

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai *friction stir welding* bahan *High density polyethylene* telah menjadi fokus para peneliti untuk dikembangkan lagi disektor industri maupun di bidang akademik, karena proses penyambungan bahan plastik ini sangat efisien. *Friction stir welding* menjadi suatu inovasi para peneliti untuk penyambungan bahan plastik yang di jaman sekarang banyak digunakan.

Pengaruh kecepatan putaran tool dan pemanas tambahan terhadap kekuatan mekanik *polypropylene* hasil las *friction stir welding*. Hasil yang diperoleh adalah variasi kecepatan putaran *tool* 602 rpm dengan penambahan pemanas, pada variasi tersebut kualitas visual dan kekuatan mekanik hasil lasan mencapai angka tertinggi yaitu 6,022 MPa untuk kekuatan *bending* 14,55 MPa untuk kekuatan tarik. Terjadi penurunan kualitas hasil lasan baik dari segi visual hasil lasan maupun kekuatan mekanik hasil las pada variasi kecepatan pada putaran tool 1140 rpm yang disebabkan putaran *tool* yang terlalu tinggi sehingga banyak molten material yang terlempar keluar dari area sambungan, sehingga menyebabkan munculnya kembali *voids* pada sambungan (Prabowo dan Triyono 2013).

Dengan hasil pemanasan pengelasan yang memanfaatkan panas yang dibantu gesekan lembar HDPE bisa bergabung dengan kekuatan tarik lebih tinggi dari 95% dasar kekuatan bahan, namun dalam beberapa sampel efisiensi las setara dengan bahan dasar. Dengan meningkatkan kecepatan rotasi pin suhu lokal akan ikut naik, hal ini dapat dikaitkan dengan konduktivitas termal rendah bahan polimer (Mostafapour dan Azarsa 2011).

Penelitian tentang studi perbandingan sifat mekanik pada pengelasan satu sisi dan dua sisi *friction stir welding* aluminium 5083 kapal katamaran. Pengaruh

metode pengelasan satu sisi dan dua sisi pada *Friction Stir Welding* terhadap sifat mekanik terlihat jelas dari seluruh hasil pengujian yang telah dilakukan. Pengelasan dengan metode dua sisi menghasilkan nilai kekuatan mekanik yang lebih baik di tinjau dari pengujian tarik, hardness test dan Pengujian bending, namun pada uji mikro, makroetsa dan *radiografi* juga menunjukkan tidak adanya cacat permukaan, cacat dalam, maupun *open defect* pada pengelasan dua sisi (Endartyana 2013).

Penelitian *Optimization of friction process parameters stir on welding high density polypropylene plates*. Hasil dari penelitian ini adalah plat *polypropylene* berhasil disambungkan dengan metode *friction stir welding* dengan tool silinder runcing bahan HSS, kekuatan luluh 10 MPa yang hampir 45% dari kekuatan bahan induk dan karakteristik dengan kecepatan *spindle* 950-1000 RPM dan *feed rate* 9-12 mm/ menit dan sudut kemiringan 1 (Jaiganesh dan Maruthu 2014).

Penelitian *optimization of the friction parameter of the welding stirring process to achieve maximum tensile strength in the polyethylene sheet*. Menggunakan metode taguci lembar hdpe berhasil disambung kecepatan putar 3000 Rpm kecepatan melintas alat 115 mm/ menit dan sudut kemiringan 3, pengujian menunjukan efisiensi meningkat 112% dan 105% masing- masing dari pengelasan awal dalam penelitian ini kecepatan rotasi sangat berpengaruh dalam kualitas lasan (Bozkurt 2011).

Penelitian *Submerged friction stir weld of polyethylene sheet* menunjukan hasil kekuatan tarik meningkat pada awalnya dan kemudian menurun dengan meningkatnya kecepatan putaran dan kecepatan melintas, nilai kekuatan maksimum bawah air sambungan las adalah 12,3 MPa yang lebih tinggi dari sambungan las normal. Alasan utama penurunan kekuatan tarik yang pembentukan retak dan gelembung udara penurunana kadar kristal (Jicheng gao dkk 2014).

Pada penelitian tentang *friction stir welded of high density polyethylene sheet*. Hasil yang diperoleh adalah bahan HDPE dapat disambung dengan mendapatkan nilai tarik maksimum sekitar 71% yang dari baseplat, diperoleh dengan kecepatan rotasi 900 Rpm dan *feed rate* 45mm / menit, kecepatan rotasi yang lebih tinggi dan *feed rate* rendah mengakibatkan kekuatan tarik yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan suhu lokal yang tinggi dicapai pada kecepatan *spindle* yang lebih tinggi sedangkan meningkatkan lebar *shoulder* mengakibatkan efek penurunan pada kekuatan tarik las (Kemal dan Kurt 2017).

