

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Indonesia, terletak di antara Benua Asia dan Australia serta Samudra Hindia dan Pasifik. Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Perairannya mencakup lebih dari 2,7 juta kilometer persegi, atau sekitar 70%, wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) (Arto, Yudho Prakoso dan Sianturi 2020). Maka dari itu, transportasi laut sangat diperlukan guna mendukung perekonomian negara.

Kemajuan kualitas alat transportasi merupakan langkah yang diperlukan seiring dengan pertumbuhan pelayaran di dunia maritim. Kapal adalah jenis transportasi yang digunakan untuk menghubungkan dari pulau ke pulau (Dwiono, Hendrawan dan Pramono 2021). Industri perkapalan mempunyai karakter yang sangat spesifik dibandingkan dengan industri manufaktur lainnya. Pembuatan kapal melibatkan penggunaan berbagai peralatan, bahan dan keterampilan (Mandal, 2017). Prosedur penyambungan pelat dalam proses pembuatan kapal sering kali diselesaikan dengan pengelasan (Susilo, Larifa'I dan Pradana 2021). Pengelasan adalah salah satu cara untuk menyatukan dua potong logam tanpa mengurangi kekuatan atau bentuk material. Saat ini, pengelasan digunakan baik dalam manufaktur maupun perbaikan di sektor industri. Industri perkapalan merupakan salah satu bisnis yang banyak menggunakan pengelasan, terutama pengelasan FCAW (Sianturi, Budiarto & Mulyatno, 2019).

FCAW dikenal sebagai pengelasan busur gas yang menggunakan elektroda dan kawat las. Motor listrik menggerakkan gerak elektroda, yaitu kumparan kawat, gas argon digunakan dalam pengelasan ini sebagai pelindung busur. Gulungan kawat elektroda digunakan dalam proses pengelasan FCAW otomatis untuk menggabungkan dua buah logam. Selain itu, FCAW memiliki kontrol yang unggul dan karakteristik tarik yang lebih rendah untuk las baja, FCAW memiliki beberapa keunggulan dibandingkan prosedur pengelasan konvensional (Yose Pratama M., Budiarto & Jokosisworo 2019). Pengelasan FCAW memiliki beberapa keunggulan, seperti: tingkat deposisi tinggi, limbah elektroda yang minim, sudut alur pengelasan sempit, pengelasan dalam semua posisi, fleksibilitas yang baik, kualitas pengelasan tinggi, dan kontrol pengelasan yang baik (Jeffus, 2017).

Kualitas las dan deposisi logam las keduanya dipengaruhi oleh berbagai parameter pengelasan. Parameter tersebut adalah arus pengelasan, tegangan busur, kecepatan

