

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aluminium merupakan logam yang sering digunakan pada fasilitas manufaktur dan transportasi (Piccini & Svoboda, 2013). Bahan logam tersebut memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik dan mempunyai sifat *weldability* (mampu las) yang baik. Aluminium merupakan material yang lebih ringan dari baja. Dengan beratnya yang ringan sangat dirasa mampu meningkatkan nilai ekonomi bahan bakar serta kinerja kendaraan karena pengurangan berat pada bodi kendaraan merupakan sesuatu yang berpengaruh signifikan (Bilici & Yüklér, 2012). Desain ringan dengan mengganti baja dengan Al dan/atau paduan Mg telah dianggap sebagai strategi yang menjanjikan untuk mencapai tujuan tersebut. Penggunaan logam Aluminium lebih luas lagi ditemukan pada kedirgantaraan, transportasi, perkapalan dan lain-lain, karena keunggulan aluminium dari pada logam lain. Penyambungan Aluminium dapat dilakukan dengan metode pengelasan.

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam maupun non logam yang dilakukan dengan cara material yang disambung dipanaskan hingga temperatur las, dilakukan dengan atau tanpa tekanan, hanya dengan tekanan, dengan atau tanpa menggunakan *filler* (pengisi) (Sulardjaka, dkk, 2018). Metode penyambungan titik yang biasanya digunakan pada industri manufaktur saat ini yaitu teknik *Resistance spot welding* (RSW) dan keling. Kerugian dari metode ini termasuk konsumsi energi yang tinggi dan penggunaan bahan habis pakai. Selain itu, disebabkan sifat fisik paduan aluminium maka diperlukan daya listrik yang tinggi serta tingkat cacat di area las lebih tinggi dibandingkan pada pengelasan lembaran baja (Mishra dan Mahoney, 2007). Kelemahan RSW yang lain jika digunakan pada paduan aluminium yaitu porositas dan retakan (*crack*). Solusi yang bisa dipakai yaitu melakukan pengelasan dengan suhu dibawah titik cair logam induk (*solid state welding*), karena dapat menghindari banyak cacat pada

pengelasan fusi dan lebih cocok untuk mengelas paduan aluminium (Fereiduni dkk, 2017).

Mirip seperti *Friction Stir Welding* (FSW) yang merupakan induknya, *Friction Stir Spot Welding* (FSSW) termasuk dalam teknik *solid state* serta *Non Consumable Welding* dengan tidak adanya *filler* dan tidak diperlukan instalisasi gas. Memanfaatkan energi panas yang dihasilkan dari proses gesekan antara *tool* dengan *base metal* yang di sambung, metode semacam ini menggunakan teknik termomekanik. Deformasi plastik dan gesekan yang terjadi menghasilkan panas yang cukup untuk melumerkan atau tanpa melelehkan *base metal* untuk proses pengelasan. Temperatur pengelasan pada metode *solid state* seperti FSW/FSSW ini biasanya berada di rentang 70% sampai 90% dari titik cair (Permana dkk, 2018). Sedikit berbeda dengan FSW, pada FSSW memerlukan waktu siklus yang pendek biasanya beberapa detik (Badarinarayan dkk, 2009). Parameter yang banyak digunakan pada teknik pengelasan FSSW, seperti kecepatan rotasi *tool*, lama penahanan *tool*, kedalaman penetrasi dan geometri *tool*. Selama FSSW, penetrasi *tool* dan periode penahanan *tool* pada dasarnya menentukan generasi panas, plastisasi material di sekitar pin, geometri las dan juga sifat mekanik dari sambungan yang dilas (Badarinarayan dkk, 2009).

