

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian terhadap las gesek telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tentang parameter kekuatan tarik, kekerasan permukaan dan struktur mikro sudah mulai dilakukan oleh beberapa peneliti.

Erwanto, R., (2015), menggunakan AL 5052 dengan standar ASM aluminium 5052-H34 tahun 2015 memiliki propertis *Hardness Vickers* sebesar 78 VHN. Kemudian dilakukan pengelasan dengan variasi kecepatan putar *tool* 950, 1500, 2500 dan 3600 rpm. Dimana hasil uji kekerasan dan uji tarik yang paling tertinggi pada kecepatan putar *tool* 3600 rpm 207 MPa dan 69,6 VHN, sedangkan yang hasil uji mekanik yang terendah pada putaran *tool* 1500 rpm yaitu 112 MPa dan 56,5 VHN.

Pada penelitian sebelumnya Rasyid, I.N., (2015), menggunakan material ASM AA6061 T6 base metal 107 VHN dan ASM AA 5083 *base metal* 95 VHN, dengan variasi putaran *tool* 900, 1500, dan 2280 rpm, hasil nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan oleh pengelasan 2280 rpm dengan nilai kekerasan daerah las sebesar 81,14 VHN, sedangkan untuk kekuatan tarik paling tinggi dihasilkan oleh pengelasan 1500 rpm yang relatif sama dengan 2280 rpm dengan kekuatan tarik sekitar 211,3 MPa..

Nurdiansyah, F., dkk., 2012, menyatakan bahwa menggunakan Aluminium Seri 5083 dengan ketebalan 4 mm dan *tool* yang digunakan K-100 yang terbentuk *straight square*. Proses *Friction Stir Welding* dengan variasi putaran *tool* 394, 536, 755, 1084 rpm. Nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan oleh pengelasan 394 rpm tingkat kekerasan weld metal sebesar 67.2 VHN sedangkan kekerasan yang terendah pada putaran 1084 rpm tingkat kekerasan weld metalnya 43.9 VHN, dan variasi RPM yang paling optimum adalah RPM dengan kecepatan putar 755 karena pada variasi RPM ini tidak terdapat cacat pada *weld joint* serta memiliki panjang *surface irregularitis* cukup pendek.

Dari hasil beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran *tool* maka akan menghasilkan nilai kekerasan semakin tinggi. Pada kecepatan putar *tool* 3600 rpm pada AL5052 nilai kekerasan daerah las 69,6 VHN Erwanto, R., (2015). Rasyid, I.N (2015), AA6061 T6 dan ASM AA 5083 dengan putaran *tool* 2280 rpm nilai kekerasan 81,14 VHN, Kecepatan putaran *tool* dalam proses FSW akan menentukan kualitas lasan, karena berpengaruh terhadap besarnya masukan panas saat proses pengelasan dan dapat memberikan perubahan terhadap sifat-sifat mekanik dan mikrostruktur daerah sambungan.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Pengelasan**

Dalam perkembangan dunia konstruksi pengelasan sangat umum digunakan dengan berbagai macam metode pengelasan. Pengelasan adalah sebuah proses penyambungan yang menghasilkan penggabungan dari material-material dengan memanaskannya hingga temperatur pengelasan, dengan adanya tekanan atau hanya dengan menggunakan tekanan dan tanpa penggunaan logam pengisi. penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran. Membuat lapisan las pada perkakas mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam-macam reparasi lainnya.

