

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur semakin berkembang pesat khususnya dalam bidang otomotif, kedirgantaraan, konstruksi bangunan, perkapalan, dan lain-lain. Seiring meningkatnya kebutuhan industri manufaktur, membuat teknologi pengelasan semakin berkembang dan sangat dibutuhkan. Penyambungan material berbeda (*dissimilar*) menggunakan pengelasan fusi konvensional menyebabkan terbentuknya senyawa *intermetallic compounds* (IMCs) yang besar dan keras serta getas akibat cacat las karena perbedaan suhu leleh, komposisi kimia, sifat fisis, dan mekanis, membuat penyambungan tersebut sangat sulit (Piccini, 2015). Proses penyambungan menggunakan pengelasan fusi dilakukan dengan melelehkan sebagian logam, sehingga ketika logam cair kemudian membeku kedua logam dapat tersambung yang menyebabkan terbentuknya tegangan sisa, timbulnya *void* atau retakan pada sambungan sehingga kurang efektif jika diterapkan pada pengelasan *dissimilar* (Sulardjaka, 2017). Untuk mengatasi masalah ini, industri manufaktur sedang mengembangkan pengelasan *Solid State Welding* (SSW) dengan metode *Friction Stir Welding* (FSW) yang pertama kali ditemukan oleh *The Welding Institute* (TWI), Inggris pada tahun 1991 untuk pengelasan *butt* dan *lap joint* logam besi dan *non-ferrous* (Jamshidi, 2011).

FSW adalah teknologi pengelasan *solide state* yang menggunakan prinsip memanfaatkan energi panas yang berasal dari gesekan yang terjadi antara *tool* yang berputar terhadap benda kerja yang akan disambung. Proses pengelasan FSW terjadi pada kondisi padat, sehingga tegangan sisa yang terbentuk dan distorsi yang dihasilkan rendah karena tidak terjadi *over aging* (Riyadi Rizki, 2019). Hartanto (2018) mengatakan FSW dapat mengatasi atau menghilangkan cacat seperti *porosity*, *impurities*, dan *residual thermal stress* karena temperature pengelasan

lebih rendah daripada titik leleh logam dasar. Keuntungan lain dari FSW antara lain mengurangi percikan api, tidak mengubah volume material secara signifikan, persiapan pengelasan sederhana, dan tidak menghasilkan asap yang berdampak negatif pada lingkungan (Rafly, 2018). Dari semua keunggulan diatas, FSW sangat sesuai untuk menyambung material berbeda seperti Aluminium (Al) dan tembaga (Cu) karena memiliki konduktivitas listrik dan termal yang baik yang dapat diaplikasikan pada konektor listrik, busbar, gulungan kondensator, foil kapasitor, tabung penukar dingin, dan tabung penukar panas (Sharma, 2017).

Pada pengelasan FSW terdapat beberapa variasi parameter yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan, salah satunya adalah parameter diameter pin *tool* karena mempengaruhi panas yang terjadi saat proses pengelasan dan lebar hasil sambungan las yang dihasilkan. Semakin besar atau lebar ukuran diameter pin *tool* menyebabkan sifat mekanik yang dihasilkan semakin baik, hal ini dikarenakan logam yang diaduk oleh pin *tool* semakin banyak (Faruq, 2019). Srivatsan (2008) mengungkapkan bahwa diameter bahu (*shoulder*) berbanding lurus dengan diameter pin tool yaitu semakin besar ukuran diameter *shoulder*, masukan panas yang dihasilkan semakin meningkat karena panas gesekan yang dihasilkan oleh bahu dan daerah deformasi plastis lebih tinggi.

Penelitian tentang pengaruh variasi diameter pin tool sambungan aluminium 6061 terhadap kekuatan tarik, impact, dan mikrografi telah dilakukan oleh Rizka dkk, (2019). Pengelasan dilakukan dengan ukuran diameter shoulder 18 mm dengan variasi diameter pin *tool* 6mm, 7mm, dan 8mm feed rate 10 mm/menit jenis penyambungan *butt joint*. Hasil yang didapatkan pada pengelasan ini menunjukkan sambungan las dengan diameter 8 mm memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu 13,17 MPa, regangan 13,71%, dan kekuatan uji impact 0,46 J. Hasil dari pengujian mikrografi menunjukkan adanya perubahan bentuk dan ukuran butir partikel struktur mikro yang berdampak pada sifat mekanik. Pada diameter 8mm memiliki tingkat kerapatan yang lebih baik dibandingkan dengan diameter 7mm, dan 6mm karena diakibatkan oleh lebar diameter pin *tool* pada pengelasan yang mengakibatkan semakin besar ukuran diameter pin tool,

ukuran butir yang dihasilkan semakin besar dan rapat, itu disebabkan karena beberapa factor seperti masukan panas, laju pengelasan, dan banyaknya material logam yang teraduk.

