

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan teknologi sekarang ini, menuntut para pelaku industri khususnya industri minyak dan gas bumi untuk menemukan sebuah inovasi terbaru terkait proses penyambungan dua buah baja atau logam khususnya menggunakan metode pengelasan (*welding*). Pengelasan ialah suatu proses penyambungan dua material logam menjadi satu dengan energi panas sebagai medianya (Manguluang, 2017). Sambungan las merupakan bagian yang sangat penting khususnya dalam proses produksi di industri minyak dan gas, yang mana terdapat beberapa parameter yang dianggap sebagai penentu kekuatan material dan ketangguhan material untuk menerima suatu pembebanan agar mendapatkan hasil dengan kualitas yang maksimal. Ikatan antara dua buah logam yang terjadi karena proses difusi logam disebut sambungan las (Mulyadi & Iswanto, 2020). Kekuatan dari sambungan las disebuah konstruksi perminyakan harus diberi perhatian lebih dan perlu dilakukan uji material untuk mengetahui ketahanan dari material tersebut.

Menurut Alkahla & Pervaiz (2017), proses pengelasan juga perlu memperhatikan aspek *sustainability*. Saat ini, *sustainability* sedang menjadi pembicaraan yang hangat di dunia industri. *Sustainability* sendiri berupa upaya dalam pengembangan konsep industri manufaktur yang berkelanjutan. Konsep *sustainability* dalam pengelasan disebut *sustainable welding* yang merupakan proses pengelasan logam yang dilakukan menggunakan metode-metode ramah lingkungan dan efisien dari segi biaya. Hal ini meliputi pengurangan emisi, pengurangan limbah serta meningkatkan efisiensi energi. Konsep ini dianggap perlu dikembangkan untuk menjaga keberlangsungan sumber daya alam di bumi. Hal ini dikarenakan industri pengelasan memiliki dampak negatif yang sangat signifikan terhadap lingkungan serta kesehatan manusia. Oleh karena itu dengan meningkatkan praktik pengelasan yang berkelanjutan dapat membantu mengurangi dampak negatif tersebut. Proses pengelasan menghasilkan asap berbahaya yang dapat meningkatkan polusi udara, karena apapun partikular atau molekul biologis berbahaya yang mencemari atmosfer bumi dianggap sebagai pencemaran udara.

Sustainable welding memiliki tiga aspek yang dianggap penting diantaranya aspek sosial, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan. Ketiga aspek tersebut disebut *triple bottom line*. Aspek ekonomi adalah upaya untuk meminimalkan biaya produksi dan yang terpenting tetap menghasilkan *profit* secara komersial. Ditinjau dari aspek ekonomi, sistem konsumsi energi perlu dievaluasi agar proses pengelasan lebih optimal dan efisien. Selain

itu pengukuran emisi CO₂ di ruang kerja juga perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat emisi yang dihasilkan selama proses pengelasan. Sementara aspek sosial merupakan upaya untuk memberikan timbal balik kepada lingkungan sekitar. Kadar partikel logam dalam *fumes* menjadi contoh perlunya perhatian terhadap aspek sosial dalam industri manufaktur yang berkelanjutan. Aspek terakhir yaitu aspek lingkungan yang merupakan sebuah upaya untuk menjaga lingkungan dengan mengurangi asap pengelasan untuk mengurangi polusi udara. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan pentingnya melakukan perancangan proses pengelasan yang *sustainable*. Ada berbagai faktor *sustainable welding* seperti biaya yang dikeluarkan, bahan baku, waktu pemrosesan, dan logam pengisi serta kualitas sambungan.

Penggunaan teknologi pengelasan yang lebih modern penting untuk mencapai produksi yang berkelanjutan. Sistem pengelasan yang lebih andal semakin efisien pula proses pembuatannya. Hal ini bahkan dimungkinkan untuk membantu mengurangi penggunaan energi dan sumber daya produksi seperti bahan pengisi dan bahan pembantu lainnya. Contoh proses pengelasan yang ramah lingkungan adalah pengelasan busur logam. Proses pengelasan ini hanya membutuhkan bahan pengisi yang sangat sedikit dan memiliki kecepatan yang tinggi. Setiap aplikasi yang digunakan, penting untuk mempertimbangkan terlebih dahulu proses mana yang paling sesuai. Pengelasan dapat dikatakan berkelanjutan apabila upaya sistem teknis diimbangi dengan konsumsi sumber daya yang minimal, kualitas hasil las yang baik, dan efektivitas biaya.

Meningkatnya tekanan pada industri manufaktur yang menginginkan pengelasan menjadi proses yang berkelanjutan menjadi motivasi dalam melakukan penelitian ini, karena sebagian besar penelitian-penelitian sebelumnya hanya berfokus pada aspek teknis dan ekonomi, namun aspek lingkungan dan sosial jarang dibahas. Penelitian ini menggunakan metode pengelasan kombinasi GTAW dan SMAW. Pengaplikasian metode pengelasan tersebut dikhususkan pada penyambungan material baja yang membutuhkan kekuatan serta ketangguhan sambungan yang tinggi. Salah satunya yaitu penyambungan pipa pada industri minyak dan gas bumi yang sangat perlu memperhatikan sifat fisik dan kimia tertentu untuk mencapai performansi sambungan yang baik dan tentunya dengan tetap memperhatikan aspek *sustainability*. Oleh karena itu studi eksperimental ini bertujuan untuk menganalisa efek variasi arus pengelasan, sudut pengelasan (kampuh), dan posisi pengelasan menggunakan metode pengelasan kombinasi GTAW dan SMAW terhadap sistem keberlanjutan. Pengelasan kombinasi yang diterapkan disini menggunakan