pengelasan, kecepatan pengumpanan elektroda, ekstensi elektroda, diameter elektroda, orientasi elektroda, polaritas elektroda, komposisi gas pelindung. Masing-masing parameter ini memiliki pengaruh pada tingkat yang berbeda-beda terhadap laju deposisi, bentuk manik las, kedalaman penetrasi, laju pendinginan, dan distorsi akibat las (Mandal, 2017). Parameter pada proses pengelasan mempunyai peran sangat penting terhadap hasil proses pengelasan. Penggunaan pelat dengan ketebalan yang lebih tipis kini semakin digunakan, karena dapat mengurangi berat kapal, biaya produksi, dan konsumsi bahan bakar dengan tetap meningkatkan kinerja, akan tetapi hal tersebut bisa membuat distorsi dalam pengelasan semakin meningkat (Shen, 2013). Distorsi adalah perubahan dimensi dan struktural suatu material akibat gaya luar yang bekerja padanya atau akibat perubahan suhu material. *Heat input* yang tinggi akan menyebabkan terjadinya distorsi yang besar baik distorsi sudut, distorsi lengkung, maupun *buckling*. Hal ini dikarenakan *heat input* yang besar akan menyebabkan regangan thermal yang tidak merata semakin besar sehingga regangan ini berakibat pada distorsi pada benda yang tidak ditahan pada ujungnya (Wibowo et al., 2016). *Heat input* ini nantinya juga akan mempengaruhi penetrasi yang berakibat penurunan kualitas geometris manik las. Peningkatan arus listrik dalam pengelasan akan meningkatkan *heat input*, yang memperlambat laju pendinginan dan meningkatkan kekuatan sambungan las. Namun, ketangguhan material cenderung menurun akibat perubahan mikrostruktur di sekitar logam las. Proses pemanasan dan pendinginan yang mendadak selama pengelasan juga dapat merusak struktur mikro, terutama di zona terpengaruh panas HAZ (*Heat Affected Zone*), sehingga menurunkan sifat mekanik logam, termasuk ketangguhan impak logam induk. Secara keseluruhan, *heat input* mempengaruhi laju pendinginan, yang berdampak signifikan pada sifat fisik dan mekanik hasil las. Foto makro penampang patahan hasil uji impak juga menguatkan hasil pengujian ketangguhan impak yang dilakukan. Bentuk penampang patahan dengan pola garis-garis (steriasi), tampak lebih buram dan berserabut menunjukkan bahwa material mengalami patah ulet, karena terjadi deformasi plastis sebelum patah. Sebaliknya, jika bentuk patahan cenderung datar tanpa pola steriasi, dengan permukaan yang berkilap dan berbutir, hal ini menunjukkan bahwa patahan tersebut merupakan patah getas, yang terjadi secara tiba-tiba tanpa melalui deformasi plastis. Ketangguhan impak dapat digunakan untuk menilai sifat material, khususnya terkait keuletan dan kekuatannya. Material dengan ketangguhan tinggi berarti tidak hanya kuat, tetapi juga memiliki keuletan yang baik, sedangkan material dengan ketangguhan rendah menunjukkan sifat yang kurang ulet atau rapuh (Wijoyo & Indriyanto, 2016).

Salah satu metode untuk mengetahui dan menganalisis sifat mekanik material dalam contoh ini, ketangguhan dan potensi penerapannya dalam dunia industri adalah dengan melakukan uji impak. Dalam pengujian impak material, hubungan antara distorsi dan manik las (*weld bead*) sangat penting untuk menentukan ketangguhan material, khususnya yang berkaitan dengan pengelasan. Uji impak menentukan kapasitas material untuk menahan beban tumbukan, keadaan material disekitarnya, khususnya *Heat-Affected Zone* (HAZ) dan manik las, mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap ketangguhan material. Guna memastikan bahwa hasil uji tumbukan secara akurat mencerminkan ketangguhan sambungan las yang sebenarnya, sangat penting untuk meminimalkan distorsi selama proses pengelasan dan menjamin kualitas manik las dengan mempertimbangkan parameter yang digunakan. Oleh karena itu, teknik analisis yang paling sering digunakan untuk memastikan model proses pengelasan adalah desain eksperimen dengan bantuan *Response Surface Methodology* (RSM), yang menggunakan pendekatan grafis, dan analisis regresi. Dengan mengatur ketebalan pelat, voltase, dan *wire feed rate*, metode ini menciptakan pengaturan eksperimental, menganalisis dampak setiap parameter proses pengelasan, dan menentukan pengaturan ideal untuk setiap parameter proses (Srivastava dan Garg 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini akan menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat meminimasi perubahan dimensi (distorsi) pada hasil pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal?
2. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat memaksimalkan ketangguhan pada hasil pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal?
3. Bagaimana *setting* parameter pengelasan yang dapat mengoptimasi *weld bead geometry* yang diinginkan pada hasil pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal?
4. Bagaimana *setting* parameter pengelasan optimal yang dampaknya menormalkan distorsi, serta memaksimalkan ketangguhan dan melihat dimensi *weld bead* secara simultan pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui parameter pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal yang meminimasi perubahan bentuk (distorsi).
2. Mengetahui parameter pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal yang memaksimalkan ketangguhan.
3. Mengetahui parameter pengelasan FCAW pada pelat baja BKI *Grade A* yang digunakan dalam lambung kapal yang optimal *weld bead geometry*.
4. Mengetahui perancangan parameter pengelasan optimal yang dampak meminimasi distorsi, memaksimalkan ketangguhan serta melihat dimensi *weld bead* dan simultan pada pelat baja BKI *Grade A* untuk mencapai hasil signifikan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan, baik bagi peneliti, universitas dan bagi peneliti lanjutan:

1. Bagi peneliti

Penelitian ini dapat membantu mengembangkan keahlian dalam mengoptimalkan parameter-proses pengelasan FCAW untuk sambungan pelat baja BKI *Grade A*. Melalui metode *Response Surface Methodology* (RSM), penelitian dapat memberikan wawasan tentang nilai-nilai optimal parameter pengelasan yang dapat menghasilkan sambungan dengan distorsi minimal, geometri *bead* yang diinginkan, dan ketangguhan yang memadai.

