

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium AA 6061 adalah paduan Al-Mg-Si yang banyak diterapkan di sektor-sektor penting seperti otomotif, penerbangan, dan maritim, berkat sifatnya yang ringan, kekuatan tarik yang cukup tinggi, serta ketahanan terhadap korosi. Namun, metode pengelasan konvensional yang digunakan untuk material ini, seperti TIG atau MIG, sering menghadapi berbagai masalah, termasuk *hot cracking*, porositas, dan penurunan kekuatan mekanik akibat siklus termal yang ekstrem. Masalah ini umumnya disebabkan oleh proses pelelehan yang menyebabkan segregasi unsur paduan dan pembentukan zona HAZ (*Heat-Affected Zone*) yang rapuh, serta penurunan kekerasan [1].

Sebagai solusi atas tantangan tersebut, *Friction Stir Welding* (FSW) diperkenalkan sebagai teknik pengelasan *solid state* yang minim cacat dengan memanfaatkan gesekan dan tekanan dari *tool* berputar tanpa perlu mencapai titik leleh material. Proses ini menghasilkan *weld nugget* dengan struktur mikro yang lebih homogen dan lebih sedikit cacat. Inovasi terbaru dalam teknologi FSW adalah metode *One Step Double Acting Friction Stir Welding* (OSDA-FSW/ODFSW), yang menggunakan dua *tool* secara bersamaan pada permukaan atas dan bawah material untuk meningkatkan distribusi panas serta mengurangi risiko terjadinya defek seperti *voids* atau *tunnel defects* [2]. Metode ini telah terbukti mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan dengan FSW konvensional dan meningkatkan laju produksi.

Parameter proses seperti kecepatan *tool* dan *offset* sangat penting dalam menentukan kualitas sambungan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kecepatan *tool* 1500 rpm pada FSW konvensional dapat menghasilkan kekuatan tarik optimal pada aluminium seri 6xxx [2]. Namun, interaksi antara kecepatan ganda (1500/1500 rpm) dan variasi *offset* (4–0 mm) dalam OSDA-FSW masih belum diteliti. Penelitian oleh Putri dkk. (2024) mengenai panel berlubang AA6061 dengan ODFSW menunjukkan bahwa kecepatan gerak rendah (15 mm/min) menyebabkan defek seperti *flash* (300 mm), *surface groove* (200 mm), dan *kissing*

bonds akibat distribusi panas yang tidak merata [1]. Di sisi lain, kecepatan gerak tinggi (30 mm/min) dapat mengurangi defek eksternal tetapi meningkatkan risiko terjadinya *tunnel defect* karena pencampuran material yang kurang optimal.

Kombinasi antara kecepatan *tool* 1500/1500 rpm dengan *offset* 4–0 mm dalam OSDA-FSW diharapkan dapat mengoptimalkan aliran material dan distribusi panas, khususnya untuk ketebalan material 6 mm yang umum digunakan di industri. Penentuan *offset* yang tepat sangat penting untuk mengontrol kedalaman penetrasi *tool* serta mencegah ketidakseimbangan tekanan antara permukaan atas dan bawah, yang sering kali menjadi penyebab terjadinya defek asimetris pada sambungan panel berlubang [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah dalam literatur tersebut dengan menganalisis dampak dari parameter-parameter ini terhadap sifat fisik (kekerasan, struktur mikro) dan mekanik (kekuatan tarik, elongasi) dari sambungan.

Dari perspektif aplikasi, optimasi parameter OSDA-FSW pada AA6061 sangat penting untuk komponen struktural seperti rangka pesawat atau sistem hidrolik yang memerlukan kekuatan geser serta ketahanan terhadap kelelahan tinggi [4]. Diharapkan bahwa temuan dari penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan metode pengelasan yang efisien dan ramah lingkungan, sejalan dengan tren industri untuk mengurangi emisi gas rumah kaca serta konsumsi energi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Sejauh mana kecepatan *tool* 1500/1500 rpm dan variasi *offset* 4–0 mm memengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan bending pada sambungan OSDA-FSW aluminium AA 6061?
2. Bagaimana efek dari parameter tersebut terhadap tingkat kekerasan sambungan yang dihasilkan?

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, antara lain sebagai berikut :

1. Menganalisa dampak kecepatan *tool* 1500/1500 rpm dan variasi *offset* 4–0 mm terhadap kekuatan serta tingkat kekerasan sambungan OSDA-FSW.

2. Menganalisa keterkaitan antara parameter proses dengan perubahan sifat mekanik pada *weld nugget*, *heat-affected zone (HAZ)*, dan *thermomechanically affected zone (TMAZ)*.

1.4 Manfaat

Melalui pengujian terhadap sambungan las aluminium AA 6061, penelitian ini memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Menyediakan informasi mengenai pengaruh kecepatan *tool* 1500/1500 rpm dan variasi *offset* 4–0 mm dalam proses *One Step Double Acting Friction Stir Welding (OSDA-FSW)* terhadap kualitas sambungan las.
2. Memberikan informasi ilmiah terkait pengembangan metode OSDA-FSW, yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses penyambungan aluminium AA 6061 di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis terhadap distribusi panas yang terjadi pada hasil pengelasan.
2. Kajian mengenai profil termal yang terbentuk selama proses pengelasan.
3. Evaluasi tekanan yang diberikan oleh alat terhadap material aluminium.
4. Pengujian yang dilakukan terbatas pada uji tarik, uji kekerasan, dan uji bending.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proposal penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan : Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian yang berkaitan dengan pengaruh kecepatan *tool* 1500/1500 rpm dan variasi *offset* 4–0 mm terhadap sifat mekanik sambungan *One Step Double Acting Friction Stir Welding (OSDA-FSW)* pada aluminium AA 6061. Selain itu, dijelaskan pula rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang ingin dicapai, batasan penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka : Pada bab ini disajikan kajian literatur yang menjadi dasar teori penelitian. Isinya meliputi pengertian Friction Stir Welding (FSW), proses dan siklus termalnya, konfigurasi sambungan las, karakteristik material aluminium AA 6061, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan.
3. Bab 3 Metodologi : Bab ini menjelaskan tahapan dan prosedur penelitian secara sistematis, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan. Penjelasan dalam bab ini juga dapat menjadi panduan bagi pihak lain yang ingin melakukan penelitian sejenis di masa mendatang.
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan : Bab ini memaparkan hasil penelitian yang diperoleh, termasuk analisis dari pengujian sifat mekanik sambungan las FSW pada aluminium AA 6061, serta pembahasan yang mengaitkan hasil tersebut dengan teori yang relevan.
5. Bab 5 Penutup : Bab terakhir berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan, serta memberikan saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

