

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur, konstruksi, maritim, energi, transportasi, dan kimia saat ini menuntut penggunaan komponen struktur yang memiliki kekuatan mekanik tinggi, ketahanan korosi yang baik, serta efisiensi biaya. Untuk memenuhi kebutuhan operasional yang kompleks tersebut, pengelasan logam tidak sejenis atau Dissimilar Metal Welding (DMW) menjadi solusi yang banyak diterapkan karena mampu mengombinasikan sifat unggul dari dua jenis material berbeda dalam satu kesatuan struktur (Kaphoh, 2025).

Salah satu kombinasi material DMW yang sering digunakan dalam aplikasi industri adalah penyambungan antara baja karbon rendah SS400 dan baja tahan karat austenit SS304. Baja SS400 dipilih karena memiliki kekuatan mekanik yang memadai, mudah dibentuk, serta biaya ekonomis (Salim et al., 2025). Di sisi lain, baja SS304 memiliki ketahanan korosi dan ketahanan panas yang sangat baik (Pham, 2025). Namun, pengelasan dissimilar antara SS400 dan SS304 memiliki tantangan teknis yang cukup kompleks akibat perbedaan koefisien muai termal, konduktivitas panas, dan komposisi kimia. Perbedaan ini memicu timbulnya tegangan sisa, migrasi karbon pada batas fusi, serta risiko retak panas (hot cracking) dan pembentukan struktur mikro getas pada daerah Heat Affected Zone (HAZ) (Raja Rozake et al., 2025).

Metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) banyak dipilih untuk penyambungan DMW di lapangan karena peralatannya yang fleksibel, berbiaya operasional rendah, dan dapat diaplikasikan pada berbagai posisi pengelasan (Purwaningrum, 2025). Dalam proses SMAW, pemilihan elektroda (*filler metal*) memegang peranan krusial. Elektroda stainless steel seperti E308, E309L, dan E312 mengandung unsur paduan Chromium (Cr) dan Nickel (Ni) yang berbeda-beda untuk mengontrol pembentukan fasa ferit delta, mencegah retak, serta menentukan kekuatan mekanik akhir sambungan (Setiawan, 2025; Sunardi, 2025).

Meskipun penelitian pengelasan *dissimilar* telah banyak dilakukan, sebagian besar studi terdahulu dalam 5 tahun terakhir masih berfokus pada variasi arus pengelasan atau pengujian tarik secara tunggal. Kajian yang menghubungkan variasi elektroda terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekuk (*flexural bending*), dan perbandingan evolusi struktur mikro secara komprehensif masih terbatas. Selain itu, analisis hasil pengujian mekanik sering kali hanya disajikan dalam bentuk rata-rata numerik tanpa validasi kuantitatif untuk membuktikan apakah perbedaan variasi elektroda memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik.

Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan metode analisis statistik **One-Way ANOVA (Analysis of Variance)** untuk memvalidasi dan memastikan signifikansi pengaruh variasi elektroda (E308, E309L, dan E312) terhadap nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) dan kekuatan tekuk. Melalui penggabungan pengujian mekanik (tarik dan tekuk), pengamatan struktur mikro, serta validasi statistik ANOVA, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dan rekomendasi praktis yang andal dalam pemilihan elektroda untuk penyambungan *dissimilar* SS400 dan SS304 di sektor industri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi elektroda E308, E309L, dan E312 terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan dissimilar SS400 dan SS304?
2. Bagaimana pengaruh variasi elektroda E308, E309L, dan E312 terhadap kekuatan tekuk hasil pengelasan dissimilar SS400 dan SS304?
3. Bagaimana pengaruh variasi elektroda terhadap struktur mikro pada daerah las dan HAZ hasil pengelasan dissimilar SS400 dan SS304?
4. Jenis elektroda manakah yang menghasilkan sifat mekanik dan struktur mikro terbaik pada sambungan las dissimilar SS400 dan SS304?

1.3 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah baja karbon SS400 dan stainless steel SS304.
2. Proses pengelasan menggunakan metode SMAW (Shielded Metal Arc Welding).
3. Variasi elektroda yang digunakan adalah E308, E309L, dan E312.
4. Sudut kampuh yang digunakan adalah single V-groove 60°.
5. Diameter elektroda yang digunakan adalah 2,6 mm.
6. Arus pengelasan yang digunakan berada pada rentang 70–100 Ampere.
7. Pengujian yang dilakukan meliputi:
 - a. Uji tarik
 - b. Uji tekuk
 - c. Pengujian struktur mikro
8. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan standar ASTM E3, ASTM E407, ASTM E112, dan ISO 17639.
9. Penelitian tidak membahas pengujian korosi, kekerasan, maupun fatigue.

