

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

FSSW (*Friction Stir Spot Welding*) merupakan pengembangan dari FSW (*Friction Stir Welding*) oleh TWI (*The Welding Institute*) pada tahun 1991. FSSW sudah banyak digunakan di bidang industri otomotif untuk menggantikan pengelasan titik pada lembaran aluminium (Schilling, 2005). FSSW adalah metode pengelasan titik dengan sebuah *Pin Tool* yang berputar dan digerakkan turun secara vertikal pada sambungan tumpang atau *lap joint*. *Tool* akan bergesekan dengan material bagian atas hingga ke bagian bawah sesuai dengan kedalaman pengelasan. Bagian lain dari *tool* ini adalah *shoulder* yang akan membentuk profil material bagian atas saat setelah proses pengelasan selesai (Yang dkk, 2010). FSSW merupakan metode pengelasan tanpa menggunakan bahan tambah seperti elektroda dan tidak menghasilkan panas yang berlebih, sehingga metode ini menawarkan berbagai keuntungan seperti deformasi termal kecil, sifat mekanik yang sangat baik, dan sedikit limbah (Ramadhan dkk, 2018). Selain itu pengelasan FSSW mampu membentuk struktur mikro las satu dan seragam, efisiensi pengelasan yang tinggi, berpotensi besar untuk menjadi pengganti proses sambungan titik - titik jarak tempuh pengelasan spot dan memiliki aplikasi yang lebih luas di bidang *aerospace*, *aviation*, dan *automobile* (Yang dkk, 2010).

Pengembangan riset terhadap FSSW dimulai pada tahun 2001 yang dilakukan pada industri *automotive* menggunakan material aluminium sebagai alternatif terhadap metode *resistance spot welding* (Aota dan Ikeuchi, 2009). Tahun 2003, FSSW berhasil diterapkan pada material termoplastik (Strand dkk, 2004). Hingga kini, perkembangan penelitian FSSW terus dilakukan baik yang menggunakan material logam maupun material polimer termoplastik. Salah satu jenis polimer termoplastik yang digunakan dalam penelitian FSSW adalah HDPE. *High-density polyethylene* (HDPE) merupakan salah satu polimer termoplastik yang terbuat dari proses pemanasan minyak bumi. Sifatnya keras, tahan terhadap

suhu tinggi, dan dapat dibentuk menjadi beragam benda tanpa kehilangan kekuatannya. Lapisan HDPE cenderung terlihat buram setelah diproses, dan dapat didaur ulang. Ketangguhan HDPE plastik datang dari susunan molekulnya. Percabangan molekulnya membentuk rantai yang panjang, sehingga menciptakan kekuatan tensil yang tangguh. Hal ini memberi plastik HDPE kelenturan serta daya tahan tinggi. HDPE merupakan produk *polyethylene* dengan kekuatan terbaik berdasarkan densitas dan berat molekul penyusunnya, yaitu memiliki densitas: 0.935 hingga 0.965 gr/cm³, kandungan kristalnya lebih tinggi dari LDPE, dan titik leleh 132 °C. Material ini memiliki sifat yang kuat dan kaku (Budiyantoro, 2009). Karakteristik yang dimiliki HDPE banyak dimanfaatkan oleh Industri untuk membuat produk berkualitas seperti bahan pembuat botol, kantong plastik, bahan baku pembuatan *container*, bahan semikonduktor, bahan pipa dll.

Bilici dan Yukler (2012) merupakan salah satu peneliti yang menggunakan material HDPE pada metode pengelasan FSSW. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter yang bekerja pada pengelasan FSSW seperti bentuk dan geometri *tool*, kecepatan putar *tool*, *plunge depth*, *delay time*, dan *dwell time*. Hasil penelitian tersebut menjelaskan pengaruh masing – masing parameter terhadap karakteristik hasil pengelasan HDPE menggunakan FSSW. Ketebalan *nugget* adalah salah satu hasil yang sangat dipengaruhi oleh *dwell time*. Ketebalan *nugget* dan *weld bond area* merupakan cerminan dari kualitas hasil pengelasan yang mempunyai efek langsung terhadap kapasitas beban tarik. Peningkatan lama waktu *dwell time* akan mempengaruhi panas gesekan yang dihasilkan. Besarnya panas akan mempengaruhi pencampuran material bagian atas dan bawah saat proses *stirring*. Berdasarkan penelitian Bilici dan Yukler (2012), *dwell time* ideal untuk memperoleh hasil kuat tarik yang tinggi berada pada nilai 30 detik dari rentang waktu antara 8 – 90 detik. *Dwell time* sebesar 30 detik merupakan nilai yang cukup tinggi untuk sebuah pengelasan titik. Tingginya nilai *dwell time* akan mempengaruhi lamanya proses pengelasan FSSW, lamanya pengelasan pada sebuah titik menyebabkan proses pengelasan FSSW menjadi tidak efisien. Selain itu, kecepatan putar *tool* juga mempunyai pengaruh besar terhadap kapasitas beban tarik sambungan HDPE. Penggunaan kecepatan putar *tool* antara 280 rpm hingga

