

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA MATERIAL BAJA A36
DENGAN PENGELASAN GMAW MENGGUNAKAN
WELDING CARRIAGE TERHADAP UJI LAS SESUAI
STANDAR ISO 15614-5**

**Disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Ahli Madya/Sarjana
Terapan**

Dosen Pembimbing :

- 1. Ninda Hardina Batubara, S.Pd., M.Si**
- 2. Meilani Mandhalena Manurung, S.T., M.T.**



Disusun oleh:

**JOHNSON IMMANUEL SIMANJUNTAK
4422211003**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGELASAN DAN
FABRIKASI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI
BATAM
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI ARUS PADA MATERIAL BAJA A36 DENGAN PENGELASAN GMAW MENGGUNAKAN WELDING CARRIAGE TERHADAP UJI LAS SESUAI STANDAR ISO 15614-5

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Terapan pada Program Studi D4-Teknologi Rekayasa Pengelasan Dan
Fabrikasi

Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri
Batam

Disusun oleh :

JOHNSON IMMANUEL SIMANJUNTAK
4422211003

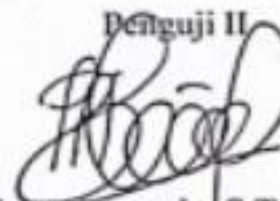
Telah diterima dan disetujui pada Agustus 2026

Penguji I



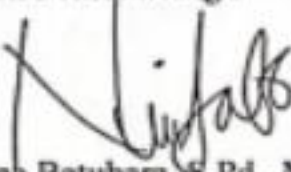
Ir. Ari Wibowo, S.T., M.Eng.
NIK. 114125

Penguji II

 11/2026
08

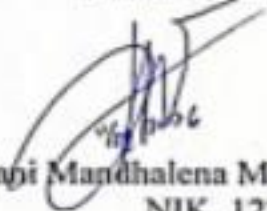
Ehsan Sugondo, S.T., M.T.
NIK. 125335

Dosen Pembimbing I



Ninda Hardina Batubara, S.Pd., M.Si.
NIK. 122266

Dosen Pembimbing II



Meilani Mandhalena Manurung, S.T., M.T.
NIK. 122263

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan



Nurul Laili Arifin, S.S.T., M.T.
NIK. 115139

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Johnson Immanuel Simanjuntak
NIM	4422211003
Tahun terdaftar	2026
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan	: Teknik Mesin

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tesis ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Batam, 10 Juli 2026



Johnson Immanuel Simanjuntak
Nim. 4422211003

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkah, karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Pengaruh variasi arus pada material baja A36 dengan pengelasan GMAW menggunakan *Welding Carriage* terhadap uji las sesuai standar ISO 15614-5”. Tulisan ini disampaikan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Negeri Batam. Saya menyadari bahwa dalam proses penyusunan tulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian, penyelesaian tesis ini dapat terwujud atas bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Penghargaan serta ucapan terima kasih secara khusus penulis ucapkan kepada:

1. Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada henti nya kepada penulis.
3. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ir. Ari Wibowo, S.T., M.Eng. selaku kepala jurusan yang telah memberikan dukungan dan fasilitas akademik yang menjadikan penulis dapat menjalankan seluruh proses studi hingga penelitian ini selesai.
5. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi yaitu bu Nurul Laili Arifin, S.S.T.,M.T. yang telah memberikan saran dan masukan selama menjalani perkuliahan.
6. Hendra Butar Butar, S.Pd., M.T. selaku wali dosen yang telah membimbing, memantau perkembangan studi, serta memberikan dukungan moral selama masa perkuliahan.
7. Ninda Hardina Batubara, S.Pd., M.Si. Selaku dosen pembimbing 1 & Meilani Mandhalena Manurung, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 2 yang dengan penuh perhatian telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan yang sabar serta membangun sejak tahap perencanaan hingga penyusunan laporan tugas akhir ini
8. Dewan penguji saya yaitu pak Ir. Ari Wibowo,S.T.,M.Eng. & pak Ebeng Sugondo, ST, MT. yang telah bersedia untuk memberikan kritik dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Pimpinan dan seluruh staf kampus, yang telah menyediakan fasilitas dan bekal ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
10. Teman diskusi serta berbagi ilmu yang bermanfaat selama satu bimbingan.
11. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan seluruhnya, atas doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karna itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran dan masukan yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, kampus, maupun pihak yang membutuhkan informasi khususnya dalam bidang pengelasan.

ABSTRAK

Proses Gas Metal Arc Welding (GMAW) merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan pada industri manufaktur dan konstruksi karena mampu menghasilkan sambungan las yang memiliki kualitas tinggi. Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap kualitas hasil pengelasan adalah besar arus pengelasan, karena memengaruhi masukan panas (*heat input*), karakteristik manik las, serta sifat mekanik sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kualitas sambungan las pada material baja ASTM A36 menggunakan proses GMAW dengan bantuan *Welding Carriage* berdasarkan standar ISO 15614-5. Variasi arus yang digunakan yaitu 200 A, 230 A, dan 270 A dengan filler metal ER70S-6 berdiameter 1,2 mm, posisi pengelasan 1G, dan polaritas DCEP. Pengujian yang dilakukan meliputi Visual Test (VT) sesuai ISO 5817:2023, Magnetic Particle Test (MT) sesuai ISO 17638, serta uji tarik sesuai ISO 4136:2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh spesimen memenuhi kriteria accepted pada pengujian visual dan magnetic particle test. Pada spesimen 270A ditemukan cacat undercut dan excess weld metal, namun telah dilakukan perbaikan sesuai prosedur sehingga memenuhi kriteria penerimaan. Pengujian tarik menghasilkan nilai Ultimate Tensile Strength (UTS) sebesar 546,267 MPa pada arus 200 A, 543,042 MPa pada arus 230 A, dan 551,321 MPa pada arus 270 A. Seluruh spesimen mengalami patah pada daerah Heat Affected Zone (HAZ). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi arus pengelasan memengaruhi kualitas sambungan las, dan arus 270 A memberikan kualitas sambungan terbaik berdasarkan hasil pengujian visual, magnetic particle test, dan kekuatan tarik.

Kata kunci: GMAW, ASTM A36, variasi arus, *Welding Carriage*, Visual Test, Magnetic Particle Test, uji tarik.

ABSTRACT

The Gas Metal Arc Welding (GMAW) process is one of the most widely used metal joining methods in the manufacturing and construction industries because it produces high-quality welded joints. One of the parameters that affects the quality of the weld is the welding current, as it influences heat input, weld bead characteristics, and the mechanical properties of the joint. This study aims to analyze the effect of variations in welding current on the quality of welded joints in ASTM A36 steel using the GMAW process with a welding carriage, in accordance with ISO 15614-5. The current variations used were 200 A, 230 A, and 270 A with ER70S-6 filler metal having a diameter of 1.2 mm, a 1G welding position, and DCEP polarity. The tests conducted included a Visual Test (VT) in accordance with ISO 5817:2023, a Magnetic Particle Test (MT) in accordance with ISO 17638, and a tensile test in accordance with ISO 4136:2022. The test results showed that all specimens met the acceptance criteria in the visual inspection and magnetic particle test. Specimen 270A exhibited undercut and excess weld metal defects, but these were repaired in accordance with procedures, thereby meeting the acceptance criteria. Tensile testing yielded Ultimate Tensile Strength (UTS) values of 546.267 MPa at a current of 200 A, 543.042 MPa at a current of 230 A, and 551.321 MPa at a current of 270 A. All specimens fractured in the Heat Affected Zone (HAZ). Based on the research results, it can be concluded that variations in welding current affect the quality of the weld joint, and a current of 270 A produces the best joint quality based on the results of visual inspection, magnetic particle testing, and tensile strength testing.

