

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengelasan atau penyambungan merupakan salah satu metode untuk menyambung antara benda kerja satu dengan benda kerja yang lainnya. Proses pengelasan adalah proses penyambungan logam yang memanfaatkan energi panas baik dari listrik, gesekan, ataupun sumber panas yang berasal dari gas (Widharto, 2013). Dalam pengaplikasiannya proses pengelasan terdapat banyak metode yang digunakan untuk penyambungan material yang sama (*similar*) maupun material yang berbeda jenis (*disimilar*). Berbagai macam teknik pengelasan dan metode pengelasan sedang dikembangkan, salah satunya yaitu pengelasan *friction stir welding* (FSW). Metode *friction stir welding* juga diklasifikasikan, diantaranya *friction stir welding similar* dan *friction stir welding disimilar*. Penemu yang mengembangkan metode pengelasan *friction stir welding* (FSW) adalah Wayne Thomas di TWI pada tahun 1991 (Harsanto dan Mahardika, 2019).

Pengelasan dengan menggunakan *friction stir welding* (FSW) yang sedang banyak dikembangkan pada saat ini yaitu *friction stir welding* logam tak sejenis (*disimilar*). Material yang sedang dikembangkan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi produksi pada pengelasan *friction stir welding disimilar* yaitu aluminium dan tembaga (Sulardjaka dan Umam, 2017). Tembaga merupakan salah satu jenis logam yang pemakaiannya sangat luas baik digunakan dalam keadaan murni maupun dalam bentuk paduan (Sulardjaka dan Umam, 2017). Tembaga memiliki kekuatan tarik sebesar 150 N/mm². Selain itu, tembaga memiliki angka kekerasan hingga 45 HB dan dapat ditingkatkan mencapai 90 HB melalui proses pengerjaan dingin. Tembaga memiliki sifat yang ulet pada saat proses perlakuan panas contohnya dengan *tempering*. Tembaga memiliki sifat listrik penghantar panas yang baik (*Electrical and Thermal Conductor*), dan juga ketahanannya terhadap korosi *atmospheric*. Namun, tembaga dipersyaratkan memiliki kemurnian hingga

99,9%. Aluminium ialah logam yang berwarna putih terang dan sangat mengkilap dengan titik cair 660°C sangat tahan terhadap pengaruh *atmosphere* yang bersifat *electrical* dan penghantar panas dengan koefisien yang sangat tinggi. Sedangkan aluminium mempunyai beberapa keunggulan (Tarmizi dkk, 2016), seperti tahan korosi, bobot yang ringan dan sangat mudah dibentuk. Oleh karena itu, dari sifat-sifat aluminium dan tembaga ini diharapkan penulis dapat mengaplikasikan dalam dunia industri. Kegunaan dari pengelasan *friction stir welding* material aluminium dan tembaga digunakan dalam bidang yang sangat luas seperti untuk kegunaan pada pesawat terbang yaitu sebagai struktur badan pesawat terbang, sedangkan untuk kapal laut biasanya ditemui di lambung kapal untuk menjaga pipa dari tumbuhan biota laut yang dapat mengakibatkan korosif, dan pengaplikasian di mobil biasanya ditemui pada chasis mobil (Riyadi dan Mahardika, 2019). Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat maka perlu dilakukan penelitian agar penyambungan material aluminium dan tembaga lebih mudah dan dapat memiliki kekuatan yang optimal dalam pengaplikasiannya.

Penelitian tentang pengaruh kecepatan putaran pahat terhadap struktur μ FSW pada logam aluminium dan tembaga bertujuan untuk meneliti pengaruh kecepatan putar pahat terhadap struktur mikro dan sifat kekerasan pada pengelasan *friction stir welding*. FSW dilakukan dengan variasi kecepatan putar pahat 800 Rpm dan 1000 Rpm dan kecepatan *feed rate* 5 mm/menit. Dari hasil penelitian didapat bahwa pada kecepatan rendah (800 Rpm) menunjukkan adanya *tunnel/channel defect* pada daerah *stir zone*, sedangkan pada kecepatan yang lebih tinggi (1000 Rpm) tidak ditemukan adanya *channel defect*. Hal ini disebabkan bahwa meningkatnya kecepatan putaran pahat dapat meningkatkan *heat generation* sehingga pada kecepatan 1000 Rpm kemungkinan timbulnya cacat lebih kecil daripada kecepatan 800 Rpm. Pada pengujian nilai kekerasan didapat rata-rata nilai HAZ aluminium lebih kecil daripada nilai rata-rata kekerasan HAZ tembaga, hal ini disebabkan karena pada daerah HAZ logam aluminium mengalami penurunan yang