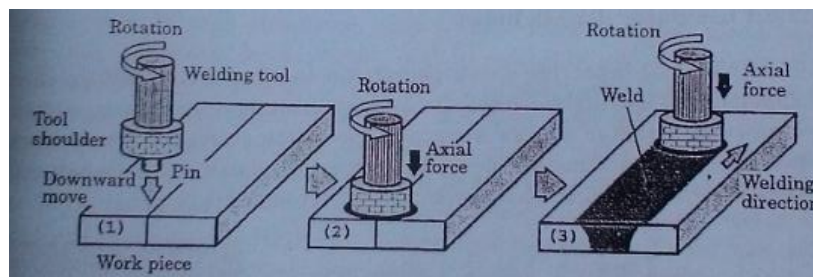
### **2.2.2 Jenis Pengelasan Secara *Solid State Welding* (SSW)**

Pengelasan secara SSW pada FSW dibagi menjadi tiga jenis pengelasan gesek, yaitu:

#### **1. FSW**

FSW adalah sebuah metode pengelasan yang termasuk pengelasan gesek, yang pada prosesnya tidak memerlukan bahan penambah atau pengisi. Panas yang digunakan untuk melunakan logam kerja dihasilkan dari gesekan antara benda yang berputar (*pin*) dengan benda yang diam (benda kerja). *Pin* berputar dengan kecepatan konstan disentuhkan ke material kerja yang telah dicekam.

Prinsip FSW yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Gesekan dua benda yang terus-menerus akan menghasilkan panas, ini menjadi suatu prinsip dasar terciptanya suatu proses pengelasan gesek. Pada proses FSW, sebuah *tool* yang berputar ditekan pada material yang akan disambung. Gesekan *tool* yang berputar ditekan pada material yang akan disambung. Gesekan *tool* yang berbentuk silindris (*cylindrical-shoulder*) yang dilengkapi *pin/probe* dengan material, mengakibatkan pemanasan setempat yang mampu melunakan bagian tersebut. *Tool* bergerak pada kecepatan tetap pada jalur pengelasan dari material yang akan disambung dan berfungsi sebagai pengaduk.

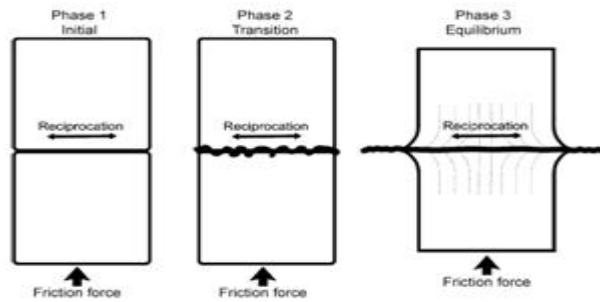


**Gambar 2.1** Prinsip FSW (Winarto., 2011)

Dalam pengelasan FSW, ada dua kecepatan alat yang harus diperhitungkan dalam pengelasan ini yaitu seberapa cepat *tool* itu berputar dan seberapa cepat *tool* itu melintasi jalur pengelasan (*joint line*). Kedua parameter ini harus ditentukan secara cermat untuk memastikan proses pengelasan yang efisien dan hasil yang memuaskan.

## 2. *Friction Linier Welding*.

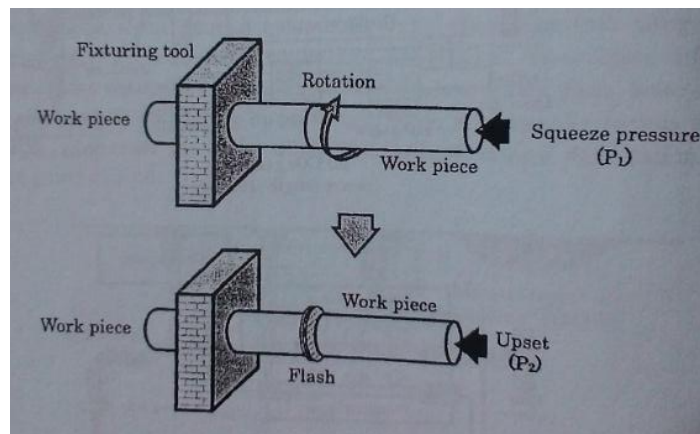
*Friction Linier Welding* adalah proses pengelasan gesek yang mendapat panas dari gesekan linier dari salah satu benda kerja dan benda kerja yang lain diberi tekanan secara konstan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** *Friction Linier Welding* (Bhamji , I ., 2010)

