

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri minyak dan gas bumi merupakan tulang punggung pembangunan ekonomi nasional. Industri ini beroperasi dengan melakukan eksplorasi, pengolahan dan distribusi. Salah satu komponen atau peralatan yang vital dalam proses eksplorasi, pengolahan, maupun distribusi adalah komponen pipa. Pipa digunakan untuk menyalurkan minyak dari suatu tempat ke lokasi tujuan. Faktor jarak dan kebutuhan desain menjadikan pipa perlu untuk dilakukan proses penyambungan atau *assembly*. Proses penyambungan pipa pada industri migas banyak dilakukan dengan teknik pengelasan (*welding*) (Sukarman et al. 2020).

Pengelasan dapat dilakukan dalam dua kesempatan, yaitu saat fabrikasi peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam kegiatan usaha migas seperti bejana tekan, tangki timbun, dan pipa penyalur, serta ketika kegiatan operasi sedang berlangsung. *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan salah satu teknologi pengelasan yang sering digunakan. Las ini dipilih karena hasil las yang dihasilkan memiliki performansi fisik yang baik dan biaya yang dikeluarkan lebih terjangkau dibanding teknologi las lain. Di sisi yang lain, hasil pengelasan pada pipa perlu memperhatikan faktor kekuatan (*yield strength*). Bahkan, menurut Alkahla dan Pervaiz (2017) pengelasan juga perlu memperhatikan aspek lingkungan (*environment*).

Konsep industri ramah lingkungan telah lama ditekankan oleh pemerintah melalui perundang-undangan. Selanjutnya, *sustainable welding* merujuk pada praktik pengelasan yang memperhatikan aspek lingkungan, ekonomi dan sosial. Secara umum, *sustainable welding* ialah proses penyambungan logam yang dilakukan dengan cara yang ramah lingkungan dan efisien dari segi biaya. Hal ini termasuk mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi energi. Hal ini penting karena industri pengelasan memiliki dampak yang signifikan pada lingkungan dan kesehatan manusia, dan dengan meningkatkan praktik pengelasan yang berkelanjutan dapat membantu mengurangi dampak tersebut. *Sustainable welding* juga melibatkan pemahaman tentang produk yang digunakan dan teknologi yang digunakan dalam proses pengelasan, serta memastikan bahwa produk dan teknologi tersebut dapat digunakan secara efektif dan efisien selama masa pakai yang panjang (Sproesser et al. 2016).

Rajemi dan Seman (2019) menyatakan bahwa jumlah energi listrik yang digunakan dalam pengelasan jarang diperhatikan dalam konsep *sustainable*. Padahal, salah satu faktor utama dalam

implementasi *sustainable* yaitu optimasi konsumsi energi listrik. Penurunan konsumsi energi listrik akan mengurangi emisi karbon dalam menghasilkan listrik di pembangkit listrik.

Selama proses pengelasan menghasilkan asap berbahaya dapat meningkatkan polusi udara. Apapun partikular atau molekul biologis berbahaya yang mencemari atmosfer bumi dianggap sebagai pencemaran udara. Pengurangan asap las dapat mengurangi polusi udara. Peningkatan kinerja lingkungan dari pengelasan SMAW salah satunya yaitu menurunkan konsumsi energi. Pengurangan konsumsi energi pengelasan SMAW membawa beberapa manfaat lingkungan dan ekonomi untuk kinerja keseluruhan. Selain itu emisi CO₂ ini akan berdampak pada kesehatan udara *welder*. Dimana *welder* akan mengalami risiko kerja jika perlengkapan yang digunakan dapat ditembus asap yang dihasilkan selama operasi (Alkahla dan Pervaiz 2017).

Mencapai kualitas pengelasan yang tinggi tidak hanya tergantung pada *welder* itu sendiri, tetapi juga tergantung pada parameter yang digunakan. Parameter yang baik akan memberikan logam induk yang cocok dengan *filler*. Kualitas las yang baik harus mencapai sifat fisik dan kimia tertentu untuk memenuhi sambungan performansi yang baik. Kekuatan sambungan yang dilas merupakan hal penting dalam industri migas, karena peralatan dan struktur yang digunakan dalam industri ini seringkali diterapkan dalam kondisi ekstrim seperti tekanan tinggi, suhu tinggi dan lingkungan yang korosif. Pengelasan pada *pipeline* dikatakan *critical* karena kegagalan sering terjadi pada *pipeline*. Jika sambungan *pipeline* mengalami kebocoran maka produksi akan berhenti sampai *pipeline* sudah diperbaiki (Sukarman et al. 2020).