710 rpm memiliki pengaruh terhadap timbulnya panas gesekan yang diakibatkan oleh *tool* dengan material. Bilici dan Yukler (2012) menyebutkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar *tool* maka kapasitas beban tarik yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukannya, kapasitas beban tarik tertinggi dihasilkan oleh variasi kecepatan putar *tool* sebesar 710 rpm.

Penelitian lain tentang pengaruh *pin* profil dan *shoulder geometry* pada pengelasan FSSW yang dilakukan Bilici dkk. (2016) juga menyebutkan hasil kapasitas beban tarik tertinggi dihasilkan oleh variasi parameter dengan kecepatan putar *tool* terbesar yaitu 1400 rpm dan *dwell time* 30 detik dengan nilai 3580 N pada material HDPE. Penelitian tersebut juga menjelaskan pengaruh *tapered cylindrical pin tool* dalam menghasilkan panas gesekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk *pin tool* yang lain. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan putar *tool* dan *dwell time* mempunyai pengaruh terbesar dalam menghasilkan kuat tarik lasan. Semakin tinggi kecepatan putar *tool* dan *dwell time* yang digunakan maka kapasitas beban tariknya juga semakin tinggi. Melihat parameter yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, maka peneliti tertarik untuk merencanakan penggunaan kecepatan putar *tool* dan *dwell time*. Kecepatan *tool* dinaikkan menjadi 10000 – 110000 rpm dengan tujuan meningkatkan jumlah gesekan yang dihasilkan selama proses pengelasan berlangsung untuk mendapatkan panas yang lebih tinggi. Sedangkan *dwell time* diturunkan menjadi 7, 9 dan 11 detik dengan tujuan untuk memangkas lama waktu pengelasan agar lebih efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan tentang lamanya siklus proses pengelasan FSSW pada penelitian sebelumnya, maka penelitian karakteristik sambungan *high density polyethylene* menggunakan *friction stir spot welding threaded cylindrical pin tool* dilakukan rekayasa peningkatan kecepatan putar *tool* untuk menghasilkan panas tinggi dan menurunkan *dwell time* untuk memangkas waktu pengelasan. Apakah dengan pengubahan parameter operasi tersebut dapat mengurangi waktu siklus pengelasan tanpa mengalami perbedaan yang signifikan pada sifat sambungan FSSW.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian karakteristik sambungan *high density polyethylene* menggunakan *friction stir spot welding threaded cylindrical pin tool* berfokus pada parameter yang mempengaruhi hasil sambungan HDPE dan beberapa syarat pengujian, antara lain :

1. Bentuk geometri *pin tool* yang digunakan adalah *threaded cylindrical pin tool*.
2. *Tool plunge depth* dan *tool plunge rate* yang digunakan adalah konstan pada semua parameter uji.
3. Proses *retracting* sama dengan nol. Lama waktu *delay time* yang digunakan adalah 0 detik pada semua parameter uji.
4. Bentuk variasi parameter yang digunakan adalah kecepatan putar *tool* 10000-11000 rpm dan *dwell time* 7-11 detik.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kapasitas beban tarik sambungan las FSSW pada material HDPE menggunakan *threaded cylindrical pin tool*.
2. Mengetahui tingkat kekerasan sambungan las FSSW pada material HDPE menggunakan *threaded cylindrical pin tool*.
3. Mengetahui siklus proses pengelasan, dan struktur makro sambungan las FSSW pada material HDPE.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antar lain :

1. Memperbanyak literasi jurnal dan penelitian ilmiah tentang FFSW menggunakan material HDPE.
2. Mengetahui efek dari masing – masing parameter uji terhadap hasil pengelasan FSSW menggunakan material HDPE.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini diuraikan bab demi bab secara berurutan untuk mempermudah dalam penulisan dan pembahasan. Adapun pokok – pokok permasalahan dibagi menjadi lima bab yang terdiri dari :

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisis tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III : Metode Penelitian

Pada bab ini berisi skema penelitian, alat dan bahan penelitian, proses pengelasan dan proses pengujian yang dilakukan.

BAB IV : Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang hasil proses pengelasan, analisa kekuatan tarik, analisa kekerasan dan analisa struktur makro.

BAB V :Penutup

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian.