghasilkan kualitas sambungan las yang kuat, dan sebagai acuan terutama bagi mereka yang baru dalam mengoperasikan mesin *spot welding*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Dalam analisis grafik dapat disimpulkan bahwa penambahan arus listrik yang digunakan ternyata meningkatkan nilai gaya geser (N) yang nantinya juga akan meningkatkan kekuatannya. Hal ini dikarenakan seiring meningkatnya arus listrik maka *heat input* akan semakin besar, *heat input* yang semakin besar akan meningkatkan kemampuan untuk meleburkan logam sehingga logam yang melebur semakin banyak.

Nilai rata – rata kekuatan geser terendah terdapat pada arus *input* 20,36 A dengan arus *output* pengelasan 6011,47 A, waktu pengelasan 8,0 detik, dengan nilai *heat input* 61894,30 J yaitu 1,67 MPa. Dan nilai rata – rata kekuatan geser tertinggi terdapat pada arus *input* 28,95 A dengan arus *output* pengelasan 6011,47 A, waktu pengelasan 8,0 detik, dengan nilai *heat input* 88007,92 J yaitu 6,72 MPa. Arus listrik dibatasi karena plat baja ST 40 akan berlubang pada arus *input* 32,45 A dengan arus *output* 6323,58 A, waktu pengelasan 8,0 detik, dengan nilai *heat input* 98647,84 J.

5.2 Saran

Selain pengujian geser sebaiknya dapat dilakukan pengujian lain agar semakin menambah dan melengkapi referensi dalam proses perbandingan arus listrik dalam proses pengelasan titik. Selain itu, dari hasil analisis yang dilakukan penulis hendak memberikan saran sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya untuk tema *Resistance Spot Welding* menggunakan variasi arus yang lebih besar dan waktu pengelasan yang lebih lama.

2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya juga melakukan penelitian pada struktur mikro pada hasil pengelasan titik (*spot welding*) agar mengetahui struktur mikro dari hasil sambungan las titik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhyawantara, H., & Nugroho, N. Y. (2023). Pengaruh *Holding Time* Pada Baja St 40 Dengan Pengelasan FCAW Terhadap Uji Tarik Dan Kekerasan. *Jurnal Jalasena* , 4(2), 86-91.
- Agustriyana, L., & Irawan, Y. S. (2011). Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Las Titik (*Spot Welding*) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las. 3.
- Amstead, B.H., & Djaprie, S. (1995). *Teknologi Mekanik* , Edisi ke-7, Jilid I, PT. Erlangga, Jakarta Balai Besar Logam dan Mesin, 2006, Petunjuk Praktis Teknologi Pengecoran Besi Tuang, Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Arif, S., Prayitno, P., & Arif, J. (2023). Analisis Sambungan *Spot Welding* Pada Raw Material SS 304 Dengan Menggunakan *Tensile Test* Dan Struktur Mikro, (Vol. 6, No.1).
- Ashwin, A. (2019). Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses *Spot Welding* Terhadap Kekuatan Tarik Dari Plat *Mild Steel* Tebal 1 Milimeter.
- Aziz, B., Winarso, W., & Kusuma Hardani, D. N. (2020). Rancang Bangun Alat *Spot Welding* Menggunakan Transformator *Oven Microwave* Dengan Kendali *Dimmer* . *Jurnal Riset Rekayasa Elektro* , 2(2). <https://doi.org/10.30595/jrre.v2i2.8274>
- Azwinur, Ismy, A., S., Nanda, S., & Ferdiansyah. (2020). Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las *double lap joint* pada material AISI 1050.
- Batista, M., & Brandi, S. D. (2013). *Use Of Dynamic Resistance And Dynamic Energy To Compare Two Resistance Spot Welding Equipments For Automotive Industry In Zinc Coated And Uncoated Sheets. American Journal of Engineering Research* .

