

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kinerja industri manufaktur sepanjang 2015 mencapai Rp 2.097,71 triliun atau berkontribusi 18,1% terhadap PDB nasional, dengan sokongan terbesar dari sektor makanan dan minuman, barang logam, alat angkutan serta industri kimia, farmasi, dan obat tradisional. Raihan tersebut meningkat di bandingkan dengan tahun sebelumnya yakni senilai Rp 1.884 triliun atau memberikan kontribusi 17,8% terhadap PDB nasional (Sumber: Kementerian Perindustrian 2016).

Proses manufaktur yang biasa dipakai ialah permesinan, pemotongan, pengecoran dan penyambungan. Pengelasan menurut *Welding Science and Technology* merupakan suatu proses penyambungan secara permanen antara dua material melalui proses difusi yang dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, dan sifat metalurgi. Pengelasan secara umum dibagi menjadi dua jenis, yaitu: *fusion welding* dan *solid-state welding* (Givi, 2014). Pada proses *fusion welding*, bagian logam yang akan disambung dipanaskan hingga diatas titik lebur untuk material murni dan diatas titik *liquidus* untuk logam paduan (Massler, 2004). Pada proses *fusion welding* terdapat berbagai macam proses pengelasan, seperti SMAW (*Shield Metal Arch Welding*), GMAW (*Gas Metal Arch Welding*), TIG (*Tungsten Inert Gas*), FCAW (*Flux Cored Arch Welding*). Sedangkan pada proses *Solid-state welding* sambungan diperoleh dengan memanaskan material dibawah titik leburnya. Pada proses *solid – state welding* terdapat berbagai macam jenis pengelasan, seperti *Diffusion welding*, *Friction welding*, *Friction stir welding*, *Roll welding*. Dalam proses *fusion welding* memiliki beberapa kendala seperti adanya *hydrogen porosity*, mengalami *hot cracking*, terjadinya *strength loss* dan sulitnya menyambung material yang memiliki titik lebur yang berbeda. Oleh karena itu untuk mengatasi kendala tersebut maka proses *friction stir welding* menjadi alternatif pilihan.

*Friction stir welding* merupakan sebuah metode pengelasan yang termasuk pengelasan gesek, yang pada prosesnya tidak memerlukan bahan penambah atau pengisi, panas dan deformasi plastis dihasilkan dari gesekan antara *friction tool* dengan benda kerja (*workpiece*) (Terry, 2005). Pada awalnya pengelasan *Friction stir welding* diciptakan di *The Welding Institut* pada tahun 1991 di Inggris. *Friction stir welding* termasuk metode

pengelasan menggunakan fase *solid-state*. FSW dapat diaplikasikan pada jenis material alumunium, tembaga, baja, magnesium.

Di negara lain FSW sudah banyak diaplikasikan diberbagai bidang seperti dalam dunia industri seperti industri alat alat berat, industri perkapalan, kereta api, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, bahkan dunia otomotif pun sudah sejak lama diaplikasikan.

*Friction stir welding* pada prosesnya terjadi pelunakan *base metal* akibat input panas yang dihasilkan dari gesekan antara *friction tool* dengan *base metal*, panas ini dihasilkan pada proses pencampuran mekanis dan panas adiabatik yang ada didalam material sehingga menyebabkan material melunak tanpa mencapai titik lelehnya.

Proses pengelasan FSW bekerja dibawah suhu *melting* dari material benda kerja yaitu sekitar 80%–90% dari titik *melting*-nya (Chao, Qi dan Tang, 2003:138). Dikarenakan apabila terlalu tinggi temperatur maka material induk akan melunak sehingga akan terjadi slip (Lohwasser, 2009). Pada proses *friction stir welding*, panas dihasilkan dari gesekan antara *tool* dan benda kerja. Benda kerja akan menerima 95% dari panas keseluruhan dan *tool* akan menerima 5% dari panas keseluruhan. Panas yang dihasilkan akan menentukan kualitas hasil las-an, *residual stress* dan distorsi, sedangkan panas yang diberikan pada *tool* akan memengaruhi keawetan *tool* itu sendiri (Chao, Qi dan Tang, 2003:138).

Ada beberapa keuntungan dari proses FSW bila dibandingkan dengan pengelasan fusi (*fusion welding*), FSW merupakan pengelasan *solid-state*, dimana pada proses FSW logam melunak tidak mencapai titik leburnya, hal ini menyebabkan tidak adanya porositas yang biasanya ditemukan dalam proses solidifikasi logam. Selain itu hasil FSW membuat kekuatan pengelasannya semakin besar yang disebabkan pada proses *solid-state*, deformasi plastis pada benda kerja akan mempertahankan sebagian besar kekuatan pada logam induknya. Hattingh et al, (2012) dalam penelitiannya menunjukkan mengoptimalkan desain alat dan parameter pengelasan dapat menghasilkan kekuatan sambungan 97% dari logam induk terhadap kekuatan tariknya. Deformasi plastis dari penempaan akan membuat struktur butir menjadi lebih halus dari logam induknya. Struktur butir yang halus memberikan kontribusi untuk kekuatan sambungan las (Longhurst, 2009:2).

