

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan sektor konstruksi baja di Indonesia dalam satu dekade terakhir menunjukkan peningkatan yang signifikan, khususnya pada aplikasi struktur jembatan bentang menengah hingga panjang. Material baja semakin banyak dipilih karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, sehingga memungkinkan desain struktur yang lebih ringan namun tetap mampu menahan beban lalu lintas statis dan dinamis secara berulang. Selain itu, baja menawarkan kemudahan fabrikasi prefabrikasi di *workshop*, yang meningkatkan kualitas konstruksi sekaligus mempercepat waktu pemasangan di lapangan. Dari aspek kinerja struktural, baja juga memiliki daktilitas yang baik sehingga lebih adaptif dalam merespons beban dinamis kendaraan. Nurhidayatullah et al. (2024) menunjukkan bahwa struktur jembatan baja memiliki performa stabil terhadap beban dinamis aktual, meskipun lingkungan tropis yang korosif menjadi tantangan utama. Oleh karena itu, Nakhrowi et al. (2024) menekankan pentingnya perlindungan material yang tepat untuk meningkatkan durabilitas struktur baja di iklim Indonesia.

Dalam sistem struktur baja, sambungan las merupakan elemen kritis karena berfungsi mentransfer gaya aksial, geser, dan momen antar komponen. Kualitas sambungan las sangat menentukan integritas struktur secara keseluruhan karena sambungan berfungsi meneruskan beban antar komponen struktur. mengingat kekuatannya bergantung pada interaksi antara logam induk, logam las, dan parameter proses pengelasan yang digunakan. Nursani dan Al Huseiny (2023) menegaskan bahwa kegagalan sambungan las dapat terjadi baik di zona logam induk maupun logam las akibat distribusi tegangan yang tidak merata.

Salah satu metode pengelasan yang paling banyak digunakan dalam konstruksi baja di Indonesia adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode ini dipilih karena fleksibel, ekonomis, mudah diaplikasikan di lapangan, serta dapat digunakan pada berbagai posisi pengelasan tanpa memerlukan gas pelindung eksternal. Meskipun peralatannya relatif sederhana, kualitas hasil pengelasan

SMAW sangat dipengaruhi oleh parameter proses, terutama kuat arus listrik, tegangan, kecepatan pengelasan, dan jenis elektroda (Wijaya et al., 2020). Di antara parameter tersebut, kuat arus listrik merupakan variabel paling dominan karena secara langsung memengaruhi masukan panas (*heat input*) ke dalam material. Pengaturan arus yang tepat menjadi kunci untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas, sebab variasi kecil pada arus dapat menyebabkan perubahan signifikan pada kestabilan busur, kedalaman penetrasi, kualitas manik las, serta sifat metalurgi dan mekanik sambungan (Rahman et al., 2022; Putra & Hidayat, 2023).

Penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa pada variasi arus proses pengelasan SMAW berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik sambungan las baja karbon rendah. Peningkatan arus dalam rentang tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga mencapai nilai optimum, namun peningkatan yang berlebihan justru menurunkan kualitas sambungan akibat *overheating* dan pembesaran butir pada *heat affected zone* (HAZ) (Pratama & Nugroho, 2022; Saputra et al., 2021; Rahman et al., 2023).

Secara mekanik, baja SS400 memiliki kekuatan tarik (*tensile strength*) berkisar antara 400-510 MPa dan kekuatan leleh (*yield strength*) sekitar 235-245 MPa, tergantung pada ketebalan pelat. Material ini menunjukkan kesamaan sifat mekanik yang sangat erat dengan baja karbon rendah lainnya, termasuk ASTM A36, serta memiliki kemampuan las yang baik sehingga mendukung proses pengelasan konvensional seperti SMAW dan GMAW dengan hasil yang stabil dan andal. Beberapa penelitian terkini menegaskan bahwa baja karbon rendah dengan standar berbeda, seperti SS400 dalam studi pengelasan karena rentang komposisi kimia, kekuatan tarik, dan kemampuan las yang sebanding, sehingga tidak memengaruhi validitas hasil penelitian (Vietanti et al., 2021; Arrochman et al., 2024; Irawan et al., 2024).

