

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan atau *welding* merupakan suatu proses yang digunakan untuk menyatukan material, khususnya logam, melalui pemanasan ataupun tekanan. Proses ini memungkinkan pembentukan ikatan yang kuat antar material, sehingga berperan penting dalam pembuatan komponen logam presisi, seperti dalam industri otomotif, konstruksi, dan pembuatan peralatan mekanis lainnya (Calderon-Uriszaraldaca et al., 2020). Terdapat berbagai teknik pengelasan yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, seperti SMAW dan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Masing-masing teknik memiliki kelebihan dan kekurangan dalam hal efisiensi, kualitas sambungan, dan tingkat keterampilan operator yang diperlukan (Curiel dkk., 2023) (Tukahirwa & Wandera, 2023). Pengelasan menggunakan metode SMAW telah menjadi salah satu teknik utama dalam industri karena fleksibilitas dan efektivitasnya dalam menggabungkan berbagai jenis logam.

Pengelasan di dunia industri terutama konstruksi, fabrikasi, dan perkapalan, baja karbon rendah seperti SS400 banyak digunakan sebagai bahan struktural utama karena kekuatan yang memadai dan biaya yang efisien. Namun, proses pengelasan baja SS400 sering menghadapi berbagai tantangan teknis yang nyata di lapangan. Salah satu isu krusial adalah pengaruh *heat input* yang tidak tepat. *Heat input* yang terlalu tinggi menyebabkan daerah terpengaruh panas (HAZ) melebar dan butir-butir tumbuh kasar sehingga menurunkan ketangguhan sambungan. Sebaliknya, *heat input* yang terlalu rendah berisiko menghasilkan penetrasi dangkal dan cacat seperti *lack of fusion* atau *incomplete penetration* (Hong et al., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh (Dendy, 2018) di industri perkapalan menunjukkan bahwa *heat input* tinggi menghasilkan sambungan yang lebih ulet (tangguh), sementara studi (Fazadima, 2022) menyebut bahwa *heat input* lebih besar menyebabkan struktur mikro lebih kasar, lebar logam las meningkat, kekuatan tarik menurun, namun ketangguhan impact meningkat dengan laju korosi juga lebih tinggi.

Praktik industri pengelasan baja karbon rendah SS400 yang sering digunakan dalam konstruksi dan fabrikasi berbagai masalah teknis muncul akibat variasi arus pengelasan dan pemilihan elektroda yang kurang optimal. Pertama, variasi kuat arus yang tidak tepat dapat menyebabkan cacat struktur seperti penetrasi dangkal, *lack of fusion*, atau *incomplete penetration*, khususnya pada arus rendah, sementara arus tinggi menyebabkan *heat input* berlebihan, memperlebar daerah terpengaruh panas (HAZ), mendorong pertumbuhan butir kasar, dan menurunkan ketangguhan sambungan. Studi (Rahman & Sunyoto, 2021) menunjukkan bahwa variasi arus SMAW (150 A, 170 A, dan 190 A) memengaruhi kekuatan tarik pada sambungan SS400, meskipun kekuatan impact tidak terpengaruh secara signifikan. Selain itu, (Adi et al., 2019) melaporkan bahwa peningkatan arus las (dari 120 A, 130 A, hingga 140 A) mengurangi struktur ferrit pada bahan las dan mendominasi struktur perlit yang berarti adanya perubahan karakter mikrostruktur akibat variasi arus.

Selain arus, jenis elektroda juga sangat menentukan kualitas sambungan. Elektroda E6013 yang bersifat rutile mudah digunakan, namun cenderung menghasilkan ketangguhan mekanik yang lebih rendah dibanding elektroda *low-hydrogen* seperti E7018, yang membutuhkan perlakuan *baking* untuk mencegah retak akibat hidrogen. Penelitian lain seperti yang dilakukan (Akbar, 2024) menunjukkan bahwa arus sekitar 100 A dengan elektroda E6013 menghasilkan kualitas las yang optimal, sedangkan arus terlalu rendah atau terlalu tinggi meningkatkan cacat seperti pori dan “*red spots*” (indikator cacat permukaan) (Risvanda, 2024). Selain itu, (Syukran et al., 2023) menemukan bahwa variasi *heat input* melalui arus las 90 A dan 100 A pada proses SMAW memengaruhi kekuatan tarik dan ketangguhan SS400 dengan arus 100 A memberikan kekuatan dan ketangguhan terbaik. Isu ini diperparah jika lingkungan kerja (seperti kelembapan tinggi, penyimpanan elektroda tidak kering) tak terkontrol, yang meningkatkan risiko cacat seperti porositas dan *hydrogen-induced cracking*.

