Analisis Pengaruh Uji Tarik Dan Uji Struktur Mikro Pada Baja St 37 Setelah Mengalami Pengelasan *Smaw* Dengan Variasi Elektroda E7018, E8015, E6013

(Analysis of the Effect of Tensile Tests and Microstructure Tests on St 37 Steel After Experiencing Smaw Welding with Variations of E7018, E8015, E6013 Electrodes)

Anak Agung Ngurah Prama Nandana[1], Purnomo Herlambang[2]

[1,2] Prodi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara
E-mail: ngurahprama.bali2021@gmail.com, purnomoherlambang@gmail.com

Abstract—**The current welding process is more efficient in terms of energy, time and costs. Therefore, welding is divided into various methods, one of them is Shield Metal Arc Welding (SMAW). This method uses alternating current arc welding and electrodes. SMAW welding techniques are now commonly used in the process of joining building construction materials. In addition, welding is also often applied in the repair of building construction that has cracks. In everyday life, welding makes it easier to process construction materials made of metal so that they can become more useful products in the future. The aim and objective of this final assignment is to compare the effects and influence of electrode variations on ST 37 steel specimens, as well as compare the effect of welding variations using different electrodes after going through a tensile test. The methods used in this final project include surveys and field practice in the form of welding and testing. The research steps used include using test objects as test objects. It is hoped that from these test objects, relevant comparisons can be obtained for the tests carried out. Based on the data obtained, it can be concluded that each electrode variation has different stress, strain and elastic modulus values. From the results of the tensile test, it is known that the steel that underwent the welding process fractured outside the welding area. The benefit obtained from this research is an understanding of the differences in various types of electrodes, which affect the tensile test strength and microstructure of steel**.

Keywords—**Comparison, Reasoning, Tensile, Microstructure, St 37 Steel.**

Abstrak—**Proses pengelasan saat ini lebih efisien dalam segi tenaga, waktu, dan biaya. Oleh karena itu, pengelasan terbagi menjadi berbagai metode, salah satunya adalah Shield Metal Arc Welding (SMAW). Metode ini menggunakan las busur listrik arus bolak-balik dan elektroda. Teknik pengelasan SMAW kini telah umum digunakan dalam proses penyambungan bahan-bahan konstruksi bangunan. Selain itu, pengelasan juga sering diterapkan dalam perbaikan konstruksi bangunan yang mengalami keretakan. Dalam kehidupan sehari-hari, pengelasan memudahkan pengolahan bahan-bahan konstruksi yang terbuat dari logam sehingga dapat menjadi produk yang lebih bermanfaat di masa depan. Maksud dan tujuan dari pembuatan naskah penelitian ini adalah untuk membandingkan efek dan pengaruh dari variasi elektroda pada spesimen baja ST 37, serta membandingkan pengaruh variasi pengelasan menggunakan elektroda yang berbeda setelah melalui uji tarik. Metode yang dilakukan dalam naskah penelitian ini meliputi survei dan praktik lapangan berupa pengelasan dan pengujian. Langkah-langkah penelitian yang digunakan mencakup**

**Anak Agung Ngurah Prama Nandana*
E-mail: ngurahprama.bali2021@gmail.com

p-ISSN 2685-8991
e-ISSN 2808-2540

pemanfaatan benda uji sebagai objek pengujian. Diharapkan, dari benda uji tersebut, dapat diperoleh perbandingan yang relevan untuk uji yang dilaksanakan. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa masing-masing variasi elektroda memiliki nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas yang berbeda. Dari hasil uji tarik, diketahui bahwa baja yang melalui proses pengelasan mengalami patah di luar daerah pengelasan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah pemahaman tentang perbedaan jenis elektroda yang bervariasi, yang memengaruhi kekuatan uji tarik serta struktur mikro pada baja.

