

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dalam dunia industri manufaktur pemakaian aluminium semakin meningkat. Aluminium merupakan unsur *nonferrous* metal, yang banyak digunakan karena banyak memiliki sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, konduktor panas dan listrik yang baik, serta bahan yang ringan [1]. Karena aluminium sifatnya yang lebih ringan, dan tahan korosi. Aluminium banyak digunakan dalam sektor industri, bodi otomotif, komponen pesawat, dan perkapalan [2].

Aluminium murni memiliki sifat yang kurang kuat, sehingga untuk memperbaiki sifat mekaniknya aluminium murni dipadukan dengan unsur lainnya. Paduan aluminium seri 1xxx, terutama AA1100, termasuk jenis aluminium murni komersial dengan kadar aluminium di atas 99%. Aluminium alloy 1100 memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, termasuk kekuatan yang baik, kemampuan deformasi yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, dan konduktivitas termal yang baik. Meski demikian, kekuatan tarik AA 1100 relatif rendah (90–110 MPa) karena minimnya unsur penguat seperti magnesium atau silikon [3]. Kondisi tersebut menjadikannya bahan ideal untuk studi pengaruh variasi arus terhadap perubahan struktur mikro dan sifat mekanik akibat proses pengelasan.

Pengelasan dapat di definisikan sebagai proses penyambungan dua atau lebih komponen aluminium melalui pemanasan hingga mencapai kondisi cair atau plastis, dengan atau penambahan logam pengisi, pengelasan tidak hanya berfungsi sebagai metode penyambungan material, tetapi juga menentukan kekuatan struktural, umur pakai, dan keandalan produk akhir [4]. Manajemen kualitas dalam konstruksi las melibatkan prosedur yang diatur dengan baik, banyak macam jenis pengelasan yang digunakan untuk bisa mendapatkan hasil pengelasan dengan baik [5]. Salah satu jenis pengelasan yang baik adalah pengelasan MIG.

Metal Inert Gas (MIG) merupakan salah satu teknik pengelasan busur listrik yang populer dalam industri manufaktur masa kini, MIG menjadi pilihan utama di berbagai bidang seperti otomotif, konstruksi, fabrikasi logam, perkapalan, serta pembuatan peralatan alat berat [6]. Pengelasan MIG memiliki keunggulan, antara lain produktivitas yang lebih tinggi, kualitas manik las yang rapi, jumlah percikan yang lebih sedikit, serta kemampuan untuk diaplikasikan pada berbagai jenis logam, khususnya material seperti aluminium dan magnesium beserta paduannya. Penggunaan gas pelindung seperti argon, helium, atau campurannya membantu mencegah oksidasi selama proses berlangsung [7]. Oleh karena itu, MIG sangat sesuai untuk aplikasi produksi massal dikarenakan pengelasan MIG adalah pengelasan busur dengan elektroda bertenaga, yang sangat efektif dan murah [8].

Pengelasan MIG pada logam *non-ferro* seperti aluminium menimbulkan sejumlah tantangan teknis. Aluminium memiliki konduktivitas termal tinggi 235 W/mK dan titik leleh relatif rendah 660°C, sehingga pengendalian panas selama proses pengelasan menjadi kompleks [9]. Selain itu, keberadaan lapisan oksida aluminium Al_2O_3 yang memiliki titik leleh jauh lebih tinggi 2050°C sering menghambat penetrasi busur listrik dan menyebabkan cacat seperti porositas, retak panas, dan peleburan yang tidak merata [10].

Porositas adalah satu jenis cacat las yang paling sering muncul pada berbagai teknik pengelasan, terutama pada material dengan konduktivitas panas tinggi seperti aluminium. Adanya porositas dalam sambungan las dapat mengurangi kualitas dan kekuatan mekanik hasil pengelasan, karena rongga gas yang tertinggal mengakibatkan penurunan kekuatan tarik, ketangguhan, dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kerusakan pada struktur mikro [11]. Dengan demikian, pengaturan arus sangat penting dilakukan agar mencegah terjadinya porositas.

Variasi arus adalah salah satu variabel utama dalam pengelasan yang berpengaruh besar terhadap kualitas sambungan, bentuk manik las, dan kestabilan pemanasan selama proses berlangsung. Jenis arus listrik yang digunakan dalam proses pengelasan menggunakan dua tipe arus, yaitu arus

searah (*Direct Current-DC*) dan arus bolak-balik (*Alternating Current-AC*). Oleh sebab itu, perubahan atau pengaturan nilai arus selama pengelasan dapat menyebabkan variasi yang signifikan pada hasil akhir, baik dari sisi kekuatan mekanik maupun karakteristik morfologi las [12]. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sambungan berkualitas tinggi di berbagai sektor industri, seperti konstruksi, manufaktur, dan otomotif, pemahaman mengenai variasi arus menjadi semakin krusial dalam penentuan parameter proses.

Variasi arus juga mempengaruhi struktur mikro arus tinggi memperluas zona HAZ dan memicu pertumbuhan butir besar yang menurunkan kekuatan tarik setelah mencapai titik optimum [13]. Sebaliknya, arus rendah menghasilkan butir halus namun meningkatkan risiko cacat internal seperti porositas. Dalam studi eksperimental, bahwa penyesuaian arus yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik aluminium hingga 18% dibandingkan kondisi standar [14].