Keywords: GMAW, ASTM A36, current variation, welding carriage, visual inspection, magnetic particle testing, tensile testing.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Mamfaat Penelitian.....	3
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1 Arus pengelasan.....	5
2.2.2 Baja ASTM A36.....	5
2.2.3 Mesin <i>Welding Carriage</i>	6
2.2.4 Pengelasan GMAW.....	7
2.2.5 <i>Filler metal</i> pada pengelasan.....	8
2.2.6 Standar ISO 15614-5.....	8
2.2.7 Pengujian <i>Non Destructive test</i>	8
2.2.8 Pengujian <i>Destructive test</i>	9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	10
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan.....	12
3.3 Objek penelitian.....	12
3.4 Proses penelitian.....	13
3.4.1 Proses pemotongan material.....	13
3.4.2 Proses pengelasan.....	13
3.4.3 Proses pengujian <i>Visual test</i> dan <i>Magnetic test</i>	14
3.4.4 Proses pembuatan sampel uji tarik.....	14

3.4.5 Proses pengujian uji tarik.....	15
3.5 Metode pengumpulan data.....	15
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	17
4.1 Hasil Penelitian.....	17
4.1.1 Hasil penelitian <i>Visual test</i>	17
4.1.2 Hasil penelitian <i>Magnetic testing</i>	18
4.1.3 Hasil pengujian uji tarik.....	18
4.2 Analisis perbandingan Tensile strenght antar variasi.....	19
4.3 Analisis pola patahan.....	19
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
Daftar Pustaka.....	23
Lampiran.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin <i>Welding Carriage</i>	7
Gambar 2. Mesin las GMAW.....	7
Gambar 3. Diagram alir penelitian.....	11
Gambar 4. Proses pemotongan material.....	13
Gambar 5. Proses pengelasan.....	14
Gambar 6. Proses Visual test dan Magnetik test.....	14
Gambar 7. Proses pembuatan spesimen uji tarik.....	15
Gambar 8. Proses pengujian uji tarik.....	15
Gambar 9. Grafik pengujian uji tarik.....	19
Gambar 10. Pola patahan Spesimen Uji Tarik Pada ketiga Variasi arus.....	19
Gambar 11. Hasil pengujian <i>magnetic testing</i>	24
Gambar 12. Hasil pengujian visual test.....	24
Gambar 13. Hasil pengujian tarik 200A.....	25
Gambar 14. Hasil pengujian tarik 230A.....	25
Gambar 15. Hasil pengujian tarik 270A.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Studi literatur.....	4
Tabel 2. Sifat mekanik ASTM A36.....	6
Table 3. Table parameter pengelasan.....	11
Tabel 4. Pengolahan data.....	16
Tabel. 5 Hasil penelitian <i>Visual test</i>	17
Tabel. 6 Hasil penelitian Maghnetik.....	18
Tabel. 7 Hasil penelitian uji tarik.....	18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri fabrikasi unsur logam bidang ini terus mengalami peningkatan kualitas dan inovasi berkat kemajuan teknologi yang semakin maju seperti saat ini tidak dapat dijauhkan dari proses pengelasan. Pengelasan sendiri dipilih sebagai metode penyambungan logam dikarenakan teknologi pengelasan memiliki peran penting dalam perkembangan industri yang dimana kemampuan teknologi ini dapat menghasilkan lasan yang baik dari proses penyambungan logam jika prosesnya terkontrol. Penerapan teknik pengelasan dalam industri fabrikasi juga sudah mencakup berbagai bidang, seperti pada industri pembuatan kapal, industri otomotif, perpipaan, manufaktur kereta api, hingga pada konstruksi bangunan [1].

Gas Metal Arc Welding (GMAW) termasuk dalam metode pengelasan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Proses GMAW menggunakan *shielding gas* yang berfungsi melindungi logam las cair dari kontaminasi udara lingkungan selama proses pengelasan berlangsung. Perlindungan ini penting karena logam hasil pengelasan berpotensi mengalami penetrasi hidrogen yang dapat memicu terbentuknya porositas. Pada proses GMAW, gas pelindung yang umum digunakan adalah argon (Ar) dan karbondioksida (CO₂)[2]..

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pada industri konstruksi dan manufaktur diperlukan penggunaan alat bantu pengelasan untuk menjaga kualitas hasil las dan efisiensi produksi. *Welding carriage* merupakan alat bantu pengelasan semi otomatis yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses pengelasan. *Welding carriage* sering diaplikasikan pada pekerjaan perpipaan lepas pantai karena mampu menghasilkan kecepatan pengelasan yang stabil dan konsisten. Penggunaan *welding carriage* terbukti dapat meningkatkan keseragaman hasil pengelasan dibandingkan dengan pengelasan manual, sehingga berdampak langsung pada peningkatan produktivitas kerja [3].

Kuat arus pengelasan merupakan salah satu parameter utama dalam proses *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) yang sangat mempengaruhi kualitas sambungan las. Penggunaan nilai arus yang terlalu kecil menghasilkan busur listrik yang kurang stabil sehingga proses peleburan logam tidak berlangsung secara optimal serta panas yang dihasilkan tidak mencukupi untuk melelehkan elektroda dan logam induk, sehingga menghasilkan manik las yang kecil, tidak rata, dan penembusan yang kurang dalam. Sebaliknya, penggunaan arus pengelasan yang terlalu tinggi meningkatkan laju peleburan elektroda sehingga menghasilkan manik las yang kurang seragam, yang berpotensi menurunkan kekuatan tarik serta meningkatkan kegetasan sambungan las. Oleh karena itu, pengendalian kuat arus pengelasan perlu disesuaikan dengan prosedur pengelasan[4].

Berbagai teknik dalam *Non Destructive Testing* (NDT) digunakan untuk mengevaluasi kondisi material tanpa menyebabkan kerusakan. Metode yang paling banyak diterapkan meliputi *visual inspection*, *liquid penetrant testing*, *magnetic particle testing*, *eddy current testing*, *radiographic testing*, dan *ultrasonic testing*. *Magnetic Particle Testing* (MPT) merupakan salah satu metode *Non Destructive Testing* (NDT) yang menggunakan medan magnet serta partikel magnetik halus, seperti serbuk besi, untuk mendeteksi adanya cacat atau diskontinuitas pada material. Agar proses pemeriksaan dapat dilakukan secara optimal, material yang diuji harus bersifat feromagnetik, seperti besi, nikel, kobalt, maupun paduannya, karena material tersebut mampu mempertahankan medan magnet selama proses inspeksi. Melalui metode ini, berbagai cacat pengelasan, baik yang berada di permukaan maupun yang berada sedikit di bawah permukaan sambungan las, seperti retak, porositas terbuka, dan diskontinuitas lainnya, dapat diidentifikasi tanpa merusak material yang diuji. Cacat pengelasan dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu terkait proses dan terkait material/metalurgi. Cacat ini terjadi terutama pada logam las (WM), zona yang terpengaruh panas (HAZ), dan logam dasar (BM)[5].

Kualitas serta kekuatan sambungan las dipengaruhi oleh beberapa parameter pengelasan, antara lain tegangan busur, kuat arus, kecepatan pengelasan, kedalaman penetrasi, dan polaritas listrik. Di antara parameter tersebut, kuat arus berperan penting karena memengaruhi masukan panas (*heat input*), efisiensi proses pengelasan, serta tingkat konsumsi bahan tambah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan variasi arus sebesar 200 A, 230 A, dan 270 A untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap karakteristik dan kualitas sambungan las.

Mengacu pada pemaparan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh variasi arus pada material baja ASTM a36 dengan pengelasan GMAW menggunakan *Welding Carriage* terhadap uji las sesuai standar ISO 15614-5”.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada paparan latar belakang diatas adapun rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik 200 Ampere, 230 Ampere, 270 Ampere pada spesimen terhadap uji visual?
2. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik 200 Ampere, 230 Ampere, 270 Ampere pada spesimen terhadap uji magnetik?
3. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik 200 Ampere, 230 Ampere, 270 Ampere pada spesimen terhadap uji tarik?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan, penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Material dasar (base metal) yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ASTM a36 dengan dimensi panjang 200 mm, lebar 150 mm dan lebar 12 mm
2. Filler metal yang digunakan dalam penelitian ini adalah ER70S-6 dengan ukuran 1,2 mm.
3. Polaritas pengelasan yang digunakan DCEP (*Direct current elektroda positif*).
4. Pengelasan menggunakan posisi 1G (bawah tangan).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan penelitian yang telah ditetapkan, adapun penelitian ini bertujuan untuk mencapai beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi arus terhadap *visual test* pada spesimen uji.
2. Memahami dan menganalisis pengaruh variasi arus terhadap *magnetic testing* pada spesimen uji.
3. Menganalisis pengaruh variasi arus terhadap uji tarik pada spesimen uji.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian teoritis dalam bidang teknik pengelasan, khususnya terkait pengaruh variasi arus pengelasan GMAW menggunakan *Welding Carriage* terhadap kualitas sambungan las pada material baja ASTM A36. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi mahasiswa dan peneliti selanjutnya yang ingin membahas parameter pengelasan serta pengujian sambungan las berdasarkan dengan standar ISO 15614-5.