disebabkan karena pengasaran butir. Sedangkan pada struktur mikro kecepatan 800 Rpm terdapat lapisan logam tembaga yang cukup tebal (warna gelap) hal ini disebabkan karena terbentuknya *intermetallic compounds* (IMCs) berukuran nano yang bersifat keras, sedangkan pada putaran 1000 rpm warna gelap pada daerah TMAZ tercampur secara merata, garis-garis gelap menunjukkan logam Cu lebih tipis sehingga dapat menyebar secara merata. Oleh karena itu, warna gelap pada struktur mikro sangat mempengaruhi kekerasan hasil pengelasan (Umam, 2017).

Berdasarkan penelitian tentang analisis sifat mekanik dan struktur mikro pada penyambungan plat beda material alumunium dan tembaga dengan metode FSW menjelaskan bahwa adanya pencampuran kedua logam di daerah *stir zone* terlihat butiran semakin kecil dan rapat. Hasil penelitian ini menyatakan struktur mikro pada daerah *stir zone* alumunium dengan tembaga terlihat butiran alumunium dan tembaga tercampur menyatu. Hal ini terjadi akibat terjadinya deformasi plastis yang disebabkan oleh proses gesekan pada saat pengelasan terjadi pencampuran struktur mikro yang sempurna. Distribusi kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan *stir zone* tembaga lebih tinggi dari pada alumunium karena pada daerah *stir zone* mengalami proses panas secara langsung, dan semakin besar heat input yang dihasilkan akan menyebabkan butiran semakin padat dan tingkat kekerasannya semakin tinggi (Sandinarto dkk, 2018).

Pada pengujian tentang sifat mekanik μ FSW plat alumunium AA 1100 dengan ketebalan 400 μ m. Pada proses pengujian parameter pengelasan FWS yang digunakan yaitu kecepatan pengelasan 8000 Rpm dan variasi *feed rate* 30, 50, 70 mm/menit. Dari hasil penelitian didapat kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen pengelasan dengan kecepatan *feed rate* 30 mm/menit yaitu 61.31 MPa karena pada proses pemakanan parameter sambungan ini terjadi sambungan yang baik dan tidak banyak terjadi cacat, sehingga laju pemakanan berfungsi sebagai pengontrol panas agar panas yang dibutuhkan sesuai dan tidak mengakibatkan cacat. Sedangkan kekuatan tarik terendah

terjadi pada spesimen pengelasan dengan *feed rate* 70 mm/min yaitu sebesar 43,455 MPa karena sebagian kecil sambungan menyambung akibat pada proses pemakanan parameter dan laju pemakanan panas yang dibutuhkan terlalu rendah. Pada proses pengujian μ FSW dengan aluminium AA 1100 yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil dari sambungan memiliki sifat karakteristik material yang getas. Hal ini terlihat dari hasil spesimen pada pengujian tarik yang menunjukkan tidak adanya *necking*. Pada hasil pengujian, patahan sebagian besar terjadi di daerah *nugget zone* yang menunjukkan bahwa pengelasan ini tidak terlalu mempengaruhi daerah sekitar pengelasan karena putaran tool dan kecepatan laju pemakanan tidak menghasilkan suhu yang tinggi pada daerah sekitar pengelasan (Harsanto dan Mahardika, 2019).

Penelitian tentang pengaruh kecepatan rotasi pin *tool* dan kecepatan pengelasan terhadap sifat mekanis hasil pengelasan *friction stir welding* logam tak sejenis aluminium 5052 H3 dan tembaga juga dilakukan oleh, (Sulardjaka dkk, 2019). Pada penelitian ini proses pengelasan menggunakan variasi rotasi pahat: 2850 Rpm, 3000 Rpm, dan 3150 Rpm, sedangkan kecepatan pengelasan FSW: 100 mm/min dan 120 mm/min. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu pada kecepatan putar pin *tool* 3000 Rpm dengan kecepatan pengelasan 100 mm/min menghasilkan kekuatan tarik sebesar 223 MPa. Hal ini disebabkan karena hasil pengelasan terbentuk *welding nugget* pada daerah sambungan dari kedua material yang menyatu dengan baik. Oleh karena itu, pada kecepatan 100 mm/menit dikatakan lebih kuat karena pada kecepatan pengelasan yang rendah pergerakan butir material lebih baik dibandingkan dengan kecepatan pengelasan tinggi, pengelasan dengan kecepatan rendah juga mengakibatkan pembangkitan panas akan menjadi lebih tinggi pada material yang dilas (Sulardjaka dkk, 2019).

