

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era kemajuan teknologi yang pesat, Perkembangan industri otomotif menuntut penggunaan material ringan seperti aluminium untuk menurunkan bobot kendaraan dan meningkatkan efisiensi bahan bakar (Nuhgraha, 2019). Namun, pengelasan aluminium dengan metode konvensional seperti *fusion welding* yang merupakan metode pengelasan dengan menyatukan material melalui proses pencairan logam dasar menggunakan panas tinggi dari sumber energi, sering menghadapi berbagai permasalahan, di antaranya pembentukan porositas, retak panas (*hot cracking*), distorsi yang berlebihan, serta penurunan sifat mekanik pada daerah las dan *Heat Affected Zone* (HAZ). Hasil studi komparatif menunjukkan bahwa *friction stir welding* (FSW) memberikan kualitas sambungan yang lebih unggul dibandingkan pengelasan fusi MIG dan TIG. Studi oleh (Habba et al., 2023) melaporkan bahwa pada material AA5083, sambungan FSW mencapai kekuatan tarik maksimum 301–318 MPa dengan peningkatan kekerasan 46–50% dari base metal, sedangkan MIG hanya mencapai 261–278 MPa dan TIG 218–237 MPa. Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Jannet et al., 2013) pada aluminium 6061-T6 dan 5083, di mana FSW menghasilkan zona terpengaruh panas yang lebih sempit dan efisiensi sambungan tertinggi. Keunggulan ini menjadikan FSW sebagai solusi karena merupakan proses *solid-state* dengan masukan panas rendah yang mampu mempertahankan mikrostruktur halus dan stabilitas sifat mekanik sambungan.

*Friction Stir Welding* (FSW) muncul sebagai teknologi pengelasan alternatif yang menawarkan solusi terhadap permasalahan tersebut. FSW merupakan teknik pengelasan kondisi padat (*solid-state welding*) yang ditemukan oleh *The Welding Institute* (TWI) di Inggris pada tahun 1991, yang menghindari pencairan material sehingga mengurangi cacat las yang biasa terjadi pada pengelasan konvensional (Rahayu, 2012; Schwartz, 2010). Sejalan dengan mekanisme tersebut pada aplikasi *body* kendaraan, sambungan las harus

memenuhi persyaratan kekuatan tarik, kekerasan, ketahanan korosi, serta ketahanan *fatigue* yang memadai (Stephen Leon et al., 2020).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa parameter Friction Stir Welding (FSW), khususnya kecepatan putaran dan sudut kemiringan tool, berpengaruh signifikan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik sambungan aluminium, di mana kondisi optimal pada 1400 rpm dan sudut 1° menghasilkan campuran material yang lebih seragam serta kekerasan terbaik, meskipun peningkatan putaran cenderung meningkatkan fleksibilitas namun dapat menurunkan kekuatan tarik (Faza et al., 2025). Dalam konteks aplikasi kendaraan, Al6061 dan Al5052 dipilih karena karakteristiknya saling melengkapi, di mana Al6061 unggul dalam kekuatan dan kekakuan untuk komponen struktural (Mahesa dan Suastianti, 2024), sedangkan Al5052 memiliki keuletan dan ketahanan korosi yang baik untuk panel bodi (Iswanto, 2017). Penyambungan kedua material tersebut melalui Friction Stir Welding (FSW) menjadi pilihan yang rasional karena mampu menghasilkan sambungan dissimilar yang stabil, minim cacat, dan tetap mempertahankan fungsi masing-masing material pada aplikasi body kendaraan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa aluminium berperan penting untuk pengurangan bobot kendaraan, namun kualitas sambungan menjadi faktor kunci aplikasinya. Walaupun penelitian sebelumnya membuktikan kecepatan putaran berpengaruh signifikan pada sifat mekanik dan mikrostruktur FSW, sebagian besar masih terbatas pada material sejenis dan rentang tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan variasi 1100, 1460, 1860, dan 2920 rpm untuk merepresentasikan kondisi putaran rendah hingga tinggi sehingga respons sambungan dapat diamati secara bertahap. Pemilihan kecepatan ini juga disesuaikan dengan kapabilitas mesin FSW yang digunakan. Pendekatan ini diharapkan memberikan pemahaman yang lebih realistis dan aplikatif terhadap sambungan dissimilar Al6061–Al5052 untuk body kendaraan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, serta mempertimbangkan permasalahan teknis dan kesenjangan penelitian yang masih ada terkait penyambungan aluminium *dissimilar* dengan metode *Friction Stir Welding* (FSW), maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan ke dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Dengan cara apa perubahan kecepatan putaran selama proses Pengelasan Gesekan Aduk mempengaruhi karakteristik mekanis sambungan yang terbentuk antara bahan Al6061 dan Al5052?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putaran terhadap sifat fisik (kekerasan, struktur mikro) dari sambungan hasil FSW antara kedua material tersebut?
3. Kecepatan putaran berapakah yang menghasilkan kondisi sambungan paling optimal berdasarkan kombinasi sifat mekanik dan fisik, sehingga berpotensi diaplikasikan pada struktur body kendaraan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini disusun untuk mencapai beberapa tujuan yang berkaitan dengan analisis pengaruh variasi kecepatan putaran *Friction Stir Welding* (FSW) terhadap kualitas sambungan aluminium *dissimilar* Al6061–Al5052, yang selanjutnya dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perubahan kecepatan putaran *Friction Stir Welding* terhadap kekuatan tarik sambungan Al6061 dan Al5052.
2. Menganalisa dampak perbedaan kecepatan putar terhadap kekerasan dan struktur mikro zona las.
3. Menentukan kecepatan putaran yang memberikan hasil uji tarik, uji kekerasan, dan struktur mikro yang paling baik untuk digunakan sebagai dasar pertimbangan awal aplikasi *body* kendaraan.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik dari sisi pengembangan ilmu pengetahuan maupun dari sisi penerapan praktis di bidang teknik manufaktur dan otomotif. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemahaman ilmiah tentang dampak parameter FSW pada paduan aluminium yang sering digunakan di sektor otomotif.
2. Bertindak sebagai sumber daya teknis bagi produsen otomotif dalam menentukan kriteria FSW yang sesuai untuk penyambungan aluminium.
3. Memberikan landasan bagi penulisan lebih lanjut tentang optimasi proses FSW dan pengembangan metode penyambungan material ringan.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus dan ketercapaian tujuan penelitian, maka penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan yang ditetapkan sesuai dengan ruang lingkup dan kondisi yang tersedia. Keterbatasan penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah Aluminium 6061 dan Aluminium 5052 dengan ketebalan 5mm
2. Penelitian difokuskan pada sambungan *dissimilar* antara Al6061 dan Al5052.
3. Variasi parameter yang diteliti dibatasi hanya pada kecepatan putaran tool.
4. Penggunaan *tool* pin silinder standar
5. Menggunakan posisi *tool* vertical
6. Jenis bahan pin *tool* adalah baja SKD 11