2. Mamfaat praktis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan wawasan mengenai pengaturan arus pengelasan yang optimal pada proses GMAW menggunakan *Welding Carriage*, sehingga dapat meningkatkan kualitas sambungan las ditinjau dari hasil pengujian *visual*, *magnetic particle test*, dan uji tarik. Temuan penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi praktisi industri dalam menetapkan parameter pengelasan yang sesuai untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan struktur hasil fabrikasi

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Penelitian sebelumnya penting sebagai landasan ilmiah untuk memahami permasalahan, kerangka teori, dan perkembangan penelitian yang sejalan dengan topik yang dikaji. Oleh karena itu, dilakukan kajian terhadap literatur penelitian terdahulu yang membahas topik serupa dengan penelitian ini sebagai acuan dan pembandingan, berikut beberapa tinjauan yang telah dilakukan:

Tabel 1. Studi literatur

NO	Penulis dan tahun	Judul penelitian	Relevansi	Kelemahan
1.	Yasmina Amalia dan Syauqa Rahmatillah (2022)	Analisis Sambungan Las Baja S355J2 Sebagai Penyusun Welding Procedure Specification di PT Industri Kereta Api	Penelitian ini membahas pengelasan baja struktural S355J2 dan mengevaluasi kualitas sambungan las sebagai dasar penerapan prosedur pengelasan dan berfokus pada validasi WPS melalui uji tarik.	Tidak membahas variasi kuat arus pengelasan GMAW dengan menggunakan <i>welding carriage</i> terhadap kualitas sambungan las pada material baja S355J2+N
2.	Aladin Eko Purkuncoro (2019)	Analisis pengaruh variasi arus listrik 90 a, 10 a, 130 a Terhadap sifatmekanis dan strukturmikrohasil Pengelasan gasmetal arcwelding (gmaw) pada baja Karbon jiss50c	Penelitian ini membahas pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap sifat mekanis hasil las. Penelitian ini memberikan dasar teoritis bahwa perubahan arus listrik berpengaruh langsung terhadap kualitas sambungan las, baik dari sisi kekuatan maupun karakteristik material hasil pengelasan.	Pada penelitian tidak menggunakan baja S355J2+N, dan memanfaatkan <i>welding carriage</i> untuk meningkatkan konsistensi proses, serta mengevaluasi kualitas sambungan las melalui pengujian NDT dan uji tarik berdasarkan standar ISO 15614-5
3	Rizaldi Achmad Gumara dan Novi Sukma Drastia	Pengaruh variasi arus listrik pengelasan metal inert gas (mig) terhadap kekuatan tarik sambungan las pada baja karbon astm a36	Penelitian ini membahas pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap kualitas sambungan las, yang dievaluasi melalui pengujian tarik	Penelitian belum mengombinasikan secara lengkap antara uji non destruktif dan uji destruktif sebagai evaluasi kualitas sambungan, proses pengelasan masih

	wati (2021)			dilakukan secara manual.
4	Zainal Fakri, Bukhari dan Nawawi Juhan (2019)	Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050	Pada penelitian ini mengkaji pengaruh variasi arus pada pengelasan GMAW terhadap kualitas sambungan las terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050.	Penelitian terdahulu belum menerapkan sistem pengelasan semi otomatis menggunakan welding carriage dan hanya menggunakan pengujian impak.
5	Kris Witono, Talifat m Machfu roh, Sarjiyan a dan Elka Faizal (2023)	Pengaruh variasi travel speed terhadap Kekuatan tarik pada pengelasan disimilar Metal dengan mig robotic welding	Penelitian sama-sama mengkaji proses pengelasan GMAW dan pengaruh parameter pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las. Penelitian ini menegaskan bahwa pengendalian parameter pengelasan secara terkontrol (melalui robotic welding) berpengaruh signifikan terhadap kualitas hasil las	variasi arus pada baja S355J2+N dengan penggunaan welding carriage serta evaluasi berbasis ISO 15614-5 belum dibahas pada penelitian ini

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Arus Pengelasan

Arus pengelasan merupakan besaran arus listrik yang dihasilkan oleh mesin las dan dialirkan melalui elektroda menuju benda kerja selama proses pengelasan. Alat yang ada di mesin las dapat mengubah besar kecilnya arus pengelasan. Arus pengelasan harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang digunakan. Penggunaan arus las yang terlalu kecil dapat menyebabkan tembusan atau penetrasi yang rendah, sedangkan penggunaan arus las yang terlalu besar akan menyebabkan manik las yang terlalu lebar dan kerusakan pada area pengelasan[11].

2.2.2 Baja ASTM A36

Baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam struktur bangunan, jembatan, dan konstruksi umum dengan karakteristik keuletan, keku atan, serta kemudahan pengelasan yang baik. Menurut ASTM international (ASTM A36/A36M), baja A36 ini memiliki kandungan karbon yang relatif rendah sehingga memiliki potensi weldability atau disebut juga kemampuan las yang baik dan resiko pembentukan retak las yang rendah. Baja ASTM A36 memiliki kandungan baja sebesar 0.27% C. Baja karbon ASTM A36 memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah jenis ini sangat rekatif dan mudah

sekali untuk berubah kembali ke bentuk besi oksida (berkarat) jika terkontaminasi air, oksigen, dan ion. Baja karbon ASTM A36 mempunyai sifat mampu las yang di pengaruhi oleh kekuatan tarik dan kepekaan terhadap retak las imam syafa'at (2017) . Baja ASTM A36 juga memiliki sifat mekanik seperti fe memiliki 98.0% menunjukkan bahwa material tersebut bukan besi murni, tetapi umumnya baja karbon rendah. Dan baja ASTM A36 ini memiliki unsur carbon sebesar 0.27% yang berarti material ini memiliki kekuatan dan kekerasan yang sedikit lebih tinggi, disisi lain mulai menunjukkan penurunan keuletan dan kemampuan las, pada baja ASTM A36 ini memiliki nilai Mn sebesar 1.03% yang mana kadar Mn nya tergolong relatif tinggi untuk baja karbon struktural namun masih berada dalam baja yang mudah dilas, dan baja ASTM A36 ini juga memiliki Si sebesar 0.28% salah satu dari fungsi Si ini sendiri adalah meningkatkan kekuatan dan menjaga kualitas logam las, selain itu juga baja ASTM A36 ini memiliki Cu sebesar 0.20% Cu ini sangat berperan penting untuk mempertahankan ketangguhan material baja ini dan memiliki nilai Sulfur sebesar 0.050% yang memiliki peran sebagai menurunkan kualitas sambungan las dan sulfur sendiri tidak ditambahkan untuk memperbaiki sifat utama melainkan dibatasi kadarnya serendah mungkin agar tidak menurunkan kualitas material dan yang terakhir baja ASTM A36 ini juga memiliki nilai P yaitu fosfor sebesar 0.040% dampak atau pengaruh fosfor dalam baja adalah meningkatkan kekerasan dan kekuatan secara terbatas, meningkatkan kerapuhan dan memperburuk kualitas pengelasan (Senthilkumar dkk. 2023) . adapapun tabel dibawah adalah sifat mekanik dan mekanikal propertis dari baja ASTM A36 :

Tabel 2. Sifat mekanik ASTM A36

Fe	C	Mn	Si	Cu	S	P
98.0%	0.27%	1.03%	0.28%	0.20%	0.050%	0.040%

2.2.3 Mesin *Welding Carriage*

Sebagai alat bantu dalam pengelasan semi-otomatis, *welding carriage* dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi waktu pengerjaan serta menghasilkan kualitas lasan yang konsisten. Penggunaannya telah diterapkan secara luas pada proyek perpipaan lepas pantai dan fabrikasi struktur karena dinilai efektif. sistem *welding carriage* memerlukan proses instalasi dan penyesuaian ulang (*re-installation*) setiap kali berpindah lokasi pengelasan atau ketika menghadapi posisi benda kerja yang berbeda. Selain itu, alat ini memiliki derajat kebebasan (*degrees of freedom*) yang terbatas, sehingga kurang fleksibel untuk digunakan pada area kerja yang sempit atau lintasan pengelasan yang rumit, seperti jalur las berbentuk huruf "U" [13].



Gambar 1. Mesin *Welding Carriage*

2.2.4 Pengelasan GMAW

Las GMAW adalah proses pengelasan busur listrik, dengan busur listrik diselubungi oleh gas di atas daerah pengelasan. Kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus-menerus. Gas pelindung yang digunakan adalah Argon, Helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara 2 - 5% atau CO₂ antara 5 - 20%. Makin tinggi arus listrik yang digunakan dalam pengelasan, makin tinggi pula penembusan (penetrasi) serta kecepatan pencairan. Arus listrik yang besar juga dapat memperkecil percikan butiran dan meningkatkan penguatan manik. Tetapi dengan tingginya arus listrik maka akan memperlebar daerah HAZ[14].



Gambar 2. Mesin las GMAW

Cara kerja las GMAW yaitu dengan cara mencairkan logam dengan panas yang dihasilkan dari induksi benda kerja yang bermuatan negatif dan kawat las yang bermuatan positif. Panas yang dihasilkan sangat tinggi sehingga mampu mencairkan seluruh jenis logam dengan waktu yang cepat. Panas yang terjadi menyebabkan kawat las dan induk logam mencair yang menjadikan penyatuan sambungan logam.[15].

2.2.5 Kawat las pada pengelasan

Kawat las (*filler metal*) adalah material logam yang digunakan dalam proses pengelasan sebagai bahan tambah untuk menyatuhkan dua atau lebih logam. Kawat las yang digunakan pada proses pengelasan tentunya memiliki kode dimana kode tersebut memberikan informasi mengenai kandungan unsur dari kawat tersebut dan juga memberikan kekuatan tarik dan luluh dari kawat tersebut, maka dibawah ini akan dijelaskan tentang pembacaan kode kawat las menurut standar AWS A5.18 ER70S-6, Pada jenis kawat ini berfungsi sebagai pengisi baja karbon rendah padat yang di gunakan untuk pengelasan GMAW, Kawat ini dapat di gunakan pada lembaran logam tipis (diameter kecil) dan lembaran logam tebal (diameter besar).

Adapun kode AWS A5.18 ER70S-6 memiliki arti sebagai berikut:

- AWS : *American Welding Society*.
- A5.18 : *Elektroda Low Alloy Steel*.
- ER : Batang Elektroda (kawat pengisi untuk pengelasan GMAW).
- 70 : kekuatan tarik minimum dalam KSi.
- S : kawat padat.
- 6 : mendefinisikan komposisi kimia baja karbon[16].
-

2.2.6 Standar ISO 15614-5

ISO 15614-5 merupakan standar yang digunakan sebagai acuan dalam kualifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Qualification Record/WPQR*) untuk memastikan bahwa prosedur pengelasan mampu menghasilkan sambungan las dengan kualitas dan sifat mekanik yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Standar ini mengatur parameter pengelasan yang harus dikendalikan, persiapan spesimen uji, serta jenis pengujian yang diperlukan, baik pengujian tidak merusak maupun pengujian mekanik seperti uji tarik, sebagai dasar evaluasi kelayakan prosedur pengelasan[17].

2.2.7 Pengujian *Non Destructive Test*

Pengujian *Non Destructive Test* (NDT) adalah salah satu pengujian yang dapat dilakukan pada suatu material, komponen, struktur, atau mengukur beberapa karakteristik tanpa merusak komponen atau material benda uji tersebut[17]. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mendeteksi adanya cacat atau ketidaksesuaian pada material, baik cacat permukaan maupun cacat di bawah permukaan, sehingga material yang diuji tetap dapat digunakan setelah proses pengujian selesai. Adapun 2 metode pengujian yang akan dilakukan yaitu:

1. *Visual test*

Pengujian visual merupakan bagian dari pengujian NDT (*Non-Destructive Test*) yang dilakukan pada lasan tanpa merusak material atau dengan melihat dan mengamati lasan dengan mata telanjang atau dengan bantuan lain, untuk melihat bagian luar lasan. Pengujian visual adalah salah satu metode inspeksi yang paling banyak digunakan. Pengujian ini memiliki kelemahan yaitu penglihatan inspektur terbatas dan tidak dapat memastikan kualitas yang ada di permukaan lasan sehingga jika ada cacat pada hasil lasan tidak dapat terdeteksi[18]. Pelaksanaan pengujian visual pada penelitian ini mengacu pada ISO 5817 2023, yang mengatur metode pemeriksaan visual sambungan las sebelum, selama, dan setelah pengelasan, termasuk persyaratan pencahayaan, jarak pengamatan, penggunaan alat bantu inspeksi, serta prosedur evaluasi cacat permukaan hasil las.

2. *Magnetic Testing*

Pengujian *magnetic* dipakai untuk mendeteksi ketidakteraturan atau cacat yang terdapat pada material uji, baik yang berada di permukaan maupun cacat yang berada didalam hasil pengelasan . Proses pengujian magnetik menggunakan bahan bernama *White Contrast Paint* yang berfungsi untuk melapisi permukaan material uji. Saat bahan tersebut disemprot dengan partikel basah dari *Prepared Bath*, cacat yang ada akan terlihat ketika partikel tersebut *dimagnetisasi*. Pada pengujian *Magnetic Particle Test*, magnetisasi dilakukan dalam berbagai posisi agar semua cacat pada material uji bisa terdeteksi secara menyeluruh[18]. pada pengujian magnetik untuk prosedur penelitian pada sambungan las, metode magnetisasi, jenis partikel magnetik, teknik pengaplikasian dan cara evaluasi indikasi cacat dari hasil pengelasan mengacu pada standar EN ISO 17638.

2.2.8 *Pengujian Destructive Test*

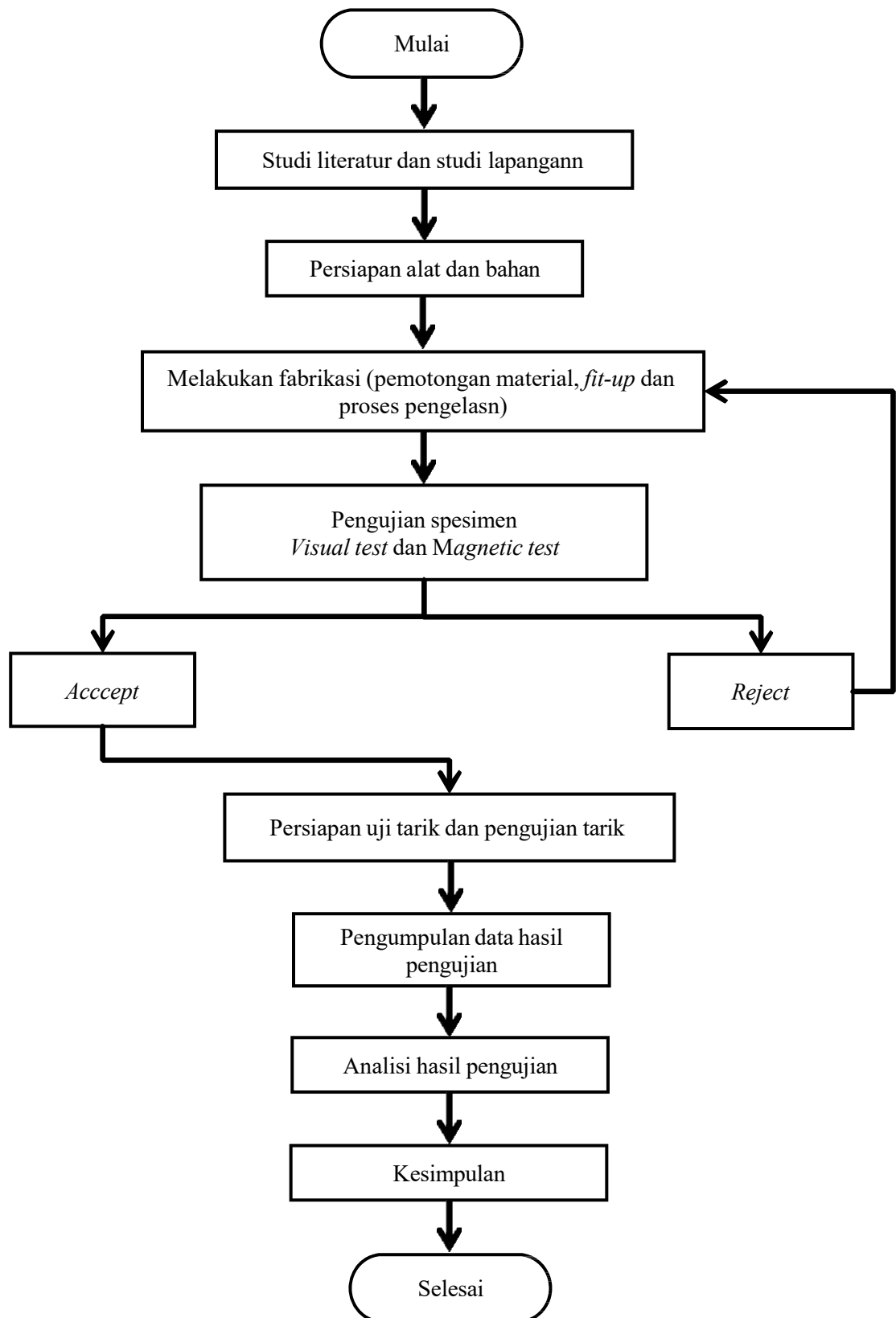
Destructive Test adalah metode pengujian sambungan las yang bersifat merusak, dilakukan dengan menguji sampel hingga patah untuk mengetahui karakteristik mekanik (kekuatan, kekerasan, keuletan) dan mendeteksi cacat internal (retak, porositas) di bawah kondisi ekstrem, sehingga kualitas sambungan las terverifikasi sesuai standar sebelum produksi massal atau penggunaan aktual yang umumnya dilakukan pada spesimen uji (*test coupon*)[19]. berikut pengujian yang akan dilakukan:

