

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan proses penyambungan material disimilar mengalami kemajuan karena keuntungan teknis yang didapatkan dari material yang berbeda, dengan alasan tersebut turut mendorong perkembangan metode penyambungan. Seperti penyambungan aluminium dan tembaga memiliki banyak kegunaan dalam pengaplikasiannya, seperti dalam industri transportasi, dirgantara dan industri elektronik (Zhou dkk, 2019). Material aluminium dan tembaga memiliki sifat konduktifitas *thermal* yang baik, daya hantar listrik yang baik serta memiliki ketahanan korosi yang baik. Kelebihan aluminium yaitu memiliki harga yang lebih murah dan memiliki bobot yang ringan dibandingkan tembaga yang memiliki bobot yang lebih berat dan relatif mahal (Boucherit, 2017). Nilai dari konduktivitas yang dihasilkan dari Al-Cu lebih tinggi dibandingkan dengan aluminium dan sedikit lebih rendah dibandingkan dengan tembaga (Hu, 2015). Tetapi dikarenakan aluminium dan tembaga adalah material yang memiliki sifat metalurgi yang berbeda jika disambung dengan metode pengelasan konvensional, maka akan menimbulkan lapisan tebal senyawa *intermetallic compounds* IMC yang rapuh dan keras, sehingga fenomena ini tidak bisa dihindari (Acerer, 2012). Serta Al dan Cu memiliki afinitas yang tinggi ketika mencapai suhu 120 C (Sharma, 2017). Pengelasan kedua material inilah yang menjadi masalah utama yang harus dipecahkan dan menjadi topik penelitian yang penting.

Proses pengelasan konvensional terjadi dalam keadaan cair yang mengakibatkan adanya cacat distorsi, porositas dan *crack* ketika proses pengelasan (Elmetwally, 2020). Alasan tersebut menjadikan pengelasan konvensional menjadi kurang efektif dan sulit untuk menghasilkan hasil sambungan yang memiliki sifat mekanis yang baik untuk material berbeda. Teknik penyambungan dalam kondisi *solid state* seperti FSW (*Friction Stir Welding*) dipilih karena kemampuannya untuk meminimalkan cacat yang terjadi dan memiliki biaya yang lebih rendah (Firouzdor, 2011). FSW adalah salah satu metode pengelasan dalam keadaan *solid state* yang pertama kali ditemukan di Inggris oleh TWI (*The Welding Institute*) di tahun 1991 (Zhou dkk, 2018). Prinsip kerja dari penyambungan metode FSW yaitu penyambungan material yang memanfaatkan panas yang

dihasilkan dari putaran *tool* dan tekanan yang bergesekan pada benda kerja. Energi panas yang dihasilkan akan menyebabkan pencairan sebagian material benda kerja pada kondisi tersebut akan terjadi proses penyambungan (Riyadi dkk, 2019).

Parameter pengelasan antara lain meliputi (*rotate speed, feed rate, diameter shoulder, geometry tool*) akan tetapi, parameter yang sangat berpengaruh adalah *rotate speed* dan *feed rate* karena berpengaruh pada *heat input* yang dihasilkan, yang mempengaruhi sifat mekanis sambungan dan struktur yang dihasilkan menurut (Li dkk, 2019). Menurut Luan ,(2004) parameter kecepatan putar yang lebih tinggi dan menghasilkan *heat input* yang tinggi dan kecepatan putar yang lebih rendah menghasilkan *heat input* yang rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Elmetwally ,(2020) melaporkan terjadi cacat kavitas dikarenakan materail Al meleleh sebagian kecil serta tidak semua material Al pada sambungan *butt* meleleh, sehingga sebagian kecil menempel pada tembaga dan meninggalkan rongga pada hasil lasan. Hal ini terjadi dikarenakan dari kecepatan putar yang rendah dan kecepatan pengelasan yang tinggi menyebabkan waktu kontak antara material dan *tool* yang sedikit sehingga *heat input* yang dihasilkan belum mencukupi untuk melelehkan secara menyeluruh.

Hasil yang sama dilaporkan oleh Xue ,(2011) variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 400, 600, 800,1000 rpm, pada morfologi permukaan sambungan menjadi lebih buruk ketika meningkatnya kecepatan putar, dan pada *nugget zone* banyak cacat yang terbentuk pada kecepatan putar rendah yaitu 400 rpm, hal ini terjadi dikarenakan proses pengadukan dari kedua material yaitu aluminium dan tembaga tidak terjadi dengan baik. Ketika kecepatan putar ditingkatkan, ikatan metalurgi antara Al dan Cu semakin membaik karena *heat input* yang dibutuhkan mencukupi serta hasil yang sama juga diikuti dengan nilai (UTS) *Ultimate Tensile Strength* juga meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan putar.