Kata Kunci—**Perbandingan, Pengalasan, Tarik, Struktur Mikro, Baja St 37.**

I. PENDAHULUAN

Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara (TNI AU) adalah lembaga militer yang beroperasi khusus di matra udara. TNI AU memiliki alat utama sistem persenjataan (alutsista) berupa pesawat terbang yang digunakan dalam berbagai operasi udara. Untuk dapat menerbangkan pesawat dengan aman, salah satu syarat utamanya adalah memastikan material pesawat yang digunakan memenuhi standar keamanan. Beberapa material yang umum digunakan dalam pembuatan pesawat antara lain baja tahan karat (*stainless steel*), aluminium, komposit, titanium, dan bahan termal. Material-material ini dikombinasikan untuk membentuk kerangka pesawat. Proses penggabungan material tersebut memerlukan teknik pengelasan yang mendukung kekuatan, ketahanan, serta keandalan struktur pesawat terhadap beban statis dan dinamis. Dalam industri penerbangan, termasuk TNI AU, pengelasan digunakan untuk menghasilkan dan memelihara berbagai komponen dan struktur yang penting bagi operasi penerbangan, kendaraan, serta fasilitas pendukung. Kualitas sambungan pengelasan memiliki dampak signifikan terhadap integritas, keamanan, dan kinerja peralatan serta struktur militer.

Pengelasan juga digunakan untuk membuat, memperbaiki, dan memodifikasi komponen serta struktur yang menghadapi tuntutan ketahanan dan keamanan tinggi. Pada pesawat udara, sambungan pengelasan dalam bagian-bagian kritis seperti sayap, badan pesawat, dan mesin harus berkualitas tinggi guna menjamin keberhasilan operasi dan keselamatan awak. Sambungan pengelasan dalam industri penerbangan harus memenuhi standar yang sangat ketat terkait kekuatan, keandalan, dan ketahanan terhadap beban statis maupun dinamis. Keandalan struktur pesawat terbang sangat bergantung pada kualitas sambungan pengelasan, baik pada struktur pesawat, sistem penggerak, maupun peralatan lainnya. Oleh karena itu, analisis dan pengujian kualitas sambungan pengelasan menjadi hal yang sangat penting. Selain untuk pembuatan peralatan baru, pengelasan juga memiliki peran vital dalam pemeliharaan dan perbaikan peralatan militer. Di TNI AU, pengelasan digunakan untuk memperbaiki komponen dan struktur peralatan yang mengalami kerusakan atau keausan, sehingga dapat kembali berfungsi secara optimal. Proses perbaikan ini mencakup pengelasan pada berbagai material dan konfigurasi, termasuk material logam dan komposit. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, industri pertahanan, termasuk TNI AU, terus berinovasi dalam teknologi pengelasan. Penggunaan metode pengelasan terbaru, material logam canggih, dan teknik pengendalian kualitas mutakhir menjadi kunci dalam memastikan keberhasilan pengelasan dalam aplikasi militer.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi elektroda E7018, E8015, dan E6013 terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro baja ST 37 setelah proses pengelasan menggunakan metode *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Penelitian ini berfokus pada pengujian kekuatan tarik dengan Universal Testing Machine (UTM) dan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik. Adapun suhu pengelasan yang digunakan sekitar 1.500°C. Rumusan masalah yang diangkat meliputi pengaruh variasi elektroda terhadap kekuatan tarik serta perbandingan struktur mikro pada baja ST 37 setelah pengelasan. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan mengenai kualitas pengelasan yang kuat serta perubahan struktur mikro pada baja, sehingga dapat memperkaya pemahaman terkait dampak penggunaan elektroda yang berbeda dalam proses pengelasan.