Penelitian mengenai pengaruh variasi arus pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap sifat mekanik baja karbon rendah telah banyak dilakukan. Salah satu penelitian dilakukan oleh Abdullah dan Anggraini (2024) yang mengkaji pengaruh variasi arus 75 A, 85 A, dan 95 A menggunakan proses SMAW dengan elektroda E7018 pada sambungan butt joint kampuh V material

baja SS400. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan variasi arus pengelasan memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan las. di mana peningkatan arus hingga kondisi optimum mampu meningkatkan nilai kekuatan tarik. Namun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada pengujian tarik, sehingga belum mengkaji hubungan antara perubahan sifat mekanik dengan distribusi kekerasan maupun perubahan struktur mikro.

Penelitian lain dilakukan oleh Jatmoko Awali et al. (2021) yang menganalisis pengaruh variasi arus pada kombinasi proses SMAW dan FCAW terhadap sambungan las dissimilar material antara JIS G3101 SS400 dan ASTM A36 menggunakan kampuh double V-groove. Pada proses SMAW digunakan variasi arus 60 A, 75 A, dan 90 A dengan elektroda E7018, sedangkan pada proses FCAW digunakan variasi arus 190 A, 205 A, dan 220 A dengan elektroda E71T-1. Penelitian tersebut telah menganalisis distribusi kekerasan dan struktur mikro pada daerah *Weld Metal* (WM), *Heat Affected Zone* (HAZ), dan *Base Metal* (BM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan arus pengelasan menyebabkan peningkatan *heat input*, perubahan struktur mikro, serta penurunan nilai kekerasan akibat pertumbuhan butir yang lebih kasar.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat *research gap* karena masing-masing penelitian masih berfokus pada aspek yang berbeda. Penelitian Abdullah dan Anggraini (2024) hanya mengevaluasi kekuatan tarik, sedangkan penelitian Jatmoko Awali et al. (2021) menitikberatkan pada kekerasan dan struktur mikro. Dengan demikian, penelitian yang mengintegrasikan pengujian tarik berdasarkan ASTM E8/E8M, pengujian kekerasan Vickers berdasarkan ASTM E384, serta pengamatan struktur mikro dalam satu penelitian pada baja SS400 menggunakan proses SMAW dengan elektroda E7018, kampuh V 60° posisi 1G, dan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A masih relatif terbatas. Oleh karena itu, hubungan antara *heat input*, perubahan struktur mikro pada daerah *Weld Metal* (WM), *Heat Affected Zone* (HAZ), dan *Base Metal* (BM), distribusi kekerasan, serta kekuatan tarik sambungan las belum dapat dijelaskan secara komprehensif.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW menggunakan elektroda E7018 terhadap kekuatan

tarik, distribusi kekerasan Vickers, dan struktur mikro sambungan las pada baja SS400. Melalui pendekatan tersebut, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara parameter arus pengelasan, perubahan mikrostruktur, distribusi kekerasan, dan kekuatan tarik sambungan las sehingga dapat menjadi referensi ilmiah dalam menentukan parameter arus pengelasan yang optimal pada aplikasi konstruksi baja.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang penelitian, terdapat beberapa permasalahan yang perlu diidentifikasi dan dikaji lebih lanjut sebagai dasar pelaksanaan penelitian. Adapun identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Besar arus pengelasan mempengaruhi kualitas dan kekuatan sambungan las.
2. Arus yang tidak sesuai dapat menyebabkan cacat las dan penurunan sifat mekanik.
3. Belum diketahui variasi arus yang paling optimal untuk baja SS400 tebal 6 mm pada aplikasi konstruksi bangunan.