Jika dibandingkan dengan RSW, FSSW memiliki lebih banyak keuntungan. Mazda menerapkan FSSW pada pelat aluminium ke salah satu produksi mobilnya, dapat menghemat 40% biaya investasi peralatan dan perbaikan serta menghemat biaya listrik sampai 99% (Bilici & Yüklér, 2012). Aplikasi sambungan paduan Aluminium dengan teknik FSSW di industri dapat ditemui pada produksi pintu belakang dan kap aluminium Mazda RX-8, *decklid* dan kap mesin untuk mobil *hybrid* Toyota Prius. *Kawasaki Heavy Industries* menggunakan FSSW untuk membangun prototipe kereta cepat Shinkansen generasi terbaru pada bagian panel atap nya (Pan, 2007).

Beberapa penelitian berkaitan dengan FSSW sudah pernah dilakukan diantaranya dilakukan oleh Bilici dan Yukler (2012) yang melakukan pengamatan pengaruh *tool geometry* dan parameter proses terhadap struktur makro serta

kekuatan statis nya pada pengelasan lembaran *polyethelene* dengan FSSW. Lembaran tersebut memiliki dimensi 60 mm x 150 mm x 4 mm dengan area luas yang tumpang tindih 60 mm x 60 mm. Material baja SAE 1040 dengan perlakuan panas sehingga kekerasannya 40 HRC dipilih sebagai *tool*. Hasilnya pada kecepatan rotasi 710 rpm dengan menggunakan bentuk *tool pin* silinder runcing nilai maksimal *tensile load* didapatkan 3600 N. Sedangkan nilai *tensile load* terendah terjadi pada bentuk *tool pin* silinder biasa diperoleh 2800 N pada kecepatan rotasi yang sama. Hasil tersebut dikarenakan *tool pin* silinder runcing mempunyai kekuatan pengelasan besar sehingga menghasilkan panas tinggi akibat gesekan di sekitar pin. Panas yang tinggi tersebut menyebabkan temperatur bahan meningkat pada area yang dilas dan menghasilkan *nugget* yang lebih tebal. *Nugget* tebal dihasilkan karena gaya pengelasan yang besar. Sambungan dengan pin silinder runcing lebih kuat karena memiliki area ikatan las lebih besar.

Al-khateeb dan Takhakh (2011) dalam investigasinya melakukan upaya untuk memahami pengaruh diameter *shoulder tool* pada sifat mekanik dari sambungan. Menggunakan empat variasi diameter 10, 13, 16 dan 19 mm pada waktu pemanasan awal dan waktu turun yang konstan digunakan saat proses pengelasan. Berdasarkan pada penelitian FSSW yang telah dilakukan hasilnya menunjukkan paduan aluminium 1200 dapat dilas dengan FSSW dan diameter *shoulder* 19 mm dengan kecepatan rotasi 900 rpm menghasilkan kekuatan geser tertinggi. Peningkatan diameter *shoulder* meningkatkan kekuatan pengelasan. Hal itu karena dengan meningkatnya diameter *shoulder*, area material yang diaduk meningkat dan menyebabkan pencampuran logam meningkat. Hasilnya area yang tersambung lebih luas dan kekuatan lebih tinggi.

Badarinarayan, dkk, (2009) melakukan penelitian tentang FSSW pada paduan aluminium 5083 dengan ketebalan berbeda masing-masing 1,64 dan 1,24 mm, serta *shoulder tool* berdiameter 12 mm dengan pin silinder konvensional dan pin segitiga. Ikatan metalurgi parsial (*hook*) terbentuk di wilayah las antara lembaran aluminium. Secara signifikan geometri *tool* memengaruhi bentuk *hook*. Pada kondisi proses yang sama, lasan yang dibuat dengan pin silinder terbentuk

hook kontinyu yang memotong zona aduk dan mengalir ke bawah menuju bagian bawah las. Sedangkan untuk lasan dengan pin segitiga, *hook* diarahkan ke atas dan ditangkap di pinggiran zona aduk. Selain itu, pin segitiga menghasilkan struktur butir di zona aduk yang lebih halus dibandingkan dengan pin silinder. Hal tersebut membuat lasan dengan pin segitiga memiliki kekuatan statis dua kali lipat dibanding lasan dengan pin silinder.