II. LANDASAN TEORI

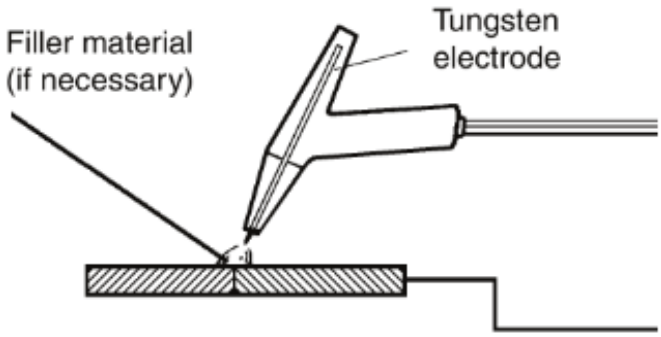
Penelitian ini memberikan beberapa definisi untuk memperjelas istilah yang digunakan, seperti uji tarik, uji struktur mikro, baja, dan baja ST 37. Uji tarik merupakan pengujian material yang umum dilakukan di industri untuk mengetahui sifat mekanik logam seperti kekuatan tarik, kekuatan mulur, dan elastisitas [1]. Uji struktur mikro bertujuan untuk memahami struktur dalam spesimen material melalui foto mikro, yang membantu menilai kinerja dan keandalan material [2]. Baja, sebagai logam alloy, mengandung besi sebagai komponen utama dengan karbon sebagai material pengeras yang mempengaruhi kualitas baja [3]. Baja ST 37, setara dengan AISI 1045, memiliki komposisi karbon 0,5%, mangan 0,8%, dan silikon 0,3%, dengan kekerasan sekitar 170 HB dan kekuatan tarik 650–800 N/mm². Baja ini sering digunakan tanpa perlakuan panas kecuali diperlukan untuk aplikasi khusus [4]. Baja secara luas digunakan dalam berbagai industri, seperti konstruksi, otomotif, dan penerbangan, karena ketahanannya dalam berbagai kondisi.

Beberapa penelitian mengenai pengelasan dan penggunaan elektroda memberikan dasar yang kuat untuk penelitian ini. Santoso dkk. (2016) menemukan bahwa variasi kuat arus pengelasan berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las, dengan arus 100 Ampere menghasilkan kekuatan tarik 31,863 kgf/mm², sedangkan 150 Ampere mencapai 48,503 kgf/mm²; penelitian ini tidak membahas variasi elektroda [5]. Sugestian menunjukkan bahwa pada sambungan las SMAW, posisi vertikal memiliki kekerasan tertinggi karena kandungan perlit yang lebih banyak [6]. Farel Mauluvi Akmal Antaqiya dan Untung Budiyarto menemukan bahwa pengelasan baja ST 60 tanpa preheating menghasilkan struktur mikro yang rapat, sedangkan preheating pada 300°C dan 400°C menghasilkan sifat yang bervariasi [7]. Ramadhan menganalisis kekuatan tarik baja AISI 1040 pasca pengelasan, menemukan nilai kekuatan tarik rata-rata 317,06 N/mm² dengan variasi media pendingin yang berbeda [8]. Selanjutnya membandingkan uji tarik baja ST 60 menggunakan variasi elektroda, yang menunjukkan kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan baja tanpa las. Penelitian-penelitian ini mengindikasikan potensi novelty yang dapat diangkat dalam penelitian ini.

A. Teori Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih bahan logam melalui pemanasan atau tekanan untuk menghasilkan sambungan yang kuat, dikenal sebagai "las". Proses ini melibatkan pencairan bahan yang digabungkan, membentuk sambungan solid setelah mendingin. Terdapat berbagai jenis pengelasan, antara lain Oxy Acetylene Welding (OAW), yang menggunakan campuran gas oksigen dan asetilen untuk logam tipis; Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), yang menghasilkan busur listrik dengan elektroda tungsten dan gas pelindung; dan Submerged Arc Welding (SAW), yang menggunakan serbuk flux untuk melindungi pengelasan dari kontaminasi. Metode lain termasuk Flux Core Arc Welding (FCAW), Gas Metal Arc Welding (GMAW), dan Friction Stir Welding (FSW), masing-masing dengan aplikasi dan keunggulan tersendiri. Spot Welding dan Seam Welding adalah teknik pengelasan resistensi yang umum dalam industri, sementara Stud Welding menghubungkan stud ke material dasar. Plasma Arc Welding (PAW) dan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) juga merupakan metode yang banyak digunakan, dengan SMAW menjadi salah satu teknik tradisional yang versatile dalam berbagai posisi pengelasan.