2. Bagi universitas

Penelitian yang dihasilkan dapat meningkatkan reputasi universitas sebagai pusat akademis yang berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini dapat meningkatkan citra universitas di mata masyarakat dan industri, terutama di industri galangan kapal. Hasil penelitian dapat memperkuat kolaborasi antara universitas dan industri galangan kapal dan dapat memungkinkan pertukaran pengetahuan dan pengalaman yang saling menguntungkan.

3. Bagi peneliti lanjutan

Penelitian ini membuka pintu untuk penelitian lanjutan di bidang pengelasan FCAW dan material pelat baja BKI *Grade A*. Temuan dalam penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian yang lebih mendalam, baik dalam konteks aplikasi industri maupun pengembangan metode pengelasan.

4. Bagi industri galangan kapal

Temuan dari penelitian ini memiliki relevansi langsung dengan industri pengelasan di galangan kapal terutama dalam konteks penggunaan pelat baja BKI *Grade A*. Hasil penelitian dapat menjadi panduan untuk praktisi dan insinyur dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam proses pengelasan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa aspek untuk membatasi cakupan masalah agar tidak terjadi penambahan masalah maka dari itu diperlukan Batasan masalah:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengelasan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).
2. PRTH BRIN (Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika Badan Riset dan Inovasi Nasional)
3. Parameter pengelasan yang diperhatikan yaitu ketebalan pelat, voltase pengelasan dan *wire feed rate*.
4. Material pelat menggunakan pelat Baja BKI *grade A* produksi PT Krakatau steel.
5. Posisi pengelasan yang digunakan yaitu 1G (*Flat Position*).
6. Tidak membahas struktur mikro
7. Spesimen pengujian distorsi dilakukan menggunakan standar AWS D1.1
8. Spesimen pengukuran *weld bead geometry* dilakukan menggunakan standar ISO 5817
9. Spesimen pengujian *impact Charpy* dilakukan menggunakan standar ISO 9016
10. Rancangan eksperimen RSM menggunakan *Box-Behnken Design* (BBD).

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu pendahuluan menjelaskan latar belakang sebuah penelitian pengelasan terhadap lambung kapal, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang diberikan dari hasil penelitian mengenai pengaruh pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) pada pelat baja BKI *Grade A*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua berisi uraian dasar-dasar teori terkait pengelasan pada lambung kapal. Pengelasan yang digunakan yaitu *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) dengan material Baja BKI *grade A*. Berkenaan dengan masalah ini 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 METODE PENELITIAN

Bab ketiga menjelaskan jenis penelitian yang akan digunakan, khususnya penelitian desain eksperimen. Bab ini juga menjelaskan metode penelitian yang akan diterapkan, mulai dari penggunaan *Response Surface Methodology* (RSM) dalam pengolahan data. Selain itu, bab ini merinci peralatan dan bahan yang akan digunakan serta menguraikan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian, termasuk pengumpulan data, pengolahan data, dan pemecahan masalah. Bab ini juga membahas tentang variabel-variabel yang akan menjadi subjek penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat ini memuat data-data yang diperoleh dari pengukuran, khususnya nilai luasan *weld bead*, nilai distorsi dan nilai ketangguhan *impact chrpy* terhadap hasil pengelasan. Sebelum data diolah menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM), data diolah menggunakan metode masing-masing. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) untuk dianalisis guna memberikan rekomendasi yang tepat.

BAB V PENUTUP

Bab lima tentang penutup yang berisi kesimpulan dan saran merupakan ringkasan dari proses penelitian yang telah dilakukan. Terdapat empat kesimpulan yang menjawab dari rumusan masalah. Adapun saran untuk rekomendasi parameter untuk mencapai yang diharapkan.