BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan (welding) adalah metode penyambungan dua atau lebih material logam dengan menggunakan panas atau tekanan untuk menciptakan ikatan yang kuat antara material tersebut sehingga membentuk satu struktur yang padu .(Rizka et al, 2024). Berdasarkan definisi American Welding Society (AWS) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil penyambungan logam adalah sifat logam.

Sambungan las pada baja merupakan salah satu bagian penting dalam perancangan struktur karena perilaku mekaniknya tidak hanya dipengaruhi oleh sifat material dasar, tetapi juga oleh kondisi lokal yang terbentuk akibat proses pengelasan. Proses pengelasan dapat menghasilkan perubahan temperatur yang signifikan dan menyebabkan terbentuknya tegangan sisa serta deformasi pada daerah sambungan. Selain itu, geometri sambungan dan bentuk *weld bead* dapat menghasilkan konsentrasi tegangan dan regangan lokal yang memengaruhi kemampuan sambungan dalam menerima beban.(Wang et al, 2021).

Perbedaan karakteristik mekanik material baja akan mempengaruhi sambungan las ketika dibebani secara statis. Oleh karena itu, pemilihan material yang sesuai dan pemahaman terhadap perilaku material setelah proses pengelasan diperlukan untuk memperoleh sambungan yang aman dan mampu menerima beban kerja. Material ASTM A36 merupakan baja karbon struktural yang banyak digunakan untuk berbagai aplikasi konstruksi dan fabrikasi. Material ini umum digunakan dalam bentuk pelat dan profil untuk struktur baja karena memiliki kemampuan las yang baik serta sifat mekanik yang sesuai untuk aplikasi struktur. Salah satu karakteristik penting ASTM A36 adalah kekuatan luluh nominal sekitar 250 MPa dan kekuatan tarik sekitar 400–550 MPa, meskipun nilai aktual dapat bergantung pada bentuk produk dan kondisi material. Sementara itu, material AISI

1045 merupakan baja karbon menengah yang banyak digunakan dalam bidang manufaktur dan komponen mesin karena memiliki kombinasi kekuatan, kekerasan, dan ketangguhan yang baik. Material ini banyak digunakan pada komponen seperti poros, roda gigi, dan batang penghubung. Dibandingkan baja karbon rendah, kandungan karbon AISI 1045 yang lebih tinggi menyebabkan material memiliki karakteristik pengerasan dan respons terhadap perlakuan panas yang lebih kuat. Namun, kandungan karbon tersebut juga menyebabkan proses pengelasan AISI 1045 memerlukan perhatian lebih terhadap masukan panas, laju pendinginan, preheating, dan kondisi HAZ. Perbedaan tingkat kekuatan/tegangan luluh serta karakteristik elastisitas antar kedua material dapat menghasilkan pola tegangan dan tingkat konsentrasi tegangan yang berbeda di sekitar geometri sambungan las. Karena itu, membandingkan respons statis sambungan las pada material ASTM A36 dan AISI 1045 menjadi menarik secara ilmiah sekaligus penting secara praktis hasilnya dapat memberi dasar pemilihan material untuk desain sambungan las pada aplikasi berbeda.

Di sisi pemodelan, penggunaan perangkat lunak CAD (Computer Aided Desain) modern seperti *solidworks* memungkinkan proses analisis statis melalui pemodelan geometri 3D, penetapan material, pembebanan, serta interpretasi hasil tegangan. *Solidworks simulation* juga menyediakan alat-alat yang memfasilitasi pemodelan komponen berbasis *edge weld connector* (fitur untuk menggabungkan kedua material logam yang disambung menggunakan las), termasuk konsep penentuan parameter terkait ukuran las dalam konteks standar. (solidworks, 2021). Selain itu, materi pelatihan (dukungan) resmi *solidworks* terkait *weldments* memperjelas bahwa pendekatan pemodelan dan simulasi pada struktur berbasis profil las dapat dibangun dengan alur kerja yang lebih terstruktur. (solidworks, n.d.).

Penelitian mengenai analisis sambungan las menggunakan metode simulasi numerik telah banyak dilakukan. Penelitian oleh Golubiatnikov et al. (2025) menganalisis distribusi tegangan dan regangan pada berbagai konfigurasi sambungan las menggunakan metode elemen hingga (*finite element method*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah sambungan las, khususnya daerah transisi

dan *weld toe*, dapat bertindak sebagai konsentrator tegangan dan regangan ketika sambungan menerima pembebanan. Konsentrasi tegangan dan regangan tersebut menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi kekuatan dan potensi kegagalan sambungan las.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Jiménez Mena et al. (2021) yang mengombinasikan pengujian eksperimental dan simulasi elemen hingga pada sambungan las material berbeda (dissimilar weld joint). Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi tegangan dan tingkat ketangguhan sambungan sangat dipengaruhi oleh sifat mekanik material di sekitar daerah las. Simulasi numerik mampu menggambarkan lokasi konsentrasi tegangan dan potensi terjadinya retak dengan tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan pengujian eksperimental.

Penelitian lain dilakukan oleh Turnage et al. (2018) yang menganalisis sifat mekanik sambungan las pada paduan aluminium menggunakan pendekatan simulasi dan pengujian statis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengelasan menyebabkan perubahan sifat material pada daerah *fusion zone* yang ditandai dengan penurunan kekuatan tarik dan tegangan luluh dibandingkan material induk. Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan karakteristik material akibat pengelasan berpengaruh langsung terhadap distribusi tegangan dan deformasi pada struktur yang menerima pembebanan statis.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa analisis statis sambungan las menggunakan metode elemen hingga telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan perilaku statis sambungan las pada material ASTM A36 dan AISI 1045 menggunakan perangkat lunak *solidworks simulation* masih relatif terbatas. Penelitian Ma'arif, S. (2020). membahas sambungan las dissimilar ASTM A36 dan AISI 304 menggunakan *solidworks*. Penelitian menggunakan *butt joint* dan analisis statis dengan variasi gaya tarik 10.000 dan 13.000 N. Hasil simulasi digunakan untuk memperoleh distribusi tegangan dan *factor of safety*. Penelitian oleh Nugroho et al. (2025) menganalisis distribusi tegangan pada sambungan las pelat baja ASTM A36 menggunakan metode elemen hingga dengan *solidworks simulation*. Variabel

penelitian berupa sudut sambungan pelat 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, dan 90°. Hasil simulasi menunjukkan tegangan minimum 92,6 N/mm² dan maksimum 281 N/mm². Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, yang secara khusus membandingkan distribusi tegangan, regangan, dan deformasi pada sambungan las material ASTM A36 dan AISI 1045 dengan pembebanan statis menggunakan *solidworks simulation* masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan distribusi tegangan, regangan, *displacement* dan *factor of safety* pada sambungan las kedua material tersebut sehingga dapat diperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai material yang memiliki performa lebih baik terhadap pembebanan statis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi tegangan (stress) pada sambungan las material ASTM A36 dan AISI 1045 berdasarkan analisis statis menggunakan *software solidworks simulation* ?
2. Bagaimana distribusi regangan (strain) yang terjadi pada sambungan las material ASTM A36 dan AISI 1045 berdasarkan hasil simulasi ?
3. Bagaimana nilai perpindahan (displacement) yang terjadi pada sambungan las material ASTM A36 dan AISI 1045 akibat pembebanan statis ?
4. Bagaimana hasil nilai *factor of safety* pada material ASTM A36 dan AISI 1045 berdasarkan hasil simulasi ?
5. Material manakah yang menunjukkan performa lebih baik terhadap pembebanan statis berdasarkan nilai tegangan, regangan, *displacement,* dan *factor of safety* hasil simulasi *solidworks*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ASTM A36 dan baja AISI 1045.
2. Jenis sambungan pada pengujian ini adalah sambungan las tipe fillet single-side yang terdapat pada *software solidworks*.
3. Analisis yang dilakukan hanya berupa analisis statis (static analysis).
4. Pembebanan yang diberikan berupa beban statis dengan besar beban 1000 N, 1500 N dan 2000 N
5. Simulasi dilakukan menggunakan *software solidworks simulation.*
6. Hasil penelitian difokuskan pada nilai tegangan *Von Mises*, regangan (strain), perpindahan (displacement), dan *factor of safety*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis distribusi tegangan pada sambungan las material ASTM A36 dan AISI 1045 menggunakan *software solidworks simulation.*
2. Menganalisis distribusi regangan (strain) yang terjadi pada sambungan las ASTM A36 dan AISI 1045 dari hasil simulasi.
3. Menganalisis nilai perpindahan (displacement) pada sambungan las ASTM A36 dan AISI 1045 akibat pembebanan statis.
4. Menganalisis nilai *factor of safety* pada material ASTM A36 dan AISI 1045.
5. Membandingkan performa kedua material berdasarkan hasil analisis statis sehingga dapat diketahui material yang lebih baik digunakan pada konstruksi yang menerima pembebanan statis.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

   a. Menambah referensi ilmiah mengenai analisis sambungan las menggunakan metode simulasi berbasis *finite element analysis* (FEA) pada *software solidworks.*

   b. Menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa dan peneliti selanjutnya yang melakukan penelitian terkait analisis struktur dan sambungan las.