p-ISSN 2685-8991
e-ISSN 2808-2540



Gambar 1. Pengelasan

1. Oxy Acetylene Welding (OAW): Menggunakan campuran gas oksigen dan asetilen untuk melelehkan logam, ideal untuk logam tipis.
2. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW): Menggunakan elektroda tungsten yang tidak meleleh dan gas pelindung, cocok untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural.
3. Submerged Arc Welding (SAW): Menggunakan elektroda terendam dalam flux, produktif untuk logam tebal seperti dalam pembuatan kapal.
4. Flux Core Arc Welding (FCAW): Menggunakan elektroda berisi flux, dengan dua jenis yaitu FCAW-G (dengan gas pelindung) dan FCAW-S (tanpa gas).
5. Gas Metal Arc Welding (GMAW): Dikenal juga sebagai MIG welding, efisien untuk berbagai logam dengan laju pengendapan yang baik.
6. Friction Stir Welding (FSW): Proses pengelasan padat tanpa mencairkan material, cocok untuk aluminium.
7. Spot Welding: Menggunakan resistensi listrik untuk mengelas titik-titik, umum di industri otomotif.
8. Seam Welding: Menghasilkan sambungan kontinu menggunakan prinsip serupa dengan Spot Welding.
9. Stud Welding: Menghubungkan stud ke material dasar dengan dua metode: Capacitor Discharged dan Arc Stud Welding.
10. Plasma Arc Welding (PAW): Menggunakan aliran plasma untuk pengelasan yang dalam dan cepat, ideal untuk industri pesawat terbang.
11. Shielded Metal Arc Welding (SMAW): Proses manual dengan elektroda berfluks, fleksibel dalam berbagai posisi dan lokasi.

B. Elektroda

Elektroda adalah kawat las yang digunakan dalam pengelasan listrik, berfungsi sebagai pembakar yang menciptakan busur untuk menyambung logam induk (Ghony, 2022). Elektroda memanfaatkan panas dari loncatan elektroda di antara dua kutub untuk menggabungkan keping logam, membentuk sambungan yang permanen.

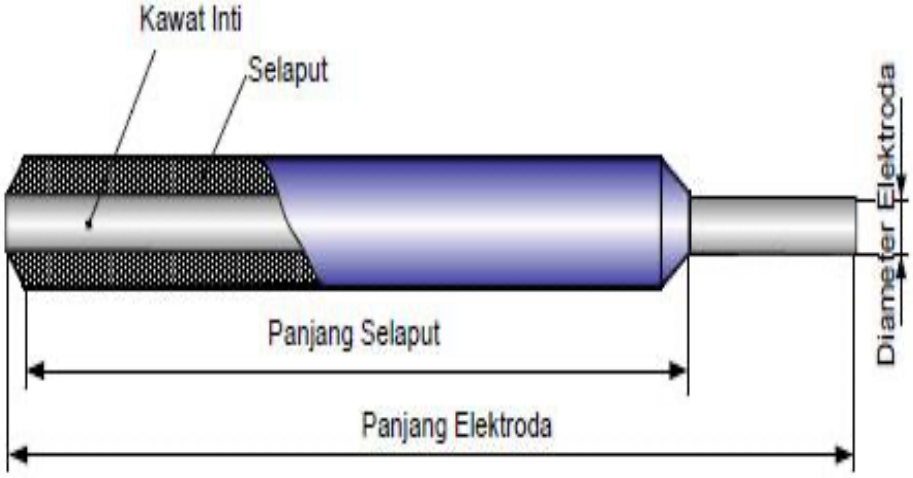
Alat utama dalam proses pengelasan menggunakan elektroda meliputi kabel tenaga, trafo las (generator), kabel massa, kabel elektroda, pemegang elektroda, dan penjepit massa.

