

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan material yang paling luas penerapannya di berbagai sektor industri, seperti; manufaktur, konstruksi, otomotif, dan perkapalan. Pada proses ini, logam dapat disambung secara permanen dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi, sehingga dihasilkan sambungan yang kuat dan mampu menahan beban sesuai persyaratan desain (Nata et al., 2021). Salah satu teknik pengelasan yang tersedia, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) atau pengelasan busur listrik dengan elektroda terbungkus merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan. Hal ini disebabkan oleh kesederhanaan peralatannya, fleksibilitas penerapan, dan biaya operasi yang relatif terjangkau (Pratama et al., 2020). Baja ST-41, merupakan baja karbon rendah yang banyak dimanfaatkan dalam industri konstruksi dan manufaktur di Indonesia. Material ini memiliki sifat mekanik yang memadai, dengan kekuatan tarik sekitar 410 MPa, kemampuan las yang baik, dan harga yang ekonomis (Sarjiyana, et al., 2020). Karakteristik tersebut menjadikannya pilihan utama untuk beragam aplikasi struktural, antara lain rangka bangunan, jembatan, tangki penyimpanan, dan komponen mesin. Namun, kualitas hasil pengelasan pada Baja ST-41 sangat bergantung pada berbagai parameter yang harus dikendalikan dengan tepat guna mencapai sambungan yang optimal (Wahyudi et al., 2021).

Salah satu parameter kunci dalam proses pengelasan adalah geometri sambungan, khususnya sudut alur (*groove*). Sudut alur merujuk pada sudut yang terbentuk antara dua permukaan benda kerja yang akan disambung dan memiliki pengaruh penting terhadap penetrasi las, luas area pengelasan, distribusi panas, dan struktur mikro di daerah las. Perubahan sudut alur dapat mempengaruhi volume logam las yang ditambahkan, laju pendinginan, dan sebaran tegangan sisa pada sambungan, yang pada akhirnya berdampak pada sifat mekanik hasil pengelasan (Murtalim, 2021). Kualitas dan kekuatan sambungan las dapat dinilai

melalui serangkaian pengujian mekanik, termasuk uji kekerasan *Rockwell* dan uji *bending strength*, uji kekerasan *Rockwell* bertujuan untuk mengukur ketahanan material terhadap penetrasi, dan memberikan gambaran mengenai sifat mekanik di daerah las, daerah terpengaruh panas (*Heat Affected Zone/HAZ*), dan logam induk. Sementara itu, uji kekuatan tekuk digunakan untuk menilai kemampuan sambungan las dalam menerima deformasi plastis dan mendeteksi adanya cacat seperti retak, porositas, atau penetrasi yang tidak sempurna yang dapat menurunkan integritas sambungan. Penelitian mengenai pengaruh variasi sudut alur terhadap mutu sambungan las masih perlu terus dikembangkan, terutama dalam konteks pengelasan SMAW pada material Baja ST-41. Pemahaman mendalam mengenai keterkaitan antara sudut alur dengan kekerasan dan ketahanan tekuk sangat penting guna mengoptimalkan parameter pengelasan dan meningkatkan kualitas sambungan (Imran & Ali, 2022). Sudut alur yang terlalu sempit dapat mengakibatkan penetrasi yang tidak memadai dan cacat fusi, sedangkan sudut yang terlalu lebar berpotensi meningkatkan penggunaan elektroda dan menimbulkan distorsi akibat panas berlebih (Novansyah et al., 2023).