Salah satu metode pengelasan yang cukup umum digunakan adalah SMAW. Dalam proses pengelasan, penting untuk memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas sambungan. Pengelasan juga dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti jenis elektroda dan kuat arus. Pentingnya variasi arus pada proses pengelasan diperlihatkan oleh penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa

perubahan dalam nilai arus dapat mempengaruhi suhu pemanasan dan pendinginan selama proses pengelasan (Park et al., 2024). Kemudian pada penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa variasi arus memiliki dampak yang sama pada kekuatan tarik, menunjukkan bahwa kontrol arus dalam pengelasan sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal (Sulaiman et al., 2022). Selain itu, penelitian oleh Wibowo dkk. memperlihatkan bahwa perubahan parameter pengelasan termasuk arus, dapat mempengaruhi kekerasan logam induk dan logam las (Wibowo et al., 2021).

Tidak hanya arus, penggunaan elektroda pada proses pengelasan juga merupakan faktor yang sangat berpengaruh. Pemilihan elektroda yang tepat tidak hanya menentukan jenis paduan yang dihasilkan tetapi juga berpengaruh langsung pada sifat mekanik dari hasil las. Penelitian oleh (Ekene & Oluigbo, 2024) menunjukkan bahwa variasi elektroda berakibat pada perbedaan yang signifikan dalam kekuatan tarik dan kekerasan, yang dapat dibuktikan melalui hasil uji laboratorium pada material yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan elektroda yang tepat, seperti elektroda E7018 atau E6013, tidak hanya meningkatkan kekuatan tarik tetapi juga dapat mempengaruhi sifat ketahanan terhadap korosi (Setiawan & Rosidah, 2023).

Baja SS400 adalah jenis baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,17%, memiliki aplikasi yang luas dalam industri pengelasan, terutama dalam sektor konstruksi, seperti pembuatan kapal dan struktur bangunan (Oktaviandy dkk., 2023). Baja SS400 dikenal akan kombinasi sifat mekanik yang baik, yang menjadikannya pilihan yang favorit dalam konstruksi, pembuatan kendaraan, dan berbagai aplikasi industri lainnya (Alipooramirabad dkk., 2020). Salah satu metode pengelasan yang banyak dipakai untuk baja SS400 adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), yang memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas dan kemudahan operasional (Burt dkk., 2021). Menurut (Muhammad Ikhwanul Munir & Raharjo, 2023), Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pengelasan baja SS400 dengan berbagai metode memerlukan perhatian khusus terhadap parameter yang digunakan untuk memastikan kekuatan dan ketahanan sambungan las yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus listrik 100 A, 110 A, dan 120 A dan jenis elektroda E6013, E7016, dan E7018 terhadap struktur mikro dan sifat mekanik hasil pengelasan SMAW pada baja SS400. Sifat mekanik yang dianalisis adalah uji kekerasan menggunakan metode Brinell. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menentukan parameter pengelasan yang optimal, sehingga tidak hanya meningkatkan kualitas sambungan las tetapi juga efisiensi dan konsistensi dalam proses pengelasan di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan, diantaranya :

1. Bagaimana pengaruh variasi arus dan elektroda terhadap kekerasan baja SS400 setelah proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)?
2. Bagaimana perbedaan struktur mikro hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan variasi arus dan elektroda?
3. Variasi arus pengelasan dan jenis elektroda manakah yang menghasilkan karakteristik kekerasan serta struktur mikro yang paling optimal pada baja SS400?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi arus dan elektroda terhadap kekerasan hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada baja SS400.
2. Menganalisis struktur mikro hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada baja SS400 dengan variasi arus dan elektroda.
3. Menganalisis arus pengelasan dan jenis elektroda yang menghasilkan nilai kekerasan serta struktur mikro yang paling optimal pada baja SS400

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut :

1. Ketebalan spesimen yang digunakan adalah 10 mm untuk semua spesimen.
2. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan meliputi uji kekerasan dan analisis struktur mikro.
3. Proses pengelasan yang digunakan adalah metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).
4. Posisi pengelasan dibuat tetap dengan kondisi 1G.
5. Kecepatan pengelasan dilakukan dengan konstan.
6. Penelitian ini tidak menggunakan proses *preheating* sebelum pengelasan.
7. Penelitian ini tidak menggunakan proses *Post Weld Heat Treatment* (PWHT).

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik material dan pengelasan, dengan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh variasi arus dan elektroda terhadap sifat mekanik baja.

2. Manfaat Praktis:

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi praktisi di industri pengelasan untuk memilih arus dan elektroda yang tepat guna meningkatkan kualitas dan kekuatan sambungan las pada baja.

3. Manfaat untuk Desain dan Konstruksi:

Penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi insinyur dan perancang dalam mempertimbangkan pengaruh arus dan elektroda terhadap sifat mekanik material dalam proses desain struktur baja.

4. Manfaat untuk Penelitian Selanjutnya:

Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi sifat mekanik

material, serta pengembangan metode pengelasan dari masukan arus listrik dan jenis elektroda yang lebih efisien.