Penelitian tentang pengaruh desain pin terhadap sifat sambungan aluminium tembaga pengelasan FSW telah dilakukan oleh Badheka, dkk (2016). Pengelasan dilakukan dengan variasi bentuk pin silinder, segitiga, kotak dan heksagonal. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa desain pahat berbentuk segitiga, kotak dan heksagonal terjadinya cacat di bagian zona aduk yaitu cacat permukaan seperti berongga dan retakan (*voids and crack*). Penyebab utama dari cacat ini adalah kondisi dingin atau panas yang disebabkan oleh desain alat yang tidak tepat. Tepi tajam pin bertanggung jawab atas goresan antara Al-Cu. Partikel Cu sulit bercampur dengan Al dalam kondisi dingin karena desain pin yang tidak rata yang membuat goresan antara partikel Al dan Cu tidak merata yang menyebabkan kekerasan serta kekuatan tariknya menurun. Sedangkan desain pin *tool* berbentuk silinder tidak ditemukan adanya cacat seperti yang ditemukan pada desain pin *tool* yang lain. Pengelasan menggunakan pin *tool* silinder menghasilkan lasan bebas cacat karena logam terdifusi secara merata yang menghasilkan butiran lebih halus dan kekuatan tarik yang dihasilkan lebih tinggi. Hasil kekuatan tarik maksimum diamati pada sambungan las dengan menggunakan pin *tool* silinder yaitu sebesar 89 MPa serta kekerasan maksimum sebesar 283 Hv.

Dari beberapa penelitian sebelumnya tentang penyambungan material sejenis seperti aluminium dan aluminium variasi diameter pin tool sangat berpengaruh dan pada material dissimilar aluminium (Al) dan tembaga (Cu) menggunakan metode pengelasan FSW variasi geometri tool yang paling efektif adalah pin dengan bentuk silinder dibandingkan dengan pin berbentuk kotak, segitiga, dan heksagonal. Maka dari itu, pada penelitian kali ini berfokus pada variasi diameter pin *tool* berbentuk silinder dengan ukuran 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 5mm. Pemilihan diameter kecil pada penelitian kali ini adalah untuk mengatasi masalah berupa cacat *hole* pada daerah awal pengelasan dan akhir pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil lasan karena

meninggalkan lobang yang cukup besar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari berbagai permasalahan yang telah diuraikan berdasarkan latar belakang, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah pengelasan material dissimilar menggunakan metode pengelasan fusi mengakibatkan terbentuknya lapisan IMCs yang bersifat getas karena perbedaan sifat metalurgi sehingga mempengaruhi sifat mekanik dari sambungan tersebut. Penelitian kali ini digunakan metode pengelasan fsw dissimilar pada penyambungan ffAl-Cu untuk mengurangi densitas dan penekanan biaya pada penggunaan tembaga. Penggunaan pin hole diameter kecil diharapkan dapat menanggulangi cacat hole di awal dan di akhir pengelasan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

- a. Penelitian tidak mengidentifikasi konduktivitas listrik dan *intermetallic compound* yang terbentuk pada sambungan aluminium dan tembaga.
- b. Pengukuran *heat input* dilakukan dengan perhitungan teoritis tidak dilakukan dengan pengukuran temperatur.

## **1.4 Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter pin tool terhadap sifat mekanis pada sambungan pengelasan FSW aluminium dan tembaga.
- b. Untuk mengetahui struktur mikro yang terbentuk pada sambungan aluminium dan tembaga setelah dilakukan proses pengelasan FSW.

## **1.5 Manfaat penelitian**

Adapun beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini diantaranya adalah :

- a. Memberikan informasi tentang pengelasan FSW material tak sejenis aluminium dan tembaga
- b. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam dunia Pendidikan, industry dan bidang konstruksi serta diharapkan dapat menjadi referensi ilmu dalam bidang pengelasan.