Dari beberapa pengelasan *friction stir welding* sebelumnya terdapat banyak hal yang dapat dijadikan penelitian diantaranya: kecepatan putar pin *tool*, kecepatan pengelasan atau *feed rate*, besar sudut yang digunakan, dan

geometri pin *tool*. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari suatu material yang disambung dan mengetahui pencampuran struktur mikro materialnya sehingga dapat menemukan metode sambungan yang tepat atau dapat menjadi alternatif dari pengelasan difusi. Dari beberapa penelitian sebelumnya sebagian besar membahas sifat mekanik hasil pengelasan *friction stir welding*. Masalah yang sering muncul pada penelitian sebelumnya dengan sambungan lap joint pada kecepatan putar 900 Rpm dan 1800 Rpm yaitu parameter kecepatan laju pemakanan yang belum mendapatkan hasil sifat mekanik yang sesuai dalam proses pengelasan FSW. Pada penelitian ini akan membahas variasi *feed rate* terhadap pengaruh proses pengelasan μ FSW lap joint. Parameter yang akan diuji yaitu kecepatan putar pin *tool* 910 rpm, *feed rate* (40 mm/min, 50 mm/min, 60 mm/min, 80 mm/min). Tetapi, pada penelitian kali ini akan fokus terhadap perubahan sifat fisis dan mekanik yang dihasilkan dari variasi kecepatan *feed rate* pada proses pengelasan μ FSW sehingga dapat mendapatkan parameter yang dapat ditetapkan. Dengan menggunakan parameter tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan sambungan pengelasan yang memiliki kekuatan tinggi dan dapat dilihat dari sifat fisis dan mekaniknya agar pengelasan sambungan ini dapat menjadi pengganti atau alternatif dari proses pengelasan difusi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari berbagai permasalahan yang ada dan telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahannya yaitu:

Bagaimana pengaruh *feed rate* pada proses pengelasan *micro friction stir welding* dengan material tak sejenis (*disimilar*) terhadap alternatif pengelasan difusi sambungan bimetal, dengan mencari sifat tarik, kekerasan, struktur makro, dan mikro pada material logam aluminium 1100 dan tembaga dengan proses sambungan tumpang (*lap joint*) untuk menemukan parameter yang ideal dan dapat mengurangi resiko kegagalan pada proses penyambungan.

1.3 Batasan Masalah

Pada proses penyusunan laporan ini, agar mendapatkan hasil akhir yang maksimal serta tidak menyimpang dari permasalahan, maka penulis akan membatasi permasalahan. Guna menyederhanakan masalah, maka batasan yang diambil pada pembahasan ini dirinci sebagai berikut:

1. Dimensi diameter pin *tool* diasumsikan konstan, tidak mengalami keausan.
2. Putaran kecepatan *tool*, diasumsikan konstan.
3. Tekanan *tool* pada benda kerja dianggap sama pada setiap spesimen.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai pengaruh variasi kecepatan *feed rate* terhadap struktur makro dan mikro pada pengelasan *friction stir welding dissimilar*.
2. Mengetahui pengaruh variasi *feed rate* terhadap kekuatan tarik dan nilai kekerasan pada sambungan *dissimilar Al-Cu*.
3. Mengetahui pengaruh variasi *feed rate* yang paling ideal pada penelitian ini dengan metode pengelasan *friction stir welding dissimilar*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini diantaranya:

1. Memberikan informasi tentang pengelasan μ FSW dengan material tak sejenis aluminium dan tembaga.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi untuk penulis dan khalayak umum.
3. Mengetahui perbedaan sifat tarik, kekerasan, struktur mikro pada pengelasan μ FSW dengan variasi *feed rate*.