Terdapat berbagai macam parameter yang dapat memengaruhi kualitas sambungan las hasil *friction stir welding*, diantaranya kecepatan putar (*rotational speed*), kecepatan tempuh (*travel speed*), gaya tekan (*downward force*), *lateral force*, kemiringan *tool*, kedalaman penetrasi pin (*plunge depth*) (Terry, 2005).

*Downward force* atau gaya tekan merupakan gaya yang diberikan mesin kepada *tool* yang diteruskan ke benda kerja dan berfungsi untuk menjaga kontak antara *friction tool*

dengan benda kerja sehingga tingkat penetrasi dan panas yang dihasilkan tetap terjaga selama proses berlangsung (ASM International, 2007).

Dalam *friction stir welding* gaya tekan memiliki peranan penting untuk menentukan kualitas lasan, seperti adanya cacat pegelasan yang dihasilkan dan dapat meningkatkan kekuatan sambungan las. Besarnya gaya tekan pada *friction stir welding* menghasilkan penekanan *friction tool* pada benda kerja yang membuat logam induk mengalami deformasi plastis yang dapat menentukan kekuatan sambungan.

Zhao, Xin et al. (2005) dalam penelitiannya *empirical dynamic modeling and nonlinear force control friction stir welding*, gaya penekanan diperlukan untuk meningkatkan gaya gesek. Semakin tinggi gaya tekan maka akan menimbulkan gaya gesek yang semakin besar. Dengan gaya gesek yang semakin besar maka akan menimbulkan panas yang semakin besar pula. Sehingga semakin besar gaya tekan akan meningkatkan kekuatan tarik.

Jayaraman et al. (2009) melakukan penelitian pengaruh 4 variasi gaya tekan FSW dengan aluminium paduan, pada gaya tekan dibawah 2 kN terdapat *tunnel defect* pada *weld zone* yang dikarenakan kurang cukupnya aliran material yang mengalami pelunakan. Pada gaya tekan 4 kN menghasilkan tidak seragamnya distribusi partikel Si dan menipisnya *weld nugget* karena besarnya gaya tekan yang diberikan. Sedangkan pada gaya tekan 3 kN menghasilkan pendistribusian yang seragam pada partikel Si karena cukupnya aliran material yang mengalami pelunakan hal ini yang menyebabkan tingginya kekuatan tarik.

Dalam penelitian ini akan membahas pengaruh gaya tekan pada pengelasan *friction stir welding*, dimana variasi gaya tekan jarang diaplikasikan dalam proses FSW dengan menggunakan aluminium 6061 yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi (*strength to weight ratio*). Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan sambungan las dengan menghasilkan nilai kekuatan tarik hasil *friction stir welding* pada aluminium 6061.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas, didapatkan suatu pokok permasalahan yang akan diteliti pada tugas akhir ini adalah “Bagaimana pengaruh gaya tekan terhadap kekuatan tarik sambungan las hasil *friction stir welding* pada aluminium 6061”?

### 1.3 Batasan Masalah

Melihat luasnya permasalahan yang akan dilakukan dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah agar dalam penelitian ini menjadi lebih terfokus. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Material yang akan digunakan pada penelitian ini ialah aluminium 6061.
2. Metode pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah *friction stir welding*.
3. Sambungan yang akan digunakan ialah jenis sambungan *butt joint* dengan dua jenis material yang sama.
4. Pada penelitian ini akan menggunakan variasi parameter gaya tekan.
5. Pada penelitian ini akan menggunakan *universal milling machine*.
6. Pengelasan dilakukan satu kali.
7. Mengetahui nilai kekuatan tarik pada aluminium paduan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik sambungan las menggunakan metode pengelasan *friction stir welding* pada aluminium 6061 dengan variasi gaya tekan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat, diantaranya adalah:

1. Mampu memberikan hasil pengelasan khususnya pada *friction stir welding* dengan variasi gaya tekan
2. Dapat mengaplikasikan teori yang telah diterima dalam dunia perkuliahan khususnya pada bidang pengelasan
3. Memberikan konsep teknik pengelasan baru dalam industri manufaktur terkait dengan pengelasan gesek datar (*Friction Stir Welding*)
4. Sebagai landasan untuk penelitian selanjutnya khususnya pada proses las gesek datar (*Friction Stir Welding*)