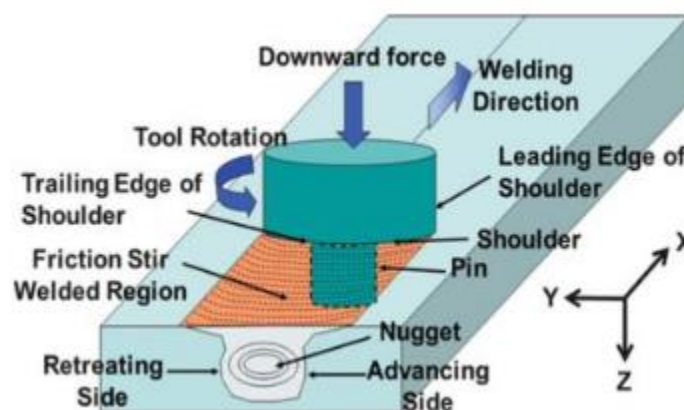
Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang FSW pengaruh variasi putaran tool, pengaruh *plunge depth* dan *preheat*, *feed rate* dengan menggunakan bahan polimer dan beberapa juga ada yang menggunakan aluminium. Namun untuk penelitian kecepatan putaran *tool* dengan bahan polimer masih sangat sedikit. Maka dari itu perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan ini penulis menambahkan variasi dengan pengelasan di dua sisinya dengan satu sisi menggunakan *pin tool* sedangkan sisi satunya menggunakan solder saja dengan tujuan untuk mengurangi gaya lentur setelah pengelasan akibat gesekan panas pengelasan FSW.

2.2. Dasar Teori

1. Pengertian Pengelasan

Dalam perkembangan teknologi yang semakin modern contoh perkembangan dalam bidang konstruksi, pengelasan sangat umum digunakan dengan berbagai macam metode pengelasan. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan las yang kontinyu. Seiring perkembangan teknologi dalam bidang pengelasan juga bertambah yang tadinya identik pengelasan itu berbahan logam atau besi sekarang jenis bahan plastik bisa juga di las/sambung. Penggunaan teknik pengelasan sangat luas, meliputi perindustrian, pembangunan seperti jembatan, saluran air, dan masih banyak lainnya.

Friction Stir Welding merupakan salah satu jenis pengelasan *Solid State Welding* (SSW) dimana pengelasan FSW memanfaatkan gesekan yang terjadi antara *tool* dan benda kerja yang akan disambung. *Friction Stir Welding* pertama kali ditemukan oleh Wayne Thomas dari *The Welding Institute* dan dipatenkan di United Kingdom pada bulan Desember 1991. Pada proses *Friction Stir Welding*, sebuah *tool* berupa *cylindr vertical shoulder* yang dilengkapi dengan pin berputar dan ditenakkan di antara dua buah pelat yang akan dilas seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1. Pin harus lebih pendek dari pada tebal pelat yang akan dilas supaya tidak mengenai alas benda kerja (*backing plate*). Gesekan antara *tool joint* dengan benda kerja mengakibatkan panas dan melunakkan di daerah sekitarnya. Dengan kondisi lunak ini maka *tool joint* dapat digerakkan di sepanjang jalur pengelasan (*joint line*) sehingga terjadi proses pengelasan.



Gambar 2.1. Skema Friction stir welding (Mirsyah, 2014)

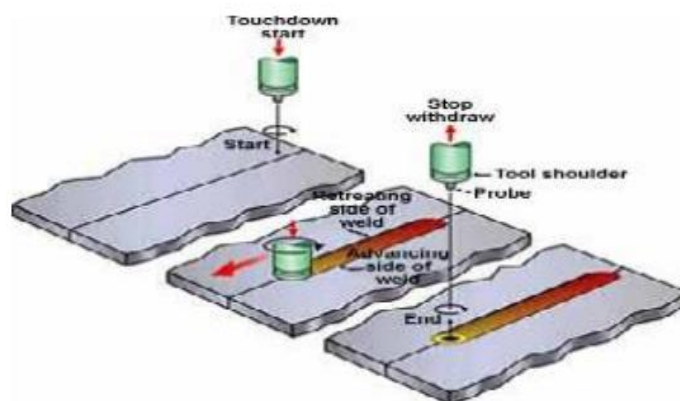
2. Jenis pengelasan secara SSW

Pengelasan SSW pada *friction welding* dibagi menjadi tiga jenis pengelasan gesek yaitu:

1. *Friction stir welding*

FSW adalah proses pengelasan yang memanfaatkan putaran dari *tool* yang bergesekan dengan benda kerja yang akan disambung. Pengelasan *friction stir welding* digunakan pada plat-plat logam/plastik, plat yang akan disambung diletakan sejajar dan di cekam kemudian *tool* yang berputar digerakan secara kontinyu dan dengan gerakan aksial yang konstan.