Berdasarkan paparan diatas, penelitian terhadap metode FSSW pada material Aluminium baru dilakukan sebatas pada ketebalan di bawah 2 mm. Sedangkan ukuran diameter *shoulder* terbesar yang digunakan sebesar 19 mm (Al-khateeb & Takhakh, 2011). Sedangkan Al-khateeb & Takhakh (2011) mengatakan bahwa meningkatkan diameter *shoulder tool* pada pengelasan dapat mengakibatkan peningkatan sifat mekanik (kekerasan dan kekuatan geser). Karakterisasi hasil sambungan FSSW pada pelat Aluminium 5083 dengan tebal di atas 2 mm masih sangat sedikit referensi, seperti pada penelitian Piccini & Svoboda, (2015) melakukan penyambungan disimilar Aluminium 5052-H32 dan 6063-T6 dengan tebal 3 mm dan 2 mm menggunakan satu variasi *dwell-time* dan kecepatan rotasi rendah. Oleh karena itu, untuk penelitian awal ini menggunakan pelat Aluminium 5083 yang mempunyai sifat mampu las baik, dengan tebal 3 mm diharapkan dapat melengkapi penelitian sejenis, serta memperbesar diameter *shoulder* 20 mm untuk membuktikan apakah FSSW mampu menyambung pelat Aluminium 5083 yang lebih tebal dari 2 mm dengan parameter proses pengaruh *dwell-time* dan kecepatan rotasi *tool*. Material Pengelasan menggunakan *dwell-time* 5, 10 dan 15 s dengan dua variasi kecepatan rotasi 1500 dan 2280 rpm, temperatur proses diukur dengan dua buah termokopel tipe K. Dua variasi waktu dipilih untuk membandingkan kualitas sambungan pada kecepatan rendah dan tinggi, sedangkan untuk variasi waktu menggunakan tiga variasi untuk memperoleh *dwell-time* yang tepat agar menghasilkan sambungan dengan kekuatan tertinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan bahwa metode pengelasan titik yang banyak digunakan saat ini yaitu RSW masih ditemukan beberapa

kekurangan jika di aplikasikan pada paduan aluminium. Karenanya perlu dilakukan alternatif metode pengelasan titik yang lebih menguntungkan, yaitu FSSW dan perlu dilakukan pengembangan. Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini ialah bagaimanakah pengaruh *dwell-time* dan kecepatan rotasi *tool* terhadap karakterisasi sambungan pada pengelasan material Aluminium 5083 dengan teknik FSSW ?

1.3. Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah yang dibahas pada proses penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Besar tekanan yang terjadi selama proses pengelasan dianggap konstan.
2. Kedalaman dan kecepatan penetrasi *tool* dianggap konstan selama proses pengelasan.
3. Penurunan kecepatan putar *tool* ketika bergesekan dengan pelat diabaikan, putaran *tool* dianggap konstan selama proses pengelasan.
4. Perubahan temperatur *tool* setelah melakukan pengelasan berlanjut ke pengelasan selanjutnya diabaikan.
5. Bentuk pin yang digunakan berbentuk silinder tirus.

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh *dwell-time* dan kecepatan rotasi *tool* terhadap temperatur proses pengelasan metode FSSW pada material pelat Aluminium 5083.
2. Mengetahui pengaruh *dwell-time* dan kecepatan rotasi *tool* terhadap strukturmikro pada zona terpengaruh pengelasan hasil pengelasan metode FSSW pada material pelat Aluminium 5083.
3. Mengetahui pengaruh *dwell-time* dan kecepatan rotasi *tool* terhadap nilai kekerasan dan kapasitas beban tarik hasil pengelasan metode FSSW pada material pelat Aluminium 5083.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi pengetahuan mengenai teknik pengelasan khususnya FSSW.
2. Menambah pilihan pengelasan titik pelat Aluminium menggunakan metode FSSW.
3. Menambah referensi bagi penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.