1. Uji tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mendeteksi serta mengetahui kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan material uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Hasil pengujian tarik umumnya berupa parameter kekuatan (kekuatan tarik atau kekuatan luluh), parameter keliatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan presentase perpanjangan dan presentase kontraksi atau reduksi penampang[19]. Pelaksanaan pengujian tarik pada penelitian ini mengacu pada ISO 4136-2022, yang mengatur bentuk dan dimensi spesimen, metode pengujian serta kriteria evaluasi hasil uji tarik.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada gambar 3. Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mempelajari referensi, standar serta urutan pekerjaan yang akan dilakukan. Selanjutnya adalah persiapan Alat dan bahan, alat dan bahan yang digunakan merupakan tahapan yang harus ditentukan sesuai dengan ketentuan yang telah dirancang. Tahapan ini meliputi persiapan alat dan material dari awal hingga sampel siap untuk dilakukan proses pengelasan.

Tahap selanjutnya adalah tahap fabrikasi yang dimana material dipotong dan dibentuk sesuai dengan ukuran serta konfigurasi yang telah direncanakan untuk proses pengelasan dengan ukuran panjang x lebar (200mm x 150mm) sekaligus pembuatan *bevel* dengan sudut 30 derajat, kemudian dilakukan proses *fit-up*. Spesimen yang telah disiapkan kemudian melakukan proses pengelasan, dimana pengelasan dilakukan dengan variasi arus yang telah ditentukan sebagai variabel penelitian. Proses pengelasan kemudian dilaksanakan secara bertahap dari awal hingga akhir pengelasan, seperti arus (*ampere*), tegangan (*voltage*), kecepatan pengelasan (*travel speed*), serta masukan panas (*heat input*).

Tahap selanjutnya adalah pengujian pesimen yang dimana dilakukan 3 jenis pengujian *Non destructive testing* (NDT) untuk masing-masing spesimen, untuk pengujian pertama dilakukan pengujian *visual test* sesuai dengan standart EN ISO 5817 2023 (*Non-destructive testing of welds-Visual testing of fusion-welded joints*) . untuk pengujian yang kedua dilakukan pengujian *magnetic test* sesuai dengan standar ISO 17638:2016 (*Non-destructive testing of welds-Magnetic particle testing*), jika terdapat cacat las yang tidak diijinkan atau *reject* maka akan dilakukan perbaikan di tahap fabrikasi, dimana material dilakukan pemotongan ulang serta pengelasan. selanjutnya melakukan pengujian yang terakhir pengujian *Destructive Test* (DT) yaitu uji tarik. Spesimen yang sudah dilakukan pengelasan dilakukan pemotongan yang sesuai dengan standar pengujian tarik Dalam melakukan proses pengujian, uji tarik mengacu pada ISO 4136:2022 (*Destructive tests on welds in metallic materials — Transverse tensile test*). Selanjutnya spesimen yang sudah memenuhi standar kemudian di uji melalui pengujian uji tarik untuk mengetahui sifat mekanik material hasil dari las lasan. Hasil pengujian berupa report dari masing masing metode pengujian sebagai bukti dan verifikasi hasil penelitian. Masing masing pengujian akan menghasilkan data yang akan digunakan sebagai analisa tolak ukur perbandingan kualitas pengelasan tiap metode variable yang digunakan.

Table 3. Table parameter pengelasan

Kode Spesimen	Proses pengelasan	Kawat las	A	V	Travel speed (mm/s)	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Heat Input (Kj/mm)
200A	GMAW	ER 70S-6	200	26	400	546.267	360.632	0,0104 kj/mm
230A	GMAW	ER 70S-6	230	26	400	543.042	344.202	0,01196 kj/mm
270A	GMAW	ER 70S-6	270	26	400	551.321	354.167	0,01404kj/mmm

Hasil dari pengujian tersebut kemudian masuk di tahap pengumpulan data, seluruh data yang sudah dilakukan melakukan pengujian *Visual test*, *Magnetic testing* dan uji tarik dicatat secara sistematis untuk setiap variasi arus pengelasan.

Kemudian tahap selanjutnya untuk data yang sudah dicatat dan terkumpul selanjutnya menganalisis data dengan tujuan untuk mengevaluasi Pengaruh Variasi Arus pada material ASTM A36 pengelasan GMAW menggunakan *Welding Carriage* terhadap uji *Destructive test* dan *Non destructive test*. Berdasarkan hasil dari penelitian ini lalu tahap selanjutnya masuk di fase akhir yaitu kesimpulan yang mana merangkum temuan utama penelitian sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Lalu tahap yang paling akhir yaitu selesai yang menandakan bahwa seluruh rangkaian penelitian telah dilaksanakan secara lengkap dan terstruktur.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1. Alat

Alat merupakan segala perangkat yang digunakan untuk mendukung dalam proses penelitian, pembuatan spesimen, pelaksanaan pengujian, serta pengambilan data. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mesin las GMAW
- b. Mesin *Welding Carriage*
- c. Mesin Grinda
- d. Mesin Uji Tarik
- e. Jangka Sorong (*Caliper*) dengan tingkat ketelitian 0,2 mm
- f. *Welding gauge*

3.2.2. Bahan

Bahan penelitian merupakan material utama dan bahan pendukung yang digunakan selama proses pengelasan dan pengujian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Material baja ASTM A36 sebanyak 9 spesimen
- b. *Filler metal* ER70S-6

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sambungan las hasil proses GMAW pada material baja ASTM A36 yang dilas menggunakan elektroda ER70S-6 dengan variasi arus pengelasan 200 A, 230 A dan 270 A sebagai parameter utama. Penelitian ini berfokus pada *Weld Metal* (WM) sebagai bagian sambungan las yang secara langsung menerima pengaruh masukan panas akibat variasi arus selama proses pengelasan.

Material baja ASTM A36 dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan baja struktural yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan fabrikasi, serta memiliki kemampuan las yang baik sesuai dengan ketentuan ISO 15614-5, yang merupakan standar internasional untuk kualifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Qualification Record/WPQR*) guna menjamin bahwa sambungan las yang dihasilkan memenuhi persyaratan kualitas dan sifat mekanik yang ditetapkan. Sambungan las dibuat dalam bentuk *singel V butt joint* posisi 1G (*Flat position*) untuk memastikan kestabilan proses

pengelasan dan keseragaman kualitas sambungan. Seluruh hasil dari pengelasan disiapkan menjadi spesimen Uji tarik sehingga nilai energi serap yang diperoleh menunjukkan ketangguhan daerah las akibat pengaruh variasi arus pengelasan.

Dengan demikian objek penelitian ini mencakup :

- a. Sambungan las GMAW pada baja ASTM A36.
- b. Weld Metal sebagai zona pengujian.
- c. Variasi arus sebagai variable bebas.
- d. Nilai kekuatan visual test, magnetik test dan uji tarik sebagai variable terikat.

3.4 Proses penelitian

Proses penelitian merupakan tahapan pelaksanaan yang dilakukan untuk memperoleh data penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini, proses penelitian meliputi persiapan material dan peralatan, pembuatan spesimen, proses pengelasan GMAW pada baja ASTM A36 menggunakan elektroda ER70S-6 dengan variasi arus 200 A, 230 A, dan 270 A, persiapan untuk pengujian visual dan magnetik serta pembuatan spesimen uji tarik, pelaksanaan pengujian, serta pengumpulan data hasil pengujian untuk dianalisis lebih lanjut.