Prinsip dasar dari pengelasan FSW yaitu dengan menggunakan sebuah *tool* yang terdiri dari pin dan *shoulder* yang diputar pada kecepatan putar pada kecepatan putar tertentu seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2. *tool* tersebut kemudian melakukan penetrasi pada 2 buah ujung plat yang akan disambung. Setelah penetrasi pada tingkat kedalaman tertentu, *tool* akan bergerak sepanjang garis sambung antara logam/ benda kerja yang akan disambung.



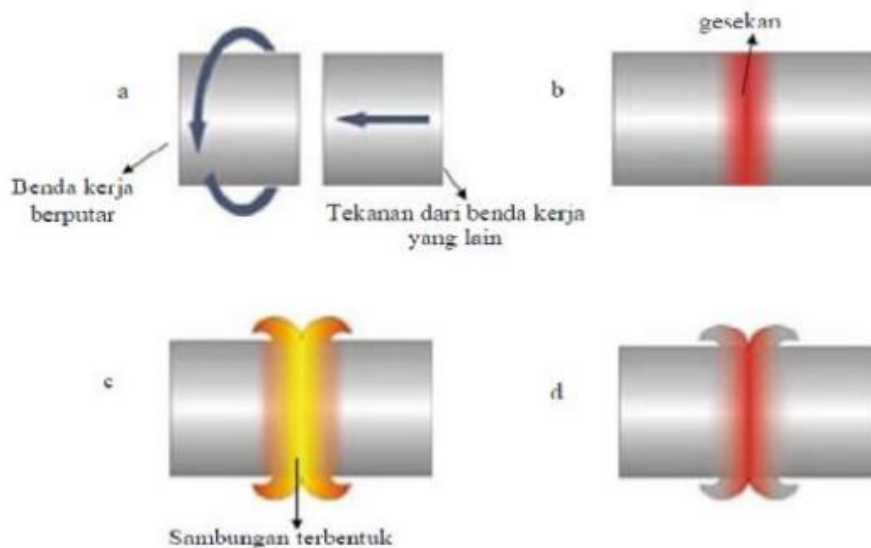
Gambar 2.2 Prinsip *friction stir welding* (Endartyana,2013)

Peran utama dari *tool* yaitu memanaskan logam/plastik yang disambung dan menggerakkan material untuk menghasilkan sambungan. Panas yang dihasilkan pada saat pengelasan FSW dikarenakan adanya gesekan antara *tool* dengan benda kerja.

Kombinasi putaran dan *translasi tool* FSW memungkinkan material bergerak dari sisi depan *pin* hingga sisi belakang *pin*.

2. *Friction continous drive welding*

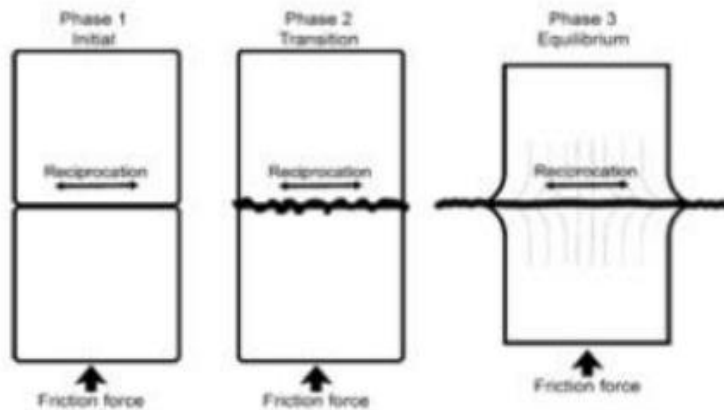
Friction continous drive welding adalah pengelasan gesek yang mendapatkan energi panas untuk proses penyambungan dengan memberi putaran pada salah satu benda kerja dan memberikan tekanan pada benda kerja yang lainnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip *Continuous Drive Friction stir welding* (Sudrajat, 2012)

3. *Friction linier welding*

Friction linier welding adalah pengelasan gesek yang mendapat panas dari gesekan *linier* dari salah satu benda kerja dan benda kerja lain yang diberi tekanan secara konstan seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.



