

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Era Modern seperti sekarang ini dalam dunia manufaktur dan industri mengalami kemajuan yang sangat pesat. Pesatnya kemajuan ini berdampak pada perkembangan teknologi. Dimana saat ini dalam dunia industri dan manufaktur tidak akan bisa dilepaskan dengan yang dinamakan teknologi pengelasan. Kemajuan teknologi dibidang pengelasan sangat berperan penting dalam pembuatan konstruksi mesin yang digunakan maupun yang dihasilkan oleh industri dan manufaktur, baik itu konstruksi yang sederhana sampai yang sangat sulit dan membutuhkan kualitas tinggi.

Pengelasan pada umumnya dapat diartikan sebagai proses penyatuan atau penyambungan antara dua material logam yang sejenis bahkan berbeda jenis. Dalam dunia teknik, pengelasan sendiri memiliki banyak arti seperti pengertian pengelasan menurut Wiryosumarto, pengelasan adalah menyambungkan beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair [1]. Sedangkan menurut Sonawan, sebenarnya pengelasan merupakan sarana untuk mencapai nilai keekonomian pembuatan yang lebih baik [2]. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya [3].

Dalam dunia manufaktur sendiri terdapat banyak material yang memerlukan proses pengelasan, salah satunya adalah baja tahan karat. Baja tahan karat (*Stainless Steel*) adalah merupakan baja paduan dengan kadar paduan tinggi (*high alloy steel*), dengan sifat istimewa yaitu tahan terhadap korosi dan temperatur tinggi. Sifat tahan korosinya diperoleh dari lapisan oksida (terutama Krom) yang sangat stabil yang melekat pada

permukaan dan melindungi baja terhadap lingkungan yang korosif. Efek perlindungan oksida krom tidak efektif pada baja paduan dengan kadar Krom rendah, efek ini mulai nampak pada kadar krom di atas 11 % [4].

AISI SS304 merupakan jenis *austenitic stainless steel* yang mempunyai sifat *non magnetic*, dapat dikeraskan dengan *cold working* tetapi tidak bisa dikeraskan dengan *heat treatment*. Pada kondisi aneal *stainless steel* mempunyai sifat *formability*. Tipe SS304 *stainless steel* paling banyak digunakan dengan 18% Cr dan 8% Ni. Penggunaan AISI SS304 biasanya untuk bidang konstruksi, Turbin dan bidang industri seperti: kimia, *petrochemical*, barang-barang pengolahan makanan & minuman, farmasi, *kriyogenik*, dan *heat exchangers* [5].

Pada saat pengelasan terhadap material, sumber panas berjalan terus dan menyebabkan perbedaan distribusi temperatur pada logam sehingga terjadi pemuaian dan penyusutan yang tidak merata. Adanya pemanasan lokal akibat pengelasan dan pendinginan yang cepat atau perubahan suhu yang tinggi menyebabkan energi yang tersimpan pada daerah lasan juga tinggi sehingga terjadi tegangan sisa dan distorsi [6].

Maka masalah yang sering terjadi pada proses pengelasan seperti tegangan sisa sangat dihindari. Jika masalah ini terjadi akan mengakibatkan kegagalan dan kerugian setelah pengelasan, Distorsi dan tegangan sisa merupakan efek samping dari suatu proses pengelasan yang tidak diharapkan. Distorsi las merupakan perubahan bentuk setelah pengelasan yang menjadikan bentuk tidak sesuai desain awal, ukuran tidak presisi, serta butuh biaya perbaikan yang besar [7]. Sedangkan tegangan sisa yang tinggi akan mempengaruhi kekuatan bahan dan kerusakan awal konstruksi las. Tegangan sisa yang tinggi menyebabkan turunnya ketahanan fatik, turunnya kekuatan tarik dan berkurangnya ketahanan korosi [8].

Pada konstruksi las yang dibiarkan bebas bergerak (tanpa mendapat gaya atau beban luar), regangan *thermal* yang tersisa setelah suhu lasan mencapai temperatur kamar/ruang (mendingin) disebut sebagai distorsi

las. Distorsi adalah perubahan bentuk atau penyimpangan bentuk yang diakibatkan oleh panas, yang diantaranya adalah akibat proses pengelasan. Pemuaian dan penyusutan benda kerja akan berakibat melengkungnya atau tertariknya bagian-bagian benda kerja sekitar pengelasan, misalnya pada saat proses las busur manual. Distorsi pada logam induk akan mengurangi kekuatan tekuk. Perubahan ini juga akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan struktur [9].

Tegangan sisa dan distorsi merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan dalam proses pengelasan. Oleh karena itu, hal ini merupakan tantangan terbesar untuk praktisi pengelasan. Walaupun tegangan sisa dan distorsi tidak dapat dihindarkan, namun fenomena tersebut dapat diminimalisasi dengan cara mengurangi besarnya masukan panas, pemberian *heat treatment*, memperkecil sudut kampuh las, dan menentukan urutan pengelasan yang baik.

Dengan perkembangan teknologi di dunia manufaktur seperti sekarang ini menganalisa permasalahan dalam proses pengelasan bisa dilakukan cara simulasi menggunakan bantuan *software*. Banyak jenis *software* yang dapat digunakan untuk pembuatan desain, mulai dari yang paling sering digunakan yaitu CAD, inventor, Catia, ANSYS, SolidWorks dll. Akan tetapi *software* yang *support* sampai ke tahapan analisis hanya beberapa 4 saja dan *software* ANSYS termasuk dalam *software* yang *support* sampai tahapan analisis.