Gambar 2. Elektroda SMAW

Terdapat dua jenis elektroda:

1. Elektroda Berselaput

   Digunakan pada las busur listrik dengan komposisi berbeda antara selaput dan kawat inti. Ukuran standar diameter berkisar antara 1,5 mm hingga 7 mm, dengan panjang 350 mm hingga 450 mm.



Gambar 3. Elektroda Berselaput

p-ISSN 2685-8991
e-ISSN 2808-2540

2. Elektroda Polos
   Tanpa lapisan flux, dikenal sebagai "Non Consumable Electrode" karena tidak mencair saat digunakan. Terbuat dari logam tungsten atau wolfram yang tahan panas.

Gambar 4. Elektroda Polos

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

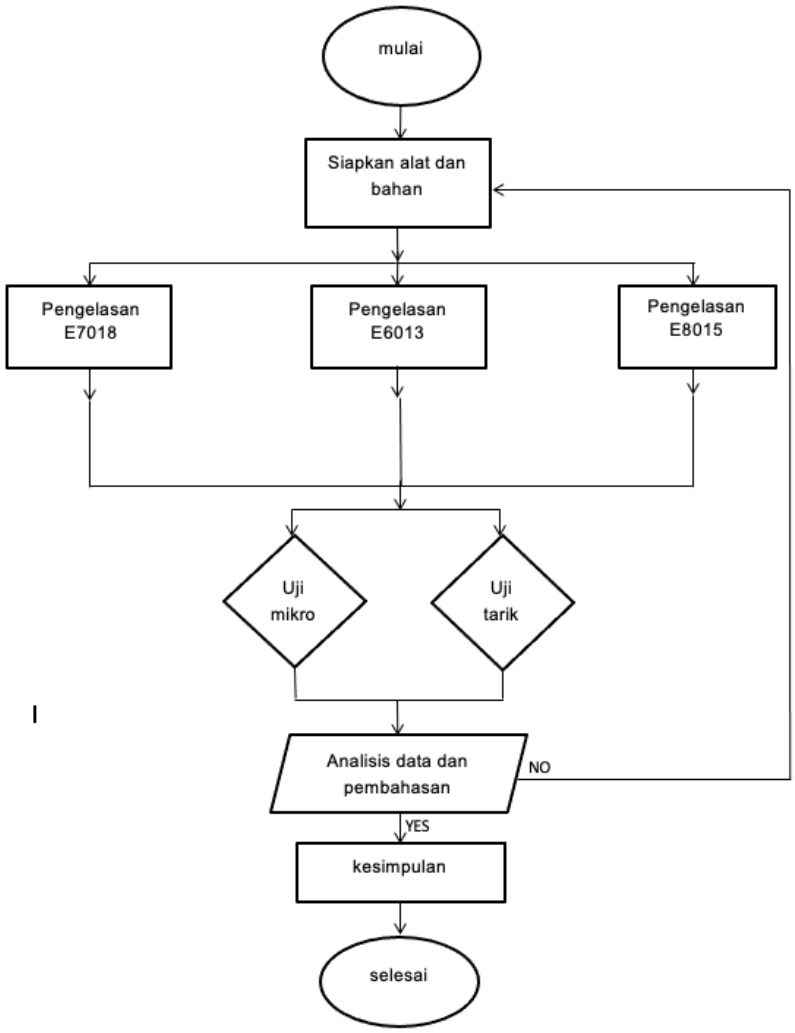
Dalam bab ini berisi diagram alir mengenai proses penelitian pengelasan menggunakan elektroda yang bervariasi, uraian secara rinci mengenai penelitian, variabel penelitian, alat dan bahan untuk mengumpulkan data, dan cara analisis data.