3.4.1 Proses pemotongan material

Pemotongan material merupakan tahapan yang sangat penting dalam proses pengelasan sekaligus sebagai langkah awal dalam pembuatan spesimen uji Tensile Test, dengan tujuan untuk mendapatkan ukuran dan bentuk material yang sesuai dengan standar. Plate ASTM A36 dipotong menggunakan mesin Cutting dengan dimensi panjang 200 mm, lebar 150 mm, dan ketebalan 12 mm sebanyak 18 pcs.



Gambar 4 Proses pemotongan material.

3.4.2 Proses pengelasan

Proses pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) dengan elektroda ER 70S-6 dengan parameter arus 200A, 230A dan 270A, adapun tahapan dalam melakukan pengelasan, sebagai berikut

1. Persiapan material yang sudah di preparasi sebelumnya
2. Membuat *tack weld*
3. Mengatur parameter pengelasan sesuai yang telah ditetapkan
4. Pengelasan dilakukan pada posisi 1G dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang konsisten
5. Melakukan cleaning pada material setelah pengelasan selesai.



Gambar. 5 Proses pengelasan

3.4.3 Proses pengujian *Visual test* dan *magnetic test*

Proses pengujian *Visual test* dilakukan sesuai dengan standar EN ISO 5817 2014. kemudian dilanjutkan dengan pengujian magnetik merujuk pada standar EN ISO 17638.



Gambar.6 Proses *Visual test* dan *Magnetic test*

3.4.4 Proses pembuatan spesimen uji tarik

Pembuatan spesimen uji merupakan langkah awal yang sangat penting dalam berbagai jenis pengujian pada material. Spesimen yang dibuat dengan tepat dan berkualitas tinggi akan memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan. Pembuatan spesimen juga memastikan bahwa pengujian benar-benar menggambarkan sifat material atau sambungan las yang diteliti. Pelat baja ASTM A36 yang sudah melewati proses pengelasan dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan pada standar ISO 4136:2012, yaitu dengan panjang 200 mm, panjang *reduced section* 60 mm, lebar *reduced section* 12 mm, lebar *grip section* 32 mm, tebal spesimen 12 mm, dan *radius of fillet* 25 mm.



Gambar. 7 Proses pembuatan spesimen uji tarik

3.4.5 Proses pengujian uji tarik

Penelitian ini menggunakan uji tarik. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan hasil pengelasan untuk menahan beban tarik tanpa deformasi atau kegagalan yang signifikan, uji Tarik dilakukan dengan mesin uji universal (*universal testing machine*) yang dapat menerapkan gaya Tarik dengan kecepatan terkendali. Langkah-langkah umumnya adalah sebagai berikut

- a) Alat : menggunakan mesin uji Tarik (UTM) yang sudah dikalibrasi
- b) Pemasangan : specimen di jepit dengan kuat pada *chuck* mesin Tarik
- c) Pembebanan : beban Tarik yang diberikan secara kontinyu dan stabil hingga specimen putus
- d) Pengukuran : selama pengujian, mesin akan merekam kurva beban, hasil *tensile strength*, hasil *yield strength*, dan perpanjangan



Gambar. 8 Proses pengujian uji tarik

3.5 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan agar mendapatkan informasi yang tepat, sesuai, dan dapat diandalkan secara teknis. Data yang dikumpulkan terbagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder, yang diperoleh melalui beberapa tahapan seperti berikut:

1. Observasi langsung
2. Studi literatur
3. Pengujian dan Pengukuran
4. Dokumentasi

Berikut adalah bentuk pengolahan data yang akan dilakukan

Tabel 4. Pengolahan data

Kode Spesimen	Bagian spesimen uji	Visual Test	Magnetic Testing	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)
A36 -200	1	ACC	ACC	546.267	360.632
	2	ACC	ACC	-	-
	3	ACC	ACC	-	-
A36-230	1	ACC	ACC	543.042	344.202
	2	ACC	ACC	-	-
	3	ACC	ACC	-	-
A36-270	1	ACC	ACC	-	-
	2	ACC	ACC	551.321	354.167
	3	ACC	ACC	-	-

Pada tabel 4. Menunjukkan hasil dari pengolahan data pengujian pada spesimen baja ASTM A36 yang dilas dengan variasi arus pengelasan sebesar 200 A, 230 A dan 270 A. Setiap spesimen diberi kode sesuai dengan jenis material dan besar arus pengelasan yang digunakan, yaitu A36-200, A36-230 dan A36-270, guna mempermudah identifikasi selama proses pengujian.

Pengujian *Non-Destruktif test* meliputi *Visual Test* (VT) berdasarkan standar ISO 5817 dan *Magnetic Particle Test* (MT) berdasarkan ISO 17638. Sementara itu, pengujian *Destruktif* yang dilakukan adalah uji tarik mengacu pada standar ISO 4136:2022. Hasil dari setiap pengujian diklasifikasikan dalam kategori *accepted* (diterima) atau *rejected* (ditolak). Data yang diperoleh pada tabel ini digunakan sebagai dasar analisis untuk mengevaluasi pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kualitas hasil las, baik dari segi visual, keberadaan cacat internal, maupun kekuatan mekanik sambungan las pada baja ASTM A36.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Penelitian Visual test

Berdasarkan hasil pengujian *Visual inspection* yang dituangkan dalam *report test*, berikut hasil pengujian spesimen yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil penelitian *Visual test*

Welding defect		Spesimen 200 A			Spesimen 230 A			Spesimen 270 A			Result
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Weld face	Undercut	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	Accepted
	Overlap	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Crack	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Slag inclusion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Excess weld metal	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	Accepted
	Porosity	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
Root weld	Undercut	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Overlap	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Slag inclusion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Excess penetration	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Porosity	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted
	Incomplete root penetratin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Accepted

Merujuk pada tabel 5. terlihat bahwa hasil pengelasan pada spesimen uji terdapat beberapa kategori cacat. tidak semua spesimen yang memiliki cacat dikategorikan *rejected*, hal ini dikarenakan penentu *accepted* dan *rejected* berdasarkan dengan standar yang digunakan yaitu ISO 5817 2023.

Salah satu cacat yang timbul pada *weld face* spesimen 270-1 adalah *undercut*, cacat ini merupakan salah satu cacat pengelasan yang disebabkan karena kuat arus yang digunakan saat capping terlalu tinggi, hal ini menyebabkan pada spesimen 270-1 perlu dilakukan perbaikan sesuai prosedur dan untuk spesimen 270-1 sudah dilakukan perbaikan dan dinyatakan *accepted*.

Pada spesimen 270-1 pada permukaan capping ditemukan 1 cacat pengelasan yaitu *excess weld*, cacat ini merupakan salah satu cacat pengelasan yang disebabkan karena ayunan (*weaving*) terlalu lebar dan terlalu lama berhenti di satu titik. hal ini menyebabkan pada spesimen 270-1 perlu dilakukan perbaikan

sesuai prosedur dan untuk spesimen 270-1 sudah dilakukan perbaikan dan dinyatakan *accepted*. Untuk dokumentasi dari hasil visul test dapat dilihat pada Gambar 12.

4.1.2 Hasil penelitian *Magnetic testing*

Berdasarkan hasil pengujian *non-destruktif* menggunakan metode *Magnetic Particle Testing* (MT), tidak ditemukan adanya indikasi cacat las, baik berupa *crack* (retak), porositas permukaan, maupun diskontinuitas lainnya pada seluruh spesimen yang diuji. Hasil ini menandakan bahwa proses pengelasan telah dilakukan dengan parameter yang tepat sehingga menghasilkan kualitas sambungan yang baik dan memenuhi kriteria dari standar uji yang merujuk pada ISO 17638-2016 . Dokumentasi hasil pengujian dari masing-masing spesimen secara rinci dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 6. Hasil penelitian *Magnetic testing*

Permukaan	Spesimen 200A			Spesimen 230A			Spesimen 270A			Result
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Weld face	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	accepted
Root face	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	accepted