Secara umum penerapan konsep *sustainable welding* saat ini belum dilakukan secara optimal dengan mencakup tiga aspek yang berhubungan dengan ekonomi, lingkungan dan sosial (*triple bottom line*). Ditinjau dari aspek ekonomi, evaluasi sistem konsumsi energi mesin perlu dilakukan agar proses pengelasan lebih optimal dan efisien. Pengukuran emisi CO₂ dalam lingkungan kerja juga perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat emisi yang dihasilkan dari operasi pengelasan. Selain itu, kadar partikel logam dalam *fumes* (asap) menjadi contoh bagaimana perhatian terhadap aspek sosial dalam industri manufaktur berkelanjutan. Berdasarkan uraian tersebut tersirat pentingnya melakukan perancangan proses pengelasan yang *sustainable* dengan memperhatikan ketiga aspek secara simultan. Teknik *Response Surface Methodology* (RSM) yang menggabungkan desain eksperimen dan analisis, strategi pemodelan, dan metodologi optimasi, telah disarankan sebagai salah satu cara yang paling efisien untuk melakukan optimasi proses (de Oliveira et al 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini akan menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat meminimasi konsumsi energi sistem mesin dalam operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B?
2. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat meminimasi emisi CO₂ yang dihasilkan saat operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B?
3. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat meminimasi kadar *fumes* yang dihasilkan saat operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B?
4. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat memaksimalkan kekuatan tarik yang dihasilkan dari parameter yang digunakan pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B?
5. Bagaimana *setting* parameter pengelasan optimal yang dampaknya meminimasi konsumsi energi, meminimasi emisi CO₂ dan meminimasi kadar *fumes* serta memaksimalkan kekuatan tarik secara simultan pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B untuk mencapai nilai *sustainable*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan parameter pengelasan yang dapat meminimasi konsumsi energi sistem mesin dalam operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B.
2. Melakukan perancangan parameter pengelasan yang dapat meminimasi emisi CO₂ yang dihasilkan saat operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B.
3. Melakukan perancangan parameter pengelasan yang dapat meminimasi kadar *fumes* yang dihasilkan saat operasi pengelasan SMAW pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B.
4. Melakukan perancangan parameter pengelasan yang dapat memaksimalkan kekuatan tarik yang dihasilkan dari parameter yang digunakan pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B.
5. Melaksanakan perancangan parameter pengelasan optimal yang dampak meminimasi konsumsi energi, meminimasi emisi CO₂ dan meminimasi kadar *fumes* serta memaksimalkan kekuatan tarik secara simultan pada pipa *carbon* ASTM A106 *grade* B untuk mencapai nilai *sustainable*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa aspek sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas) Cepu.

2. Parameter pengelasan yang diperhatikan yaitu kuat arus pengelasan, diameter elektroda dan sudut kemiringan kampuh.
3. Jenis elektroda yang digunakan yaitu LB-52U AWS E7016.
4. Kuat arus untuk lapisan *root* yaitu 60 A.
5. Kuat arus untuk lapisan *capping* yaitu 80 A.
6. Spesimen pengujian tarik dilakukan menggunakan standar ASME BPVC sec IX.
7. Satu pipa akan dibagi menjadi empat bagian sehingga menjadi empat spesimen.
8. Posisi pengelasan yang digunakan yaitu 5G.
9. Pengukuran partikel pada *fumes* menggunakan jenis PM10 dialat ukur HTI 9600.
10. Rancangan eksperimen RSM menggunakan *Box-Behnken Design* (BBD).
11. Kualitas hasil pengelasan tidak membahas secara mikrostruktur.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini, berisikan lima bab yang akan dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang untuk melakukan penelitian ini. Industri pengelasan memiliki dampak yang signifikan pada lingkungan dan kesehatan manusia. Proses pengelasan menghasilkan gas buang yang membahayakan kesehatan paru-paru. Selain itu konsumsi energi paling besar pada industri minyak dan gas bumi yaitu pada proses pengelasan. Parameter yang digunakan juga harus disesuaikan agar performansi fisik dari hasil pengelasan juga baik. Selain itu, yang melatar belakangi penelitian ini yaitu karena masih sedikitnya penelitian mengenai *sustainable welding*. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskanlah rumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian serta batasan masalah. Sehingga dengan adanya landasan tersebut penelitian dapat dilakukan dengan terstruktur.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua berisi uraian dasar-dasar teori terkait pengelasan pada *pipeline*. Pengelasan yang digunakan yaitu *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan material pipa *carbon* ASTM A106 Grade B menggunakan elektroda LB 52-U AWS E7016. Pengelasan pada *pipeline* memiliki tiga lapisan las. Teori mengenai *sustainable welding* juga diperlukan sebagai penunjang dalam melakukan penelitian. Unsur *sustainable* yang akan diteliti yaitu konsumsi energi, emisi karbon, kadar *fumes* dan kekuatan tarik. Teori *Response Surface Methodology* (RSM) juga digunakan untuk mengolah data. Selain itu, bab ini juga berisikan ringkasan atas penelitian-penelitian serupa yang telah dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga berisi tentang jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian desain eksperimental. Uraian metode penelitian yang akan diterapkan mulai dari kajian pustaka hingga pengolahan data menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Lalu pemaparan alat dan bahan yang digunakan serta pemaparan uraian tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian dimulai dari pengumpulan data, pengolahan data serta penyelesaian masalah. Selain itu, didalamnya akan memaparkan tentang variabel yang akan digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat ini berisi data yang diperoleh dari pengukuran yaitu nilai konsumsi energi, emisi CO₂, dan kekuatan tarik pada spesimen. Sebelum data diolah menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM), data tersebut diolah menggunakan pendekatannya masing-masing. Setelah itu, data diolah menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) untuk dianalisis sehingga menghasilkan rekomendasi pengendalian yang tepat.

BAB V PENUTUP

Bab lima ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang dilakukan. Terdapat empat kesimpulan yang menjawab dari rumusan masalah. Selain itu, terdapat saran yang direkomendasikan untuk penggunaan pengelasan SMAW supaya mencapai unsur *sustainable* yang diharapkan.