A. Arsitektur Model Secara Umum

Penelitian ini bertujuan menguji kekuatan tarik dan struktur mikro baja ST 37 setelah pengelasan menggunakan metode SMAW dengan variasi elektroda. Alat yang digunakan meliputi ragum, welding helmet, las listrik SMAW, mistar, meja pengelasan, Universal Testing Machine, dan mikroskop optik. Penelitian akan dilakukan di Departemen Aeronautika Akademi Angkatan Udara (AAU), Yogyakarta. Proses penelitian dimulai dengan pengukuran spesimen sesuai standar ASTM A370, dilanjutkan dengan pengelasan menggunakan elektroda E7018, E8015, dan E6013, serta diakhiri dengan uji tarik dan analisis struktur mikro. Variabel penelitian terdiri dari elektroda sebagai variabel bebas dan baja ST 37 serta pengelasan SMAW sebagai variabel tetap. Analisis data akan dilakukan untuk menentukan pengaruh variasi elektroda terhadap kekuatan dan struktur mikro baja ST 37 setelah pengelasan.

1. Mulai: Tahap ini dimulai dengan konsultasi terhadap dosen pembimbing untuk memperoleh bimbingan dalam menyusun sistematika laporan naskah penelitian.
2. Siapkan Alat dan Bahan: Pada tahap ini, peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil data, dimulai dari pengukuran pada spesimen hingga pembuatan plat baja.
3. Pengujian: Pengujian dilakukan pada spesimen untuk mengetahui perbedaan hasil kekuatan uji tarik setelah dilas menggunakan variasi elektroda E7018, E8015, dan E6013, serta uji struktur mikro.
4. Pengambilan Data: Metode ini dilakukan untuk memperoleh data yang akan diolah dan dianalisis melalui observasi.
5. Analisa: Hasil dari observasi di lapangan kemudian dianalisis untuk mendapatkan informasi yang relevan. Setelah peneliti mengumpulkan seluruh data, tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

B. Diagram Alir



Gambar 5. Diagram alir PC dengan GPS

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada baja ST 37 dengan variasi elektroda E7018, E8015, dan E6013 melalui proses pengelasan menggunakan metode SMAW bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro pada spesimen uji, serta dampak dari penggunaan elektroda yang bervariasi. Pengujian dilakukan dengan melaksanakan uji tarik dan analisis bantuan mikroskop. Proses pelaksanaan penelitian mencakup pengumpulan dan pengolahan data yang diperoleh.

A. Implementasi Model

Data yang diperoleh pada awal penelitian mencakup dokumentasi dan hasil yang didapat setelah melaksanakan proses pengelasan pada spesimen uji. Dokumentasi foto diambil selama pelaksanaan untuk mendukung analisis. Pada tahap analisis data, diuraikan secara detail hasil pengujian dan penelitian yang telah dilaksanakan.

p-ISSN 2685-8991
e-ISSN 2808-2540

Uji tarik dilakukan untuk menghitung kekuatan tarik baja ST 37, dengan perhitungan tegangan menggunakan rumus $\sigma = F/A$, di mana F adalah gaya dan A adalah luas penampang. Contoh perhitungan menghasilkan tegangan sebesar 350,32 N/mm². Hasil perhitungan untuk spesimen lainnya ditampilkan dalam tabel yang merinci nilai tegangan untuk setiap spesimen. Selain itu, regangan (ε) juga dihitung menggunakan rumus $\varepsilon = \Delta L/L0$, menghasilkan nilai regangan yang terdaftar dalam tabel terpisah. Modulus elastisitas (E) dihitung berdasarkan hubungan tegangan dan regangan, menghasilkan nilai E sebesar 4121,41 N/mm² untuk spesimen tertentu.

Uji struktur mikro dilakukan untuk menilai perbedaan mikrostruktur antara spesimen yang telah dan belum mengalami pengelasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen tanpa pengelasan memiliki 85% ferrite dan 15% perlite, memberikan sifat ketangguhan yang tinggi. Sebaliknya, spesimen yang di-las dengan elektroda E6018 menunjukkan 70% ferrite dan 30% perlite, menandakan kekuatan mekanik yang baik namun dengan ketangguhan yang lebih rendah. Dengan demikian, analisis ini mengungkapkan bagaimana variasi elektroda mempengaruhi kekuatan tarik dan struktur mikro baja ST 37.

B. Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan yang tertera pada Tabel 4.6, dapat dianalisis nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas untuk masing-masing spesimen uji yang menggunakan variasi elektroda E6013, E7018, dan E8015. Hasil analisis menunjukkan bahwa spesimen uji tanpa pengelasan memiliki nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang telah di-las. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengelasan mempengaruhi sifat mekanik baja ST 37, yang dalam kondisi tanpa pengelasan menunjukkan performa yang lebih unggul.

Dari perbandingan spesimen yang telah di-las, dapat dilihat bahwa nilai tegangan dan regangan tertinggi diperoleh pada spesimen dengan elektroda E7018. Spesimen ini menunjukkan kekuatan tarik yang signifikan, menjadikannya pilihan yang baik dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap beban tarik. Namun, ketika mempertimbangkan nilai modulus elastisitas, spesimen yang menggunakan elektroda E6013 menunjukkan hasil tertinggi. Modulus elastisitas yang tinggi mengindikasikan kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami deformasi elastis, yang sangat penting dalam banyak aplikasi rekayasa. Oleh karena itu, meskipun spesimen dengan E7018 menunjukkan kekuatan tarik yang lebih besar, spesimen dengan E6013 menunjukkan sifat elastis yang lebih baik. Dalam konteks ini, baja ST 37 yang dilas dengan elektroda E6013 memiliki kekuatan tarik yang mencapai 3313,69 N/mm², yang lebih besar dibandingkan dengan variasi elektroda lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan elektroda yang tepat sangat mempengaruhi hasil pengelasan dan karakteristik mekanik dari material. Penggunaan elektroda E6013 memberikan kombinasi yang baik antara kekuatan dan ketahanan, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap beban dinamis. Selanjutnya, analisis terhadap uji struktur mikro juga memberikan wawasan penting mengenai perbedaan yang ada pada setiap spesimen. Data yang disajikan menunjukkan bahwa permukaan spesimen dari tiap varian elektroda memiliki kandungan ferrite dan perlite yang berbeda, yang secara langsung memengaruhi sifat mekaniknya. Pada spesimen tanpa pengelasan, kandungan ferrite yang tinggi memberikan sifat ketangguhan yang lebih baik, sementara pada spesimen yang di-las, terdapat perubahan komposisi mikrostruktur yang dapat mempengaruhi karakteristik mekanik.

Sebagai contoh, spesimen yang dilas dengan elektroda E6013 menunjukkan proporsi ferrite yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen lain yang menggunakan elektroda E7018 dan E8015. Perbandingan ini menunjukkan bahwa perubahan dalam proses pengelasan, termasuk jenis elektroda yang digunakan, tidak hanya mempengaruhi nilai tegangan dan regangan, tetapi juga komposisi mikrostruktur yang memengaruhi sifat keseluruhan material. Dalam industri, pemahaman tentang bagaimana berbagai faktor, seperti jenis elektroda dan proses pengelasan, dapat mempengaruhi sifat mekanik baja sangat penting untuk meningkatkan kualitas dan daya