Dari pembahasan diatas secara keseluruhan, pengaturan variasi arus pada proses pengelasan, khususnya untuk material aluminium seperti AA1100, memiliki peran penting dalam menentukan kualitas sambungan yang dihasilkan. Karakteristik aluminium yang mudah menghantarkan panas, memiliki titik leleh yang rendah, serta dilapisi oksida dengan titik leleh yang tinggi membuat proses pengelasan memerlukan kontrol panas yang cermat agar dapat menghindari teradinya cacat seperti porositas, retak panas, atau ketidakraturan bentuk manik las. Selain itu, keterkaitan antara besarnya arus dengan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik menunjukkan bahwasetiap variasi arus dapat memberikan dampak nyata terhadap ukuran butir, lebar zona HAZ, dan kekuatan tarik sambungan. Dengan demikian, penelitian mengenai variasi arus menjadi sangat penting untuk memperoleh hasil las aluminium yang kuat, stabil, dan minim cacat. Pemahaman yang lebih baik mengenai parameter arus diharapkan mampu mendukung peningkatan kualitas pengelasan aluminium dalam berbagai kebutuhan industri saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi arus pengelasan MIG terhadap sifat fisik mekanik (struktur mikro, ketangguhan *impact*, dan kekuatan tarik) sambungan las aluminium AA1100?
2. Bagaimana hubungan antara besar kecilnya arus pengelasan dengan munculnya cacat las seperti porositas pada aluminium AA1100?
3. Bagaimana proses perubahan panas akibat variasi arus dapat menyebabkan perbedaan ukuran butir, lebar HAZ, serta kulit las pada material AA1100?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menelusuri pengaruh perubahan besarnya arus pada proses pengelasan MIG terhadap karakter fisik dan mekanik sambungan aluminium AA1100, terutama variasi pada struktur mikro, ketangguhan *impact*, dan kekuatan tarik.
2. Menentukan keterkaitan antara nilai arus pengelasan MIG dengan munculnya cacat las pada material AA1100, dengan fokus pada kecenderungan terbentuknya porositas serta kondisi arus yang paling berisiko menimbulkan cacat tersebut.
3. Menganalisis bagaimana perubahan *heat input* akibat variasi arus mempengaruhi perkembangan struktur mikro aluminium AA1100, termasuk perubahan ukuran butir, pelebaran daerah HAZ, dan kualitas manik las yang terbentuk.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini di fokuskan pada kajian pengaruh variasi arus pengelasan MIG terhadap struktur mikro, ketangguhan *impact*, dan kekuatan tarik aluminium AA1100, penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan material aluminium AA1100, dengan ukuran dan ketebalan spesimen yang telah ditetapkan sesuai standar karakterisasi mekanik dan metalografi.
2. Proses pengelasan yang dikaji terbatas pada teknik *Metal Inert Gas* (MIG),

- dengan arus pengelasan sebagai variabel utama. Parameter lain seperti tegangan, kecepatan gerak las, jenis gas pelindung, serta diameter kawat dijaga konstan.
3. Evaluasi kualitas sambungan las difokuskan pada struktur mikro, ketangguhan impak, kekuatan tarik, serta identifikasi cacat las—khususnya porositas, sehingga pengujian sifat lain seperti ketahanan lelah maupun korosi tidak termasuk dalam cakupan.
 4. Pengamatan struktur mikro dibatasi pada analisis ukuran butir, lebar daerah HAZ, dan bentuk manik las, tanpa melakukan pemodelan termal atau simulasi distribusi panas secara komputasi.
 5. Ruang lingkup penelitian hanya mencakup uji laboratorium, sehingga kondisi pengelasan di lapangan, variasi posisi pengelasan, atau penggunaan sistem pengelasan otomatis tidak dibahas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh variasi arus pada proses pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) terhadap struktur mikro dan sifat mekanik aluminium tipe AA1100 diharapkan memberikan beberapa manfaat berikut:

1. Penelitian ini memberikan kontribusi pengetahuan mengenai bagaimana variasi arus pada proses pengelasan MIG memengaruhi sifat mekanik serta struktur mikro aluminium AA1100, sehingga dapat digunakan sebagai rujukan bagi akademisi maupun peneliti di bidang material dan teknologi pengelasan.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman dalam memilih parameter arus pengelasan MIG yang paling efektif untuk menghasilkan sambungan aluminium AA1100 dengan kualitas kekuatan tarik, ketangguhan impak, dan bentuk manik las yang lebih optimal.
3. Penelitian ini menghadirkan data dan evaluasi mengenai kecenderungan munculnya cacat las—terutama porositas—akibat perubahan nilai arus, yang bermanfaat bagi pelaku industri untuk mengurangi potensi cacat selama proses pengelasan.
4. Temuan penelitian ini membantu memperjelas hubungan antara besarnya *heat input* dan perubahan struktur mikro, termasuk variasi ukuran butir dan lebar HAZ, sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas proses pengelasan

aluminium dari sisi teknis.

5. Penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam penyusunan prosedur pengelasan aluminium di lingkungan industri, khususnya pada bidang yang menuntut kualitas sambungan tinggi seperti otomotif, manufaktur, dan konstruksi berbahan ringan.
6. Penelitian ini memperkaya pengetahuan serta keterampilan praktis mahasiswa atau peneliti, terutama dalam melaksanakan pengujian struktur mikro dan uji mekanik, serta memahami peran parameter-parameter penting pada proses pengelasan MIG.

