

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Era industri modern menempatkan pemilihan material sebagai faktor kunci yang menentukan kualitas, efisiensi, dan keberlanjutan suatu produk. Titanium dikenal sebagai material strategis berkat sifat unggulnya ringan, memiliki kekuatan spesifik tinggi, serta mampu bertahan di lingkungan ekstrem, baik pada suhu tinggi maupun dalam media korosif sehingga memperkuat posisinya sebagai material unggulan dalam berbagai aplikasi berteknologi maju (Aritonang *et al.*, 2024).

Sementara, baja karbon hingga kini tetap menjadi material yang paling luas digunakan dalam industri berkat ketersediaannya yang melimpah, serta biaya produksi yang relatif rendah. Dengan Sifat mekaniknya yang bervariasi sesuai kadar karbon mulai dari baja karbon rendah yang bersifat ulet hingga baja karbon tinggi yang keras menjadikan material ini sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi, seperti konstruksi bangunan, komponen otomotif, peralatan mesin, dan infrastruktur berat (Surya, 2024).

Dengan demikian, titanium maupun baja karbon memiliki peran penting dalam dunia industri, karena Titanium menawarkan keunggulan dalam aplikasi berteknologi tinggi yang membutuhkan kinerja ekstrem, sedangkan baja karbon menawarkan solusi ekonomis untuk kebutuhan massal. Sehingga menimbulkan minat besar dalam penyambungan titanium dengan baja. Sambungan ini memiliki berbagai aplikasi penting, khususnya pada sektor industri dirgantara, petrokimia, pembangkit listrik, bejana tekan dan alat penukaran panas. sehingga penyambungan logam tak sejenis (*dissimilar metals*) yang memungkinkan kombinasi keunggulan keduanya dalam satu sistem struktur (Elrefaey dan Tillmann, 2007).

Penyambungan logam dengan komposisi yang berbeda (*dissimilar metals*), terutama antara titanium dengan baja karbon rendah, masih menghadapi berbagai tantangan teknis. Perbedaan signifikan pada koefisien ekspansi termal dan konduktivitas panas menyebabkan munculnya tegangan sisa tinggi selama

proses pendinginan. Selain itu, perbedaan sifat kimia antara kedua logam tersebut memicu pembentukan senyawa intermetalik rapuh seperti FeTi, Fe<sub>2</sub>Ti, dan TiC pada antarmuka sambungan (Zhang et al., 2020).

Beberapa studi menunjukkan bahwa metode pengelasan berbasis fusi (*fusion welding*) pada sambungan titanium dan baja karbon menghasilkan zona leleh campuran yang memiliki lapisan intermetalik rapuh. Kondisi ini menyebabkan metode pengelasan konvensional seperti TIG atau MIG kurang efisien untuk penyambungan titanium dengan baja, sehingga untuk mengatasi hal tersebut, *brazing* merupakan metode pengelasan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Zhang et al., 2020).

*Brazing* adalah proses penyambungan yang mengikat logam menggunakan logam pengisi dengan suhu lebur (*liquidus*) di atas 450 °C (840 °F), tetapi tetap lebih rendah daripada suhu lebur logam dasar. Logam pengisi (*filler*) yang umum digunakan dalam proses ini meliputi paduan perak (Ag), aluminium (Al), emas (Au), tembaga (Cu), kobalt (Co), atau nikel (Ni) (Metco, 2014).

Penggunaan *filler* berbasis Ag-Cu atau Cu-Zn terbukti mampu mengendalikan ketebalan lapisan *intermetalik* sekaligus meningkatkan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik (Han et al., 2020). Studi *brazing* dalam vakum juga menyatakan bahwa penggunaan *filler* berbasis Ti-Zr-Cu dapat mengurangi pembentukan fasa rapuh pada sambungan titanium–baja, sehingga menghasilkan struktur mikro yang lebih stabil (Xia et al., 2019).

Meskipun penelitian sebelumnya telah mengungkap hubungan penting antara struktur mikro dan sifat mekanik sambungan, masih terdapat kekurangan. Karena Sebagian besar studi fokus pada paduan titanium dengan *stainless steel*, Penelitian ini bertujuan mengisi kekosongan tersebut dengan menganalisis pengaruh *variasi filler* (BCu-1, BAg-24, dan kombinasi) terhadap struktur mikro, kekerasan, dan sifat mekanik sambungan yang diharapkan dapat bermanfaat untuk teknik penyambungan hibrida yang handal.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh *filler* atau logam pengisi terhadap sifat mekanik pada material titanium grade 2 dan baja A36?

2. Bagaimana pengaruh penyambungan menggunakan metode brazing terhadap mikrostruktur pada sambungan *brazing* titanium grade 2 dan baja A 36?

### **C. Batasan Masalah**

1. Penelitian ini menggunakan metode *brazing* sebagai teknik penyambungan, bukan metode pengelasan fusi atau *solid-state welding* lainnya.
2. Material yang digunakan terbatas pada titanium grade 2 (sebagai representasi *pure titanium*) dan baja A 36 (*low carbon steel*).

### **D. Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis pengaruh jenis *filler* metal terhadap sifat mekanik sambungan antara Titanium grade 2 dan Baja A 36 yang dibuat melalui proses TIG *brazing*.
2. Menganalisis perubahan struktur mikro pada antarmuka sambungan antara titanium grade 2 dan baja karbon rendah setelah dilakukan proses TIG *brazing*.

### **E. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait analisis sifat mekanik dan struktur mikro pada sambungan Titanium grade 2 dan Baja A 36 menggunakan metode TIG *brazing*.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi institusi Pendidikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan menambah referensi bagi peneliti selanjutnya.