tahan produk. Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang jelas bahwa pemilihan elektroda dan teknik pengelasan harus dilakukan dengan cermat untuk mencapai kinerja optimal dari material yang digunakan. Hal ini dapat membantu dalam pengembangan material yang lebih baik untuk aplikasi rekayasa yang memerlukan ketahanan dan kekuatan tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini mengungkapkan kompleksitas interaksi antara proses pengelasan dan sifat mekanik material, memberikan panduan yang berharga bagi para insinyur dan peneliti dalam memilih material dan metode pengelasan yang sesuai untuk aplikasi spesifik. Hasil ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih dalam mengenai bagaimana material berperilaku di bawah kondisi yang berbeda dan pentingnya penelitian lebih lanjut dalam bidang ini untuk inovasi material yang lebih baik di masa depan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian spesimen baja ST37 dengan variasi elektroda, dapat disimpulkan bahwa pengelasan memengaruhi kekuatan tarik dan struktur mikro material. Uji tarik menunjukkan bahwa spesimen yang dilas memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan spesimen tanpa pengelasan, dengan patahan yang terjadi di luar area pengelasan, terutama di sekitar elongation base. Data yang disajikan dalam Tabel 4.6 menunjukkan bahwa spesimen dengan elektroda E7018 memiliki nilai tegangan dan regangan tertinggi, sedangkan modulus elastisitas tertinggi ditemukan pada spesimen yang menggunakan elektroda E6013, yaitu 3313,691 N/mm². Nilai ini masih lebih rendah dibandingkan spesimen tanpa pengelasan yang mencapai 4024,923 N/mm², yang menunjukkan bahwa area pengelasan memiliki nilai tegangan dan regangan yang lebih kecil. Selain itu, pengujian struktur mikro mengungkapkan perbedaan kandungan ferrite dan perlite di setiap spesimen, yang dipengaruhi oleh proses pengelasan dan komposisi elektroda yang digunakan. Saran untuk penelitian mendatang adalah melakukan eksplorasi lebih lanjut mengenai pengaruh variasi elektroda terhadap sifat mekanik dan mikrostruktur baja ST37 untuk meningkatkan performa dalam aplikasi industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Naskah penelitian ini disusun dengan bantuan dari berbagai pihak yang membantu untuk penyelesaiannya. Untuk itu, penyusun pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih dan rasa hormat setinggi-tingginya kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa kepada penulis dalam penyelesaian naskah naskah penelitian ini
2. Marsda TNI Dr. Ir. Purwoko Aji Prabowo, M.M.,M.D.S. selaku Gubernur Akadem Angkatan Udara
3. Kolonel Tek R. Aryo Surdihartono, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing dan Kepala Departemen Aeronautika Akademi Angkatan Udara
4. Letkol Tek Purnomo Herlambang, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing materi naskah penelitian.
5. Para pejabat Akademi Angkatan Udara dan dosen pengajar serta seluruh staf
6. Departemen Aeronautika yang telah memberikan banyak bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan naskah penelitian ini.
7. Rekan- rekan Taruna Tingkat III dan semua pihak yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah mendukung terselesaikannya naskah penelitian ini.
8. Seluruh pihak yang terkait dalam naskah penelitian ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

p-ISSN 2685-8991
e-ISSN 2808-2540

REFERENSI

[1] Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Tarik pada Baja ST 37 dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *Jurnal Teknik Mesin*, III, 9-13.
[2] Fikri, M. A., Gusniar, I. N., & Naubnome, V. (2022). Tensile Test Analysis and Microstructure Observation of Shielded Metal Arc Welding S45C Steel against Current Vacations. *Majalah Ilmiah Teknik Mesin*, XXII, 65-78.
[3] Sardjono, H. K., Diniardi, E., & Sugianto. (2009). Studi Sifat Mekanis dan Struktur Mikro pada Baja DIN 1.7223 41CRMO4 dengan Pengaruh Perlakuan Panas. *Jurnal Mesin*, 42-50.
[4] Kirono, S., & Amri, A. (2011). Pengaruh Tempering pada Baja ST 37 yang Mengalami Karburasi dengan Bahan Padat terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. *Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1-10.
[5] Santoso, T. B., Solichin, S. S., & Trihutomo, P. (2016). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW dengan Elektroda E7016. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Negeri Malang*, XXIII, 56-64.
[6] Sugestian, M. R. (2019). Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertikal Horizontal Down pada Plat Baja JIS 3131SPHC dan Stainless Steel 201 dengan Aplikasi Piles Transfer di Mesin Thermoforming. *Institut Teknologi Malang*, 1-17.
[7] Antaqiya, F. M., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Jurnal Teknik Perkapalan*, VII, 334-344.
[8] Munawar, H. M., Gusniar, I. N., & Hanafi, R. (2023). Pengaruh Jenis Elektroda Las SMAW terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, XI, 93-110.