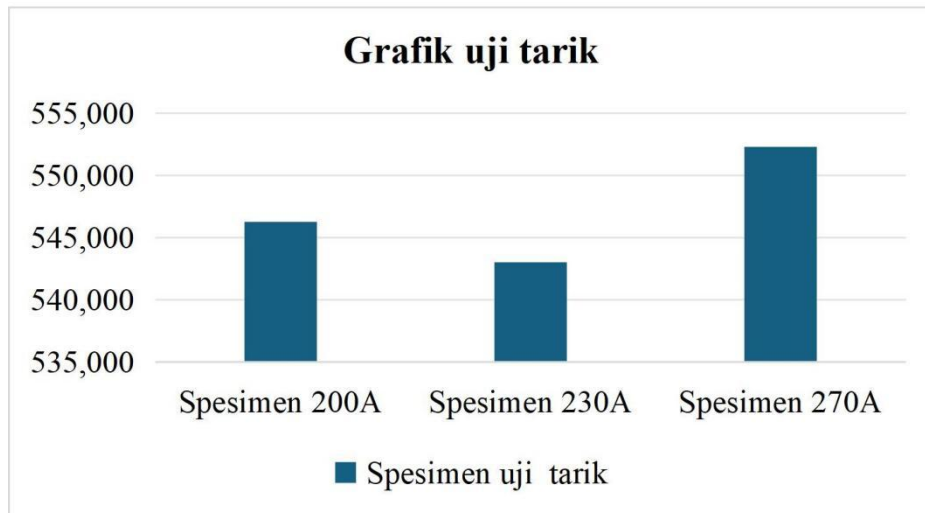
4.1.3 Hasil penelitian uji tarik

Pada bagian bab ini penulis menyajikan hasil dari penelitian atau pengujian uji Tarik pada material baja karbon rendah ASTM A36 yang telah dilakukan dalam proses pengelasan GMAW menggunakan kawat ER 70S-6 dengan 3 variasi arus yaitu 200A, 230A dan 270A. Hasil pengujian *tensile test* berupa nilai kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength*) dari masing-masing spesimen ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 7. Hasil penelitian uji tarik

Kode Spesimen	Proses pengelasan	Ampere	Volt	Travel speed (mm/s)	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Heat Input (Kj/mm)
200A	GMAW	200	26	400	546.267	360.632	0,0104 kj/mm
230A	GMAW	230	26	400	543.042	344.202	0,01196 kj/mm
270A	GMAW	270	26	400	551.321	354.167	0,01404 kj/mmm

4.2 Analisis Perbandingan Tensile Strength antar variasi



Gambar. 9 Grafik pengujian uji tarik

Pada grafik pengujian diatas didapatkan hasil nilai uji tarik dari setiap variasi 200A, 230A dan 270A. Pada pengujian uji tarik arus 200A mendapatkan nilai kekuatan terendah dengan nilai 546,267 N/mm², pada pengujian uji tarik arus 230A mengalami penurunan menjadi 543.042 N/mm². Selanjutnya pada pengujian uji tarik arus 270A merupakan spesimen uji dengan hasil nilai tertinggi memperoleh nilai sebesar 551,321 N/mm². Hasil dari masing-masing nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) tidak selalu meningkat secara teratur seiring dengan bertambahnya arus pengelasan [22]. Lampiran dokumentasi hasil dari pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 13.

4.3 Analisis pola patahan

Pengamatan pola patahan dilakukan secara visual pada seluruh specimen setelah proses uji Tarik selesai dilaksanakan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM).



Gambar 10. Pola patahan Spesimen Uji Tarik Pada ketiga Variasi arus

Hasil uji tarik material baja ASTM A36 variasi arus 200 A mengalami patahan pada daerah HAZ, variasi arus 230 A mengalami patah pada daerah HAZ, dan variasi arus 270 A mengalami patah pada daerah HAZ. Pengujian tarik setiap variasi rata-rata memiliki daerah patah yang sama. Maka dapat disimpulkan pengelasan antara plat setiap variasinya memiliki sambungan yang baik.

Diketahui hasil dari pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 4.3. memiliki rata-rata kekuatan tarik yang berbeda-beda. Dari data hasil penelitian variasi arus pengelasan GMAW pada material baja ASTM A36 menggunakan variasi arus 200 A mendapatkan nilai pengujian tarik sebesar 546,267 N/mm², variasi arus 230 A mendapatkan nilai pengujian tarik sebesar 543,042 N/mm², dan variasi arus 270 A mendapatkan nilai pengujian tarik sebesar 551,321 N/mm². Dapat diketahui dari ketiga variasi arus tersebut nilai tertinggi pengujian tarik dengan arus 270 A dan yang terendah dari variasi 200A.

Hasil uji dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik cenderung meningkat. Kekuatan tarik akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya arus yang digunakan dalam penelitian. Dari pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus yang digunakan, semakin tinggi pula nilai input panas atau energi panas yang dihasilkan. Hal ini memudahkan proses pencairan antara bahan baku dan logam pengisi. Dengan kata lain, penggunaan arus yang lebih besar akan meningkatkan input panas dan menghasilkan kualitas pengelasan yang lebih baik pada spesimen tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis pengaruh variasi arus pengelasan terhadap pengujian *Visual test*, *Magnetic testing* dan uji tarik pada proses pengelasan GMAW menggunakan material baja karbon rendah ASTM A36, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a) Variasi arus pengelasan terhadap *Visual test* sebagian besar spesimen memenuhi kriteria pengujian visual sesuai dengan ISO 5817-2023, namun pada spesimen 270 A terdapat cacat pengelasan, seperti *undercut* dan *excess weld metal* pada bagian *face*.
- b) Pengujian Magnetik tidak menemukan indikasi cacat pengelasan pada masing-masing variasi arus sehingga setiap spesimen dinyatakan layak menurut prosedur Magnetik yang digunakan.
- c) Variasi arus pengelasan tidak selalu menghasilkan peningkatan *Ultimate Tensile Strength* (UTS) secara linear pada proses pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Hasil pengujian tarik menunjukkan perbedaan nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) pada masing-masing variasi arus, yaitu 546.267 MPa pada arus 200 A, 543.042 MPa pada arus 230 A, dan 551.321 MPa pada arus 270 A. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan arus pengelasan dapat menghasilkan variasi nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) yang dipengaruhi oleh kondisi termal dan perubahan struktur mikro pada daerah hasil pengelasan. Arus 270 A memberikan kekuatan tarik terbaik dibandingkan dengan arus 200 A dan 230 A, sementara patahan uji tarik pada semua variasi terjadi di zona HAZ.

5.2 Saran

Pada penelitian mengenai pengaruh arus pada pengelasan GMAW terhadap *visual test*, Magnetik test dan uji tarik pada material baja ASTM A36, Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut

- Pada pengelasan GMAW dengan posisi 1G disarankan menggunakan arus 270 amper agar menghasilkan sambungan las yang lebih kuat.
- Pada penelitian selanjutnya disarankan memvariasikan elektroda dan sudut kampuh las sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih maksimal untuk meningkatkan sifat mekanik dari material baja ASTM A36.
- Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian kekerasan dan uji struktur makro atau mikro.