Menurut (Eko Agung Setiawan¹ et al., 2023), penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus dan sudut kampuh terhadap nilai ketahanan impak dan kekerasan pada hasil pengelasan SMAW. Metode yang digunakan adalah pra-eksperimen dengan model *one-shot case study*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ketahanan impak tertinggi pada variasi arus diperoleh pada spesimen dengan arus 80 A dan sudut kampuh V 60°, yaitu sebesar 0,0799 J/mm², dan pada spesimen dengan arus 80 A dan sudut kampuh V 80°, yaitu 0,0942 J/mm². Sementara itu, untuk variasi sudut kampuh V, nilai ketahanan impak tertinggi dicapai pada spesimen dengan sudut 80° dan arus 80 A, yaitu 0,0942 J/mm², dan pada sudut 80° dengan arus 100 A, yaitu 0,0824 J/mm². Selain itu, nilai kekerasan tertinggi pada variasi arus diperoleh dari spesimen dengan arus 100 A dan sudut kampuh V 60°, yaitu 187,1 HVN, serta pada spesimen dengan arus 100 A dan sudut kampuh V 80°, yaitu 204,4 HVN. Sedangkan untuk variasi sudut kampuh V, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada spesimen sudut 80°

dengan arus 80 A, yaitu 191,63 HVN, dan pada sudut 80° dengan arus 100 A, yaitu 204,4 HVN.

Kampuh *V-Groove*, atau dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *groove weld*, adalah salah satu jenis sambungan las yang fundamental dan kritikal dalam konstruksi yang membutuhkan kekuatan penuh (*full penetration weld*), berbeda dengan kampuh fillet yang menyambungkan dua permukaan yang bertumpuk, kampuh *groove* dirancang khusus untuk menyambungkan dua bagian material yang segaris atau sejajar, dengan ujung-ujungnya telah dipersiapkan terlebih dahulu dengan cara dibentuk atau dikalukkan membentuk suatu alur (*groove*) (Pamungkas et al., n.d.). Tujuan utama dari kampuh jenis ini adalah untuk mencapai penetrasi las yang sempurna di seluruh ketebalan material, sehingga sambungan dapat menyalurkan beban secara optimal dan dianggap setara atau bahkan lebih kuat dari material dasarnya, berbagai bentuk alur dapat diterapkan, seperti bentuk-V (*Single-V* atau *Double-V*), bentuk-U (*Single-U* atau *Double-U*), bentuk-J, dan bentuk-*bevel*, yang pemilihannya bergantung pada faktor-faktor seperti ketebalan material, posisi pengelasan, biaya, dan aksesibilitas, proses pengelasan kampuh *groove* umumnya memerlukan teknik yang lebih rumit, seringkali melibatkan pengelasan multi pass beberapa lapisan dan mungkin membutuhkan penggunaan material tambahan (*backing strip*) atau proses *back gouging* pada sisi sebaliknya untuk memastikan fusi yang sempurna (Burhanuddin & Purba, 2023). Aplikasi kampuh *groove* sangat luas, terutama pada struktur-struktur yang menahan beban dinamis dan statis berat, seperti jembatan, bangunan tinggi, kapal, pipa bertekanan tinggi, dan bejana tekan, di mana integritas sambungan merupakan faktor keselamatan yang mutlak (Santosa et al., 2024).

Pada bidang teknik pengelasan terdapat metode pengujian, seperti uji-uji sifat mekanik pada material objek pengelasan, uji kekerasan merupakan metode evaluasi material yang banyak diadopsi berkat kelebihan-kelebihannya yang signifikan, dari segi operasional metode ini dikenal simpel dan cepat, dengan prosedur yang tidak rumit dan waktu pengujian yang singkat. Sifatnya yang hampir tidak merusak permukaan benda uji menjadikannya ideal untuk inspeksi kualitas, karena komponen yang telah diuji biasanya masih layak pakai (Fajrin et

al., 2023). Aspek ekonomis juga menjadi daya tarik, dengan biaya investasi alat dan pengujian per sampel yang terjangkau. Cakupan aplikasinya pun luas mampu menguji material mulai dari sampel mikro, benda berukuran besar, hingga bagian tertentu seperti daerah pengelasan. Lebih lanjut, nilai kekerasan yang diperoleh dapat dikorelasikan secara empiris dengan sifat lain seperti kekuatan tarik dan ketahanan aus, menjadikannya alat yang efektif untuk memantau kualitas dan konsistensi dalam proses manufaktur (Ismartaya et al., 2022).