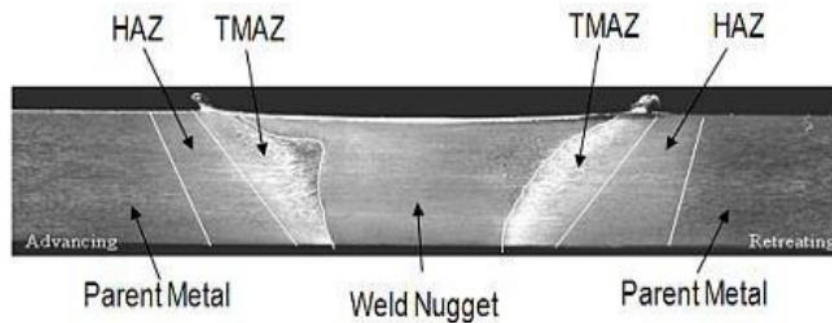
Gambar 2.4. friction linier welding (www.twi-global.com)

3. Daerah Pengelasan Pada *Friction Stir Welding*

Daerah pengelasan adalah daerah yang terpengaruh oleh panas yang menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik seperti ditunjukkan pada 2.5. namun pada kasus tertentu struktur mikro dan sifat mekanik tidak mengalami perubahan. Daerah pengelasan dibagi menjadi 4 bagian :

1. *Parent metal* atau *unaffected* adalah material atau logam induk merupakan daerah yang tidak terpengaruh siklus termal, mikro struktur maupun sifat mekanik. Struktur mikro berupa butiran halus memanjang searah dengan nol.
2. *Heat affected zone (HAZ)* adalah daerah yang mengalami siklus termal tetapi tidak mengalami deformasi plastis dan perubahan sifat mekanik. Pada daerah ini terjadi perubahan struktur mikro.
3. *Thermo-mechanically affected zone (TMAZ)* adalah daerah transisi antara logam induk dan daerah las yang mengalami deformasi struktur tetapi tidak terjadi rekrystalisasi.
4. *Weld* adalah daerah yang mengalami deformasi plastis dan pemanasan selama proses pengelasan sehingga menghasilkan butiran halus didaerah pengadukan. *Weld* bentuknya tergantung

pada parameter proses, geometri *tool*, temperatur, benda kerja dan konduktivitas termal material.

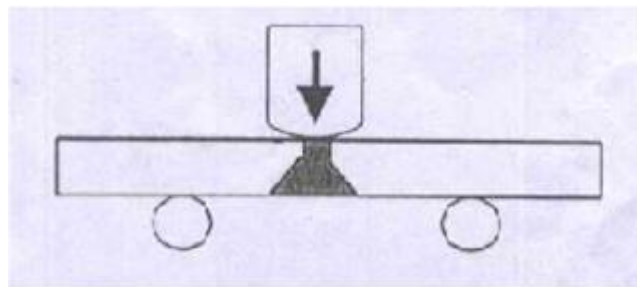


Gambar 2.5.struktur mikro hasil pengelasan dengan metode FSW. A.Logam induk.B.HAZ, C.TMAZ, D.Weld nugget (engineering.und.edu)

4. Pengujian bending *face* dan *root*

1. *Face Bend* (*Bending* pada permukaan las)

Dikatakan *Face Bend* jika *bending* dilakukan sehingga permukaan las mengalami tegangan tarik dan dasar las mengalami tegangan tekan (gambar 2.6). Pengamatan dilakukan pada permukaan las yang mengalami tegangan tarik. Apakah timbul retak atau tidak. Jika timbul retak di manakah letaknya, apakah di sambunga, HAZ atau di fusion line (garis perbatasan WM dan HAZ).

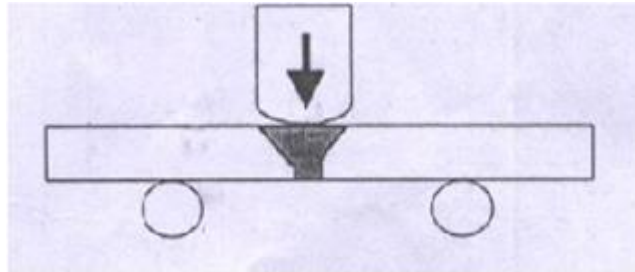


Gambar 2.6 *Face Bending* pada *transversal Bending*

2. *Root Bend* (*Bending* pada akar las)

Dikatakan *Root Bend* jika *bending* dilakukan sehingga akar las mengalami tegangan tarik dan dasar las mengalami tegangan tekan (gambar 2.7). Pengamatan dilakukan pada akar las yang mengalami tegangan tarik, apakah timbul retak atau tidak. Jika timbul retak

dimanakah letaknya, apakah di sambunga. HAZ atau di *fusion line* (garis perbatasan WM dan HAZ)



Gambar 2.7 *Root Bending* pada *transversal Bending*