DAFTAR PUSTAKA

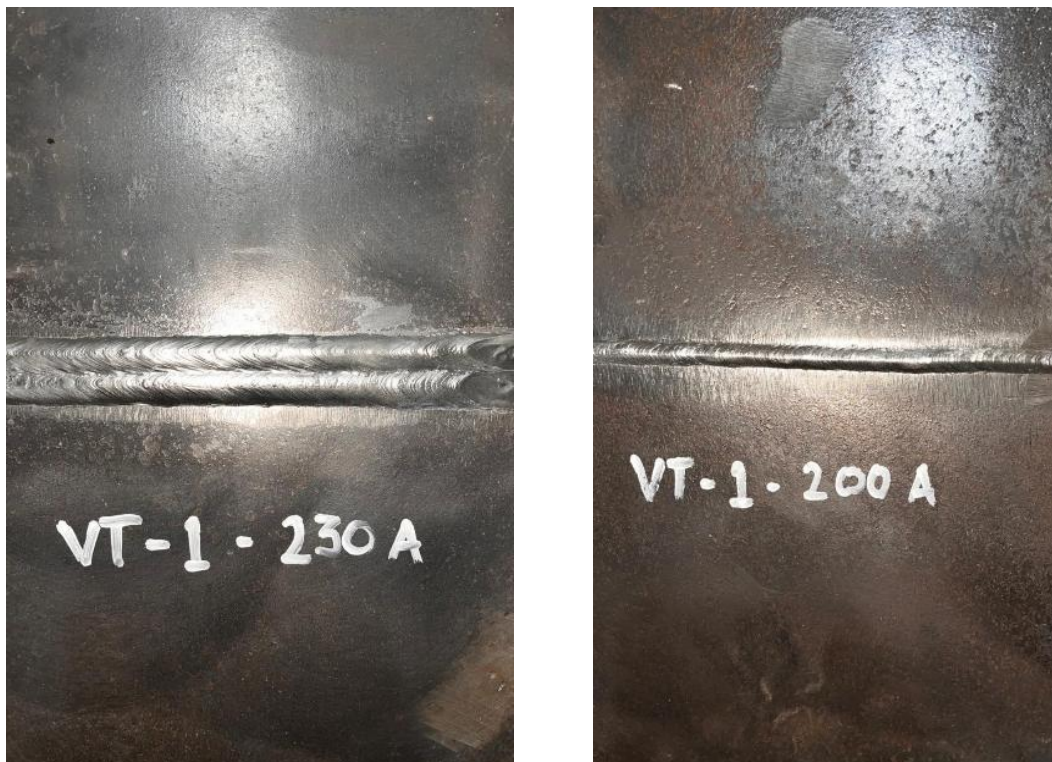
- [1] Tohari, A. A., & Yunus, Y. (2021). PENGARUH KECEPATAN ALIRAN GAS PELINDUNG PADA PROSES LAS MIG MATERIAL BAJA SS-540 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(01), 117-122.
- [2] Purkuncoro, A. E. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 A, 10 A, 130 A Terhadap Sifatmekanis dan Strukturmikrohasil Pengelasan Gasmetal Arcwelding (Gmaw) Pada Baja Karbon Jiss50c. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 1-8.
- [3] Ilhamda, Y. H., Mutiarani, M., & Wijayanti, I. (2023). Pengaruh Variasi Sudut Pengelasan Menggunakan Welding Carriage Terhadap Weld Bead Pada Pengelasan GMAW. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, 5(2), 60-64.
- [4] Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 142425.
- [5] Setiawan, M. B., & Drastiawati, N. S. (2024). PENGARUH ARUS LISTRIK PENGELASAN GMAW TERHDAP KEKUATAN TARIK DAN BENDING SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL BAJA S355J2+ N. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(02), 121-126.
- [6] Amalia, Y., & Rahmatillah, S. (2022). Analisis Sambungan Las Baja S355 J2 Sebagai Penyusun Welding Procedure Specification di PT Industri Kereta Api. *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, 1(2), 1-6.
- [7] Purkuncoro, A. E. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 A, 10 A, 130 A Terhadap Sifatmekanis dan Strukturmikrohasil Pengelasan Gasmetal Arcwelding (Gmaw) Pada Baja Karbon Jiss50c. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 1-8.
- [8] Gumara, R. A., & Drastiawati, N. S. (2021). Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Metal Inert Gas (Mig) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Baja Karbon Astm A36. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(03), 65-68.
- [9] Fakri, Z., Bukhari, B., & Juhan, N. (2019). Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Gmaw Pada Pengujian Impak Baja AISI 1050. *Journal of Welding Technology*, 1(1), 5-10.
- [10] Witono, K., Machfuroh, T., Sarjiyana, S., & Faizal, E. (2023). Pengaruh variasi travel speed terhadap kekuatan tarik pada pengelasan disimilar metal dengan MIG robotic welding. *Otopro*, 34-39.

- [11]Rahman, H. K., & Sunyoto, S. (2021). Pengaruh arus SMAW terhadap kekuatan tarik dan impak baja konstruksi IWF JIS G3101 SS400. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 35-45.
- [12]Mulyana, I. S., & Saputra, R. M. (2023). Analisis Uji Tarik pada Spesimen S355J2+ N dengan Standar AS 1391 untuk bahan Material Container Flat Top Wagon (PPCW). Universitas Gunadarma.
- [13]Utomo, E. (2015). Kajian Aplikasi Robot dalam Industri Perkapalan. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 9(1), 31-38.
- [14]Aji, B. K. (2015). KAJIAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS GMAW BAJA KARBON TINGGI DENGAN VARIASI MASUKAN ARUS LISTRIK. *Jurnal SIMETRIS*, 6(2).
- [15]Zainal Fakri, B., & Juhan, N. (2019). Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050. *Journal of Welding Technology*. Volume, 1(1), 5.
- [16]Susetyo, F. B. (2017). Efek Variasi Kecepatan Wire Feeder GMAW Terhadap Tensile Strength ASTM A36. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 13-1
- [17]Alwahidi, M. N., & Afrizal, B. (2025). Review Pengujian Pengelasan Metode Non-Destructive Test. *Jurnal Mema (Jurnal Mesin dan Manufaktur)*, 2(1), 30-42.
- [18]Avilla, G., Suhendra, B., & Naubnome, V. (2023). ANALISIS VARIASI KUAT ARUS DAN KELEMBAPAN ELEKTRODA PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP CACAT LAS PADA PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE NON-DESTRUCTIVE TEST (NDT) PENETRANT TESTING. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 8(2), 131-140.
- [19]Hikbal, A., Nugroho, M. B., & Bachtiar, A. M. (2025). Review Pengujian Pengelasan Metode Destructive Test. *Jurnal Mema (Jurnal Mesin dan Manufaktur)*, 2(1), 11-20. ui
- [20] Asy'ari, M. T., Bahri, M. H., & Mufarida, N. A. ASTM A36.
- [21]Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test. 2017.
- [22]Kurniawan, A. L., & Pranatal, E. (2022). Analisis kekuatan sambungan Las pada plat untuk dek kapal berbahan plat Baja A36 terhadap sifat fisis dan mekanis dengan metode pengelasan MIG. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, 1(1), 327-331.

LAMPIRAN



Gambar 11. Hasil pengujian *magnetic testing*



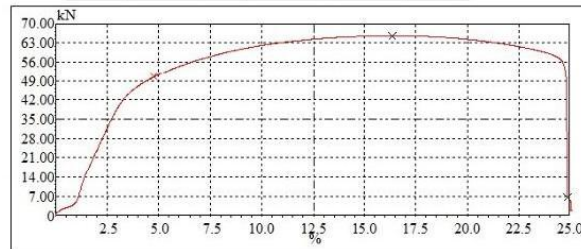
Gambar 12. Hasil pengujian Visual test

Politeknik Negeri Batam



Test No.	Test date	Max. Load kN	tensile strenght MPa	elongation %
1	2026-05-20	65.552	546.267	27.584
		---	---	---

Test No.	Yield point kN	Yield strength MPa	Energy J
1	50.423	360.632	685.476
	---	---	---



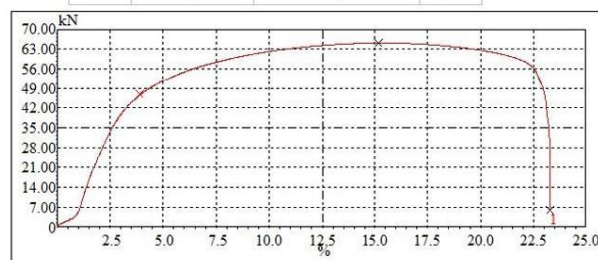
Gambar 13. Hasil pengujian Tarik 200A

Politeknik Negeri Batam



Test No.	Test date	Max. Load kN	tensile strenght MPa	elongation %
1	2026-05-20	65.165	543.042	25.861
		---	---	---

Test No.	Yield point kN	Yield strength MPa	Energy J
1	46.688	344.202	631.957
	---	---	---



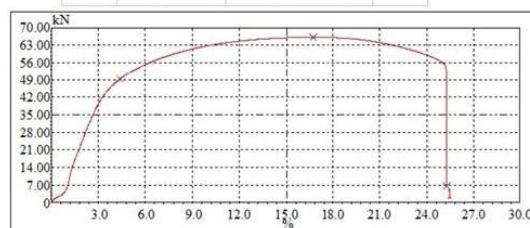
Gambar 14. Hasil pengujian Tarik 230A

Politeknik Negeri Batam



Test No.	Test date	Max. Load kN	tensile strenght MPa	elongation %
1	2026-05-20	66.159	551.321	28.080
		---	---	---

Test No.	Yield point kN	Yield strength MPa	Energy J
1	49.370	354.167	705.918
	---	---	---



Gambar 15. Hasil pengujian Tarik 270A

NASKAH TUGAS AKHIR JOHNSON IMMANUEL S

ORIGINALITY REPORT

17%
SIMILARITY INDEX

19%
INTERNET SOURCES

4%
PUBLICATIONS

6%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polibatam.ac.id Internet Source	9%
2	repository.umsu.ac.id Internet Source	2%
3	ejurnal.itats.ac.id Internet Source	1%
4	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	1%
5	journal.artei.or.id Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	repository.its.ac.id Internet Source	1%