pengelasan GTAW untuk bagian dalamnya dan pengelasan SMAW untuk bagian luarnya, hal ini dikarenakan pengelasan GTAW dinilai lebih bersih dan tidak ada endapan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan permasalahan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh parameter kuat arus, sudut kampuh, dan posisi pengelasan terhadap konsumsi energi, emisi karbon, kadar *fumes*, dan kekuatan impact.
2. Berapa parameter pengelasan yang dapat meminimasi konsumsi energi, kadar *fumes*, dan emisi CO₂ pada proses pengelasan kombinasi (GTAW dan SMAW) menggunakan material pipa *carbon* ASTM A106 Grade B agar dapat mendukung sistem pengelasan berkelanjutan.
3. Berapa parameter pengelasan yang optimum untuk mendapatkan hasil kekuatan impact yang maksimal dari pengelasan kombinasi (GTAW dan SMAW) material pipa *carbon* ASTM A106 Grade B.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh terhadap konsumsi energi, emisi karbon, kadar *fumes*, dan kekuatan impact.
2. Melakukan rancangan parameter pengelasan yang dapat meminimasi konsumsi energi, kadar *fumes*, dan emisi CO₂ pada proses pengelasan kombinasi (GTAW dan SMAW) pada pipa *carbon* ASTM A106 grade B.
3. Melakukan rancangan parameter pengelasan untuk mengetahui tingkat kekuatan *impact* yang maksimal pada proses pengelasan kombinasi (GTAW dan SMAW) pada pipa *carbon* ASTM A106 grade B.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode pengelasan yang digunakan adalah kombinasi GTAW dan SMAW.
2. Parameter pengelasan yang digunakan yaitu arus pengelasan, sudut kampuh, dan posisi pengelasan.
3. Pengaturan level parameter dilakukan hanya pada pengelasan SMAW, sementara parameter pada pengelasan GTAW adalah konstan.
4. Jenis elektroda yang digunakan untuk pengelasan SMAW yaitu LB-52U AWS E7016.
5. Gas pelindung pada pengelasan GTAW adalah jenis gas mulia Argon (Ar).
6. Pengujian yang digunakan adalah pengujian impact.

7. Pengukuran daya listrik menggunakan *power meter* HIOKI 3286-20.
8. Pengukuran partikel *fumes* menggunakan jenis PM10 menggunakan alat ukur *dust particle counter* HTI 9600.
9. Material yang digunakan yaitu pipa *carbon steel* ASTM A106 Grade B dengan ketebalan 8 mm.
10. Optimasi respon menggunakan metode RSM jenis *Box-Behnken Design* (BBD).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan skripsi ini terdapat lima bab dimulai dari Bab I Pendahuluan sampai dengan Bab V Penutup. Bab satu pendahuluan menjelaskan latar belakang dari penelitian yang akan dilakukan. Hal yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini yaitu masih minimnya penelitian tentang sistem pengelasan berkelanjutan khususnya pengelasan kombinasi SMAW dan GTAW dengan memperhatikan aspek *sustainable welding*, terlebih di industri minyak dan gas bumi. Salah satu hal penting di industri minyak dan gas bumi yaitu proses pengelasan pipa (*pipeline*) yang harus memperhatikan parameter-parameter yang sesuai agar menghasilkan performa dan hasil pengelasan yang baik. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskanlah rumusan masalah, tujuan dari penelitian, serta batasan-batasan permasalahan.

Bab dua berisi kumpulan mata kuliah pendukung penelitian dan kumpulan dasar-dasar teori yang terkait dengan proses pengelasan. Penelitian ini menggunakan metode pengelasan kombinasi GTAW dan SMAW dengan menggunakan material pipa *carbon steel* ASTM A106 Grade B. Dasar teori mengenai *sustainable welding* juga dibahas sebagai penunjang dalam melakukan penelitian. Unsur *sustainable welding* yang akan diteliti yaitu konsumsi energi, emisi CO₂, dan kadar *fumes*. Teori mengenai *Response Surface Methodology* (RSM) juga dibahas sebagai acuan dalam pengolahan data dan optimasi respon. Selain itu, bab dua juga berisi beberapa penelitian terdahulu yang serupa sebagai acuan penelitian. Terakhir yaitu *novelty* penelitian yang merujuk pada unsur kebaruan atau inovasi dalam suatu penelitian. *Novelty* penelitian diartikan sebagai kontribusi baru atau temuan yang belum pernah diungkapkan sebelumnya.

Bab tiga menjelaskan tentang tahapan penelitian mulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap kesimpulan. Penjelasan mengenai alat dan bahan juga dipaparkan untuk mengetahui kegunaan atau fungsi dari masing-masing alat. Selain itu variabel-variabel penelitian baik variabel faktor (kuat arus, sudut kampuh, dan posisi pengelasan) maupun

variabel respon (konsumsi energi, kadar *fumes*, emisi karbon, dan kekuatan *impact*) juga dibahas dalam Bab ini.

Bab empat menjabarkan tentang data yang telah diperoleh dari proses penelitian dan pengujian. Diantaranya yaitu nilai konsumsi energi, emisi CO₂, kadar *fumes*, dan kekuatan *impact*. Sebelum data diolah menggunakan *Respon Surface Methodology* (RSM), data diolah menggunakan pendekatan masing-masing. Selanjutnya data diolah menggunakan *Respon Surface Methodology* (RSM) untuk kemudian dianalisa sehingga dapat diketahui hubungan antara variabel faktor apa yang berpengaruh terhadap variabel respon, yang pada akhirnya dapat ditarik kesimpulan variabel apa saja yang optimal.

Bab lima berisi penjelasan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan permasalahan. Selain itu juga berisi beberapa saran yang direkomendasikan guna mencapai aspek *sustainable welding* pada pengelasan kombinasi SMAW dan GTAW yang diharapkan.