Hasil yang sedikit berbeda dilaporkan oleh Celik, (2016) kecepatan putar yang terlalu tinggi ,yaitu 2240 rpm uji tarik yang dihasilkan sedikit menurun dibandingkan dengan 1330 rpm. Kekuatan tarik dari hasil sambungan dipengaruhi oleh suhu dan distribusi dari partikel. Ketika suhu yang terlalu tinggi dikarenakan kecepatan putar tinggi yang dikombinasikan dengan *feed rate* rendah akan menghasilkan lapisan intermetalik yang tebal serta rapuh dan getas. Dalam studi ini kecepatan putar optimal adalah 1330 rpm dengan nilai kekuatan tarik

mencapai 99,58 Mpa 89,5 % dari kekuatan *raw* material terlemah. Temperatur yang optimal yang dihasilkan dari kecepatan putar ini menghasilkan pengadukan yang baik, partikel Cu terdistribusi dengan baik. Campuran yang homogen serta tercapainya reaksi Al-Cu yang tidak mengarah kepada pembentukan senyawa intermetalik yang tebal, dan terjadi penguatan pada batas butir di *nugget zone* menghasilkan sambungan yang baik. Ketika kecepatan putar diturunkan di 630 rpm hasil kekuatan tarik menurun, campuran yang homogen tidak tercapai dikarenakan suhu yang belum mencukupi dan kecepatan putar belum mampu untuk melakukan pengadukan secara optimal. Sedangkan hasil yang dilaporkan oleh Bisadi, (2014) yang menggunakan variasi *feed rate* tetap, yaitu 40 mm/min dan variasi kecepatan putar (600, 800, 1000, 1250 rpm) menunjukkan hasil yang optimal pada kecepatan 800 rpm dengan kekuatan tarik mencapai nilai yang sangat tinggi sebesar 96% dari kekuatan material terlemah kemudian cenderung menurun ketika naiknya kecepatan putar. Hal ini terjadi dikarenakan pemilihan variasi yang tepat antara *feed rate* dan kecepatan putar yang menghasilkan *heat input* yang optimal.

Beberapa studi yang telah dilaporkan pada penyambungan material *dissimilar* menunjukkan bahwa pemilihan parameter yang tepat dapat menghasilkan hasil yang memuaskan. Faktanya penelitian yang membahas penyambungan material Al Cu menggunakan metode FSW lebih banyak pada sambungan *lap joint*, masih sangat sedikit penelitian yang membahas dengan posisi sambungan *butt joint*. Salah satu parameter pengelasan yang sangat berpengaruh adalah kecepatan putar, berhubungan erat dengan *heat input* yang dihasilkan. *Heat input* berpengaruh pada hasil lasan, jika kecepatan putar terlalu rendah *heat input* yang dihasilkan juga rendah yang mengakibatkan ikatan metalurgi yang kurang. Jika kecepatan putar terlalu tinggi maka *heat input* yang dihasilkan juga tinggi dan dapat menghasilkan cacat pada sambungan. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar terhadap sifat mekanis dari sambungan Al-Cu pada pengelasan FSW. Diharapkan dengan pemilihan kecepatan putar yang tepat dapat menghasilkan hasil sambungan Al-Cu yang memiliki sifat mekanis yang baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pokok pembahasan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar pengelasan FSW terhadap sifat mekanis pada sambungan *butt* aluminium dengan tembaga?

- b. Bagaimana struktur mikro yang terbentuk pada sambungan aluminium dengan tembaga pada variasi kecepatan putar pengelasan FSW ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Penelitian tidak mengidentifikasi adanya senyawa *intermetallic compound* yang terbentuk pada sambungan aluminium dengan tembaga.
- b. Penelitian tidak menguji nilai dari konduktivitas listrik pada sambungan aluminium dengan tembaga.
- c. Pengukuran temperatur dilakukan tidak menggunakan *thermocouple* tetapi menggunakan perhitungan *heat input* secara teoritis.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui pengaruh kecepatan pengelasan FSW terhadap sifat mekanis pada sambungan *butt* aluminium dengan tembaga.
- b. Mengetahui struktur mikro yang terbentuk pada pengelasan FSW aluminium dengan tembaga.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini:

- a. Bagi penulis di harapkan menambah wawasan dan pengetahuan tentang penelitian yang dilakukan dalam pengelasan metode FSW.
- b. Bagi akademik penulis berharap karyanya dalam penelitian ini dapat bermanfaat sebagai acuan dan referensi tambahan tentang pengelasan metode FSW.