1.4 Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan sementara terhadap rumusan masalah penelitian yang kebenarannya masih perlu dibuktikan melalui proses pengujian dan analisis data. Menurut (Sugiyono, 2017) hipotesis adalah jawaban sementara terhadap permasalahan penelitian yang didasarkan pada kajian teori dan penelitian terdahulu yang relevan. Berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh variasi elektroda dan sudut kampuh terhadap sifat mekanik hasil pengelasan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H1: Variasi elektroda E308, E309L, dan E312 berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan las dissimilar SS400 dan SS304.

H2: Variasi elektroda E308, E309L, dan E312 berpengaruh terhadap kekuatan tekuk sambungan las dissimilar SS400 dan SS304.

H3: Variasi elektroda E308, E309L, dan E312 berpengaruh terhadap struktur mikro sambungan las dissimilar SS400 dan SS304.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi elektroda E308, E309L, dan E312 terhadap kekuatan tarik sambungan las dissimilar SS400 dan SS304.
2. Menganalisis pengaruh variasi elektroda E308, E309L, dan E312 terhadap kekuatan tekuk sambungan las dissimilar SS400 dan SS304.
3. Menganalisis struktur mikro pada daerah weld metal dan heat affected zone (HAZ) hasil pengelasan dissimilar SS400 dan SS304.
4. Menentukan jenis elektroda yang menghasilkan sifat mekanik dan struktur mikro terbaik pada pengelasan dissimilar SS400 dan SS304.

1.6 Relevansi atau Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam pengembangan teknologi pengelasan *dissimilar metal* antara SS400 dan SS304. Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- 1. Memberikan referensi ilmiah mengenai pengelasan dissimilar SS400 dan SS304.**
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah terkait pengaruh variasi elektroda dan sudut kampuh terhadap sifat mekanik sambungan las dissimilar. Mengingat penyambungan baja karbon rendah dengan baja tahan karat memiliki tantangan tersendiri akibat perbedaan sifat mekanik dan komposisi kimia, maka penelitian ini dapat menjadi rujukan tambahan bagi peneliti selanjutnya yang mengkaji topik serupa. Data eksperimen yang diperoleh, khususnya terkait nilai kekuatan tarik dan karakteristik sambungan las, dapat dijadikan pembandingan untuk penelitian lanjutan maupun pengembangan metode pengelasan yang lebih efektif.
- 2. Menjadi acuan industri dalam menentukan parameter pengelasan optimal.**
Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pelaku industri manufaktur, konstruksi, dan fabrikasi logam dalam menentukan parameter pengelasan yang tepat untuk penyambungan material SS400 dan SS304. Dengan mengetahui kombinasi elektroda dan sudut kampuh yang menghasilkan kualitas sambungan dan kekuatan tarik terbaik, industri dapat meningkatkan kualitas hasil pengelasan, mengurangi risiko kegagalan struktur, serta menekan biaya akibat perbaikan atau cacat las. Rekomendasi parameter optimal yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi dan keamanan operasional.
- 3. Menambah wawasan akademik di bidang teknik material dan pengelasan.**
Dari sisi akademik, penelitian ini dapat memperluas pemahaman mengenai hubungan antara parameter proses pengelasan dan sifat mekanik hasil sambungan, khususnya pada pengelasan logam tidak sejenis. Mahasiswa dan akademisi di bidang teknik mesin, teknik material, maupun teknik manufaktur dapat menggunakan penelitian ini sebagai bahan pembelajaran maupun referensi dalam studi terkait sifat mekanik, karakteristik sambungan las, serta penerapan metode eksperimen dalam pengujian material. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan penelitian lanjutan, misalnya analisis struktur mikro, uji kekerasan pada sambungan *dissimilar metal welding*.

1.7 Rencana Luaran Penelitian

Rencana luaran pada penelitian ini diharapkan akan menjadi dua hal yang dapat dipublikasikan yaitu:

1. Hak Cipta (HAKI)
Modul tentang “Pemilihan Elektroda dan Prosedur Pengelasan Dissimilar Metal Weld (DMW) Baja Karbon-Baja Stainless untuk Mencegah Retak dan Sensitisasi yang di Haki-kan.
2. Publikasi Jurnal
Draft paper tentang “Pengaruh Variasi Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Serta Mikrostruktur Pengelasan SMAW Dissimilar Baja SS400 dan SS304”