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang ditetapkan, pada beberapa aspek sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah baja karbon rendah SS400 tebal 6 mm.
2. Spesimen untuk uji tarik dibuat sesuai standar ASTM E8M-01 dengan dimensi:
 - *Gauge length*: 50 mm
 - Lebar *reduced section*: 12,5 mm
 - Ketebalan: 6 mm (*full thickness*)

Panjang total spesimen: minimal 200 mm

3. Spesimen Uji Kekerasan, serta Mikrostruktur berukuran 30 mm x 30 mm x 6mm.

4. Metode pengelasan yang digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan kombinasi elektroda: E7018, berdiameter 3,2 mm.
5. Variasi arus yang digunakan adalah 90 A, 100 A, dan 110 A.
6. Jenis sambungan las yang digunakan adalah *butt joint* kampuh V dengan sudut 60°, dan proses pengelasan dilakukan pada posisi 1G (datar).
7. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tarik, uji kekerasan, dan uji mikrostruktur.
8. Analisis mikrostruktur pada logam las, daerah HAZ, dan logam induk, untuk mengamati pengaruh variasi arus terhadap morfologi butir dan distribusi fasa *ferrite-pearlite*.
9. Penelitian ini tidak mencakup pengujian sifat mekanik seperti uji impak, uji bending, dan fokus hanya pada analisis uji tarik, dengan baja karbon rendah di dalam media konstruksi bangunan, dan nilai kekerasan, serta mikrostruktur.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi kuat arus pengelasan SMAW (90 A, 100 A, dan 110 A) terhadap kekuatan tarik sambungan las baja SS400 dengan ketebalan 6 mm menggunakan elektroda E7018 Ø 3,2 mm pada sambungan *butt joint* kampuh V posisi 1G?
2. Bagaimana variasi arus pengelasan (90 A, 100 A, dan 110 A) mempengaruhi nilai kekerasan (HV) pada setiap zona sambungan las, yaitu *weld metal*, *heat affected zone* (HAZ), dan *base metal*?
3. Bagaimanakah perubahan struktur mikro (morfologi butir dan distribusi fasa *ferrite-pearlite*) pada sambungan las baja SS400 yang disebabkan oleh variasi kuat arus pengelasan SMAW?
4. Variasi kuat arus pengelasan berapakah yang menghasilkan kekuatan sambungan paling optimal untuk aplikasi kerangka konstruksi bangunan?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi kuat arus pengelasan SMAW (90 A, 100 A, dan 110 A) terhadap kekuatan tarik sambungan las pada baja SS400 dengan ketebalan 6 mm.
2. Menganalisis distribusi nilai kekerasan *Vickers* pada daerah logam las, *heat affected zone* (HAZ), dan logam induk akibat variasi kuat arus pengelasan SMAW.
3. Menganalisis perubahan struktur mikro sambungan las baja SS400 akibat variasi kuat arus pengelasan SMAW.
4. Menentukan nilai kuat arus pengelasan yang optimal untuk menghasilkan kualitas sambungan las terbaik berdasarkan hasil pengujian tarik, kekerasan, dan mikrostruktur.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah referensi ilmiah mengenai pengaruh variasi arus SMAW terhadap sifat mekanik baja SS400.
2. Menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan di bidang pengelasan konstruksi baja.
3. Memberikan rekomendasi arus optimal untuk pengelasan baja SS400 pada aplikasi kerangka konstruksi bangunan.
4. Membantu praktisi pengelasan dalam meningkatkan kualitas sambungan las.
5. Mengurangi potensi kegagalan struktur akibat parameter pengelasan yang tidak tepat.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dan alur pembahasan skripsi ini, penyusunan skripsi disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab sebagai berikut.

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi dasar dalam penelitian, meliputi teori dasar proses pengelasan SMAW, parameter-parameter pengelasan, konsep *heat input*, karakteristik baja SS400, struktur daerah sambungan las, serta metode pengujian sifat mekanik pada sambungan las.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian, meliputi perancangan eksperimen, penentuan variabel penelitian, serta teknik analisis data yang diterapkan untuk memperoleh dan mengolah hasil penelitian.

BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan pengolahan data, disertai dengan analisis dan pembahasan terhadap temuan penelitian yang dikaitkan dengan rumusan masalah, tujuan penelitian, serta landasan teori yang relevan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, serta menyajikan saran sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya maupun sebagai masukan bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang buku-buku yang dijadikan referensi dalam pelaksanaan penelitian. Demikian sistematika penulisan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai alur dan tahapan penelitian yang dilakukan.