- Bakhori, A. (2017). Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) Pada Industri Kecil Di Kota Medan.
- Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Tarik (*tensile test*) Pada Baja ST 37 Dengan Alat Bantu Ukur *Load Cell*. *J-ENSITEC*, 3(01).
- Gerungan, H. P. (2013). Pendekatan *Target Costing* Sebagai Alat Penilaian Efisiensi Produksi Pada PT.Tropica Cocoprime.
- Gunawan, A., A. 2020. Sifat Mekanis Sambungan *Similar Stainless Steel 304* Dengan Variasi Ketebalan dan Diameter *Spot Welding Electrode Taper*. Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali
- Hakim, L. (2020). Pengaruh Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impak Dan *Hardness* Dengan Variasi Arus 80, 90, Dan 100 *Ampere* Pada Baja *Stainless 308*. 4(2).
- Hafizh, A. (2022). Pengaruh Kuat Arus Pada Proses Las Titik Terhadap Kekuatan Geser Dari Bahan SS 304. Skripsi (S1) thesis, Universitas Muhammadiyah Metro.
- Handra, N., & Ansuni, R. (2013). Studi Morfologi *Fracture Surface* Dengan Hasil *Spot Welding*. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 20-24.
- Ibrahim, S., & Rahmatika, A. (2020). Pengaruh Variasi Arus Terhadap Sifat Mekanik dan Daerah *Weld Nugget* pada Pengelasan Titik *Collar Muffler*. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (JVTI)* 2(1).
- Kumar, P. (2018). *Characterization of Spot Welds on Dual Phase Steel Sheets*.
- Laksono, E., N., Santosa, A., & Jokosisworo, S. (2020). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ST 40 Akibat Pengelasan *Flux-Cored Arc Welding (FCAW)* Dengan Variasi Suhu *Normalizing*.
- Manik, P., Chrismianto, D., & Prayoga, P. F. (2023). The Influence of SMAW *Welding Current Variation on Tensile Strength, Corrosion Rate, and Microstructure of ST 42 Steel for Inner Bottom Plate Material in Ships*. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 8(2).

- Mualif, S. (2012). Pembuatan Alat Uji Tarik Material. Skripsi Jurusan Fisika Instrumentasi Universitas Indonesia.
- Muslih, N. M. (2012). Analisa Pengaruh Parameter Pengelasan *Spot Welding* Terhadap Kekuatan Geser Pada Material Aluminium (*Doctoral Dissertation*, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Nofri, M., & Taryana, A. (2017). Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST-41 Dilakukan *Hardening* Dengan Variasi Temperatur.
- Pereira, A., M. (2010). *Strength of aluminium resistance spot welded and weld bonded joints*.
- Purwaningrum, Y., & Fatchan, M. (2013). Pengaruh Arus Listrik Terhadap Karakteristik Fisik-Mekanik Sambungan Las Titik Logam *Dissimilar Al-Steel*. 15(1).
- Purwaningrum, Y. (2014). Analisa Ketangguhan dan Kelayakan Pengelasan *One Side Weld* pada Material Kapal dengan Variasi Jarak *Gap*.
- Purwaningrum, Y., Triyono, T., & Koharto, K. (2014). Pengembangan Metode *Stressed Sheeting Weld* Pada Pengelasan Plat Berpenguat Dengan Variasi Temperatur *Preheat*. *Teknoin*, 20(1).
- Ramadhan, A., B. (2017). Pengaruh Tebal Plat Dan Kuat Arus Listrik Las Titik Pada Sambungan *Stainless Steel A304* Terhadap Kekuatan Tarik. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Riskawati, N., & Rahma, K. (2019). Alat Ukur dan Pengukuran. Makassar.
- Salindeho, R. D., Soukotta, J., & Poeng, R. (2013). Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 2(2).
- Santosa, A., Suci, F. C., & Hanifi, R. (2020). Pengaruh Variasi Arus Listrik Pada Pengelasan *Flash Butt Welding* Terhadap Kekuatan Tarik. 22.
- Soedarmadji, W. (2020). Pengaruh Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) Pada *Mild Steel S45C* Di Daerah HAZ Dengan Pengujian Metalografi. 1(1).
- Syofyan, A. D. P. (2023). Pengaruh *Heat Input* Pada Mesin Las *Spot Welding* Terhadap Kekuatan Geser Pada Hasil Sambungan Las Pelat *Stainless Steel*.

- Toyoda, M. (2008). *Advanced Welding and Joining Technologies*. Tokyo: The Japan Engineering Society.
- Wahyudi, T. C., Handono, S. D., Sanjaya, H. A., & Sulaiman Azis, A. B. (2021). Analisa pengaruh media pendingin dan arus listrik pada proses pengelasan titik (*spot welding*) *stainlees steel* terhadap nilai kekuatan tarik. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 2(2), 94–99.
- Wiranto, G., & Lubis, S. Y. (2020). *Multiple Linear Regression Analysis On Effect Of Time Variations And Voltage Variations On Spot Welding Against Shear Strength Of Aa5083 Material Using Ibm Spss Application*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1007, No. 1, p. 012062). *IOP Publishing*.
- Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi pengelasan logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.