Besar dan distribusi dari tegangan sisa dan distorsi dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk geometri, sifat material, dan prosedur pengelasan [9]. Meskipun tegangan sisa dan distorsi dapat diukur secara eksperimen menggunakan perangkat laser, difraksi sinar *x-ray*, difraksi *neutron* dan metode *sectioning*. Tetapi metode tersebut memakan waktu dan akurasi pengukuran sering bergantung pada presisi dari perangkat dan prosedur pengukuran. Sebagai alternatif untuk metode eksperimental, metode elemen hingga dapat digunakan untuk memprediksi tegangan sisa dan distorsi pada bidang 3 dimensi yang dilas [10].

Penelitian menggunakan *software* sebelumnya dilakukan Vemanaboina Simulasi dengan mengadaptasi analisis fluks panas konstan telah dilakukan pada material baja tahan karat SS304. Medan suhu di zona las ditemukan lebih tinggi pada masukan fluks panas konstan yang diberikan bila dibandingkan dengan zona yang terkena panas dan daerah pelat dasar. Analisis tegangan menunjukkan sebagai nilai tegangan sisa tingkat yang lebih tinggi di zona fusi diperhatikan dibandingkan dengan HAZ dan logam dasar cenderung lebih rendah melintang dan sepanjang manik las [11].

Venkateswarlu melakukan penelitian dalam model elipsoid tunggal Goldak yang memberikan distribusi fluks panas untuk sumber panas yang bergerak disajikan. Kode APDL ANSYS ditulis untuk melakukan simulasi termal dan struktural dari pengelasan sambungan butt dengan masukan panas yang dimasukkan ke dalam setiap elemen. Struktur yang dilas adalah sambungan butt yang berbeda, dibuat dengan kombinasi Baja IS2062 dan Inconel 718 menggunakan logam pengisi baja. Distribusi suhu baik sehubungan dengan koordinat spasial dan waktu untuk struktur pelat las yang berbeda selama pengelasan disimulasikan. Fusi dan zona terpengaruh panas diidentifikasi [12].

Dalam studi ini difokuskan pada pemahaman mekanisme fluks panas dengan model sumber panas konstan yang dikembangkan yang diterapkan pada baja tahan karat SS304 dengan menggunakan sifat bergantung suhu dan pendekatan elemen hingga. Medan suhu di berbagai lokasi di dalam kolam las dan di sekitar geometri kolam (zona terpengaruh panas) dan kondisi logam dasar dianalisis dengan pendekatan termal transien elemen hingga. Distribusi temperatur diperkirakan yang selanjutnya dapat memberikan estimasi tegangan las. Oleh karena itu diperlukan studi lebih lanjut untuk mengetahui cara meminimalisir tegangan sisa dan distorsi yang terjadi, salah satunya dengan melihat pengaruh *welding sequence* (urutan pengelasan) terhadap tegangan sisa dan distorsi.

Dari deskripsi permasalahan yang telah dipaparkan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai **“Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS304 Dengan Metode Simulasi”**. Penelitian ini tidak dilakukan secara eksperimental tetapi menggunakan metode elemen hingga untuk menentukan besarnya tegangan sisa dan distorsi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana distribusi panas yang terjadi pada pengelasan pelat baja tahan karat SS304 yang terbentuk setelah pengelasan, menggunakan metode numerik?
2. Berapakah besar tegangan yang tersisa dan distorsi yang terjadi akibat distribusi panas yang tidak merata pada material menggunakan metode numerik?
3. Bagaimana urutan pengelasan yang tepat untuk meminimalisir tegangan sisa dan distorsi pada sambungan pelat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui distribusi panas yang terjadi pada sambungan pelat baja tahan karat SS304 yang terbentuk setelah pengelasan dilakukan.
2. Mengetahui besarnya tegangan sisa dan distorsi pada sambungan pelat baja tahan karat SS304 setelah pengelasan menggunakan metode numerik.
3. Memperoleh pengaruh urutan pengelasan terhadap tegangan sisa dan distorsi yang terjadi pada sambungan pelat baja tahan karat SS304.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih detail dan tidak melebar adapun batasan masalah yang akan digunakan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan baja tahan karat SS304.
2. Jenis sambungan yang digunakan adalah butt joint

3. Proses pengelasan menggunakan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)
4. Dimensi material 150mmX100mmX6mm
5. Permodelan menggunakan *software* berbasis permodelan geometri 3D Solid dan analisis menggunakan *software* berbasis elemen hingga.
6. Pengaruh radiasi dalam pengelasan diabaikan.
7. Variasi yang digunakan adalah urutan pengelasan
8. Pada pengelasan dianggap tidak ada cacat las.
9. Analisa tegangan sisa yang ditinjau adalah tegangan longitudinal.
10. Distorsi yang ditinjau hanya secara umum saja.
11. Simulasi menggunakan *Software* ANSYS R1 2021 Student version.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman terhadap karakteristik tegangan sisa dan distorsi pada sambungan pelat baja tahan karat tipe SS304 dengan variasi urutan pengelasan. serta diperoleh cara atau metode yang tepat untuk meminimalkan tegangan sisa dan distorsi yang terjadi dengan pemilihan urutan pengelasan yang tepat.