Sementara itu, uji *bending strength* pada besi unggul karena dapat menilai secara langsung dan kasat mata sifat liat serta tangguh dari material tersebut, berbeda dengan uji tarik yang lebih menekankan pada kekuatan, pengujian ini meniru bentuk pembebanan sebenarnya yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk pada struktur, misalnya di area las atau pada tulangan beton (Rahardja et al., 2020). Melalui pengamatan terhadap ada tidaknya retak atau patah saat besi ditekuk, uji ini membuktikan sejauh mana material dapat mengalami deformasi tetap dan menyerap energi sebelum akhirnya gagal, dari sisi kepraktisan, uji bending menawarkan prosedur yang mudah, hemat biaya, serta punya hasil yang jelas, menjadikannya metode yang andal untuk memastikan kualitas dan keandalan besi dalam berbagai penerapan teknik struktur (Oktarina & Indriyanti, 2020).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan ilmiah dan pertimbangan teknis dalam proses pengambilan keputusan untuk optimasi prosedur pengelasan SMAW pada baja ST41, dengan menyajikan data kuantitatif kritis meliputi kekuatan tarik, nilai kekerasan *Rockwell*, dan kinerja lentur (bending), guna mendorong peningkatan kualitas dan keandalan sambungan las serta berkontribusi pada efisiensi material dan keselamatan struktur di industri manufaktur dan konstruksi.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis akan melaksanakan penelitian tentang “PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH *V-GROOVE* PADA PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK BAJA ST-41”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi sudut kampuh V-groove (65° , 75° , dan 85°) pada pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) terhadap nilai kekerasan di area logam las (weld metal) baja ST-41?
2. Bagaimana pengaruh variasi sudut kampuh V-groove (65° , 75° , dan 85°) terhadap kekuatan lengkung (bending strength) sambungan las baja ST-41?
3. Berapa sudut kampuh V-groove yang paling optimal untuk menghasilkan sambungan las baja ST-41 dengan nilai kekerasan Rockwell dan kekuatan lengkung (bending strength) tertinggi?

1.3 Batasan Masalah

1. Bahan penelitian menggunakan spesimen Baja ST-41
2. Menggunakan ukuran spesimen tebal 10 mm, panjang 7 cm, lebar 5 mm
3. Menggunakan variasi kampuh *double v groove* kemiringan *groove* 65° , 75° , 85°
4. Metode pengelasan yang digunakan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), dengan teknik pengelasan menggunakan titik
5. Elektroda E-6013 diameter 3,2
6. Arus listrik 110 A,
7. Penelitian ini dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember
8. Pengujian ini dilakukan di Politeknik Negri Malang
9. Data uji *bending strength* dan kekerasan *Rockwell* mengacu pada standar ASTM E290 dan ASTM E18

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi sudut kampuh V-groove (65° , 75° , dan 85°) pada pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) terhadap nilai kekerasan di area logam las (weld metal) baja ST-41?
2. Mengetahui pengaruh variasi sudut kampuh V-groove (65° , 75° , dan 85°) terhadap kekuatan lengkung (bending strength) sambungan las baja ST-41?

3. Mengetahui sudut kampuh V-groove yang paling optimal untuk menghasilkan sambungan las baja ST-41 dengan nilai kekerasan Rockwell dan kekuatan lengkung (bending strength) tertinggi?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah bagi Peneliti, Lembaga Perguruan Tinggi, dan pembaca sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh variasi sudut 65° , 75° , 85° *groove* terhadap nilai kekerasan *Rockwell* pada daerah logam las (*weld metal*) hasil pengelasan SMAW Baja ST-41.
2. Untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh variasi sudut 65° , 75° , 85° *groove* terhadap kekuatan bending sambungan las Baja ST-41 hasil pengelasan SMAW.
3. Untuk menentukan sudut *groove* yang optimal dalam menghasilkan sambungan las Baja ST-41 dengan nilai kekerasan dan kekuatan bending terbaik pada pengelasan SMAW.