### 3. *Friction Continous Drive Welding.*

*Continous Drive Friction Welding* adalah proses pengelasan gesek yang mendapatkan energi panas untuk penyambungan dengan memberi putaran pada salah satu benda kerja dan memberikan tekanan pada P1. Setelah sambungan memanas dan melunak, pemutaran dihentikan secara tiba-tiba dan selanjutnya penekanan lebih kuat diberikan P2 pada benda kerja seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

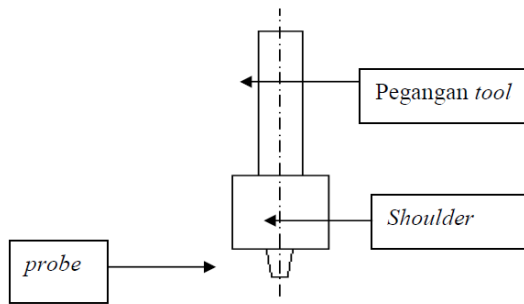


**Gambar 2.3** Prinsip *Continous Drive Friction Welding* (Winarto., 2011)

#### 2.2.3 Bentuk Pin Tool Kerucut

Wijayanto, J., & Anelis, A., 2010 menggunakan pin *tool* kerucut yang ditunjukkan pada gambar 2.4 pengelasan pada alumunium 6110 dengan metode *friction stir welding* (FSW) dengan kecepatan 3600 rpm, *feed rete* 320 mm/ menit

hasil pengelasan menyatu dengan baik dan permukaan yang halus dan bersih, karena pin tool dapat menghasilkan panas yang baik dari *sholder*.



**Gambar 2.4** *Desain Tool*



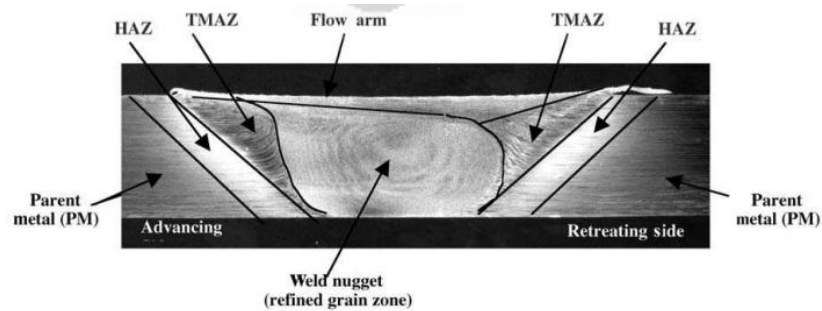
**Gambar 2.5** Hasil Las

#### 2.2.4 Daerah Pengelasan Pada FSW

Daerah pengelasan merupakan daerah yang terpengaruh oleh panas yang menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. Namun pada kasus tertentu struktur mikro dan sifat mekanik tidak mengalami perubahan apapun. Daerah pengelasan dibagi menjadi 4 bagian :

1. *Parent metal* atau logam induk merupakan daerah yang tidak terpengaruh siklus termal, mikrostruktur maupun sifat mekanik. Struktur mikro berupa butiran halus memanjang searah dengan arah rol.
2. HAZ adalah daerah yang mengalami siklus termal tetapi tidak mengalami deformasi plastis dan perubahan sifat mekanik. Pada daerah ini terjadi perubahan struktur mikro.
3. *Thermomechanically affected zone* (TMAZ) adalah daerah transisi antara logam induk dan daerah las yang mengalami deformasi struktur tetapi tidak terjadi rekrystalisasi.
4. Daerah *weld nugget* adalah daerah mengalami deformasi plastis dan pemanasan selama proses FSW sehingga menghasilkan rekrystalisasi yang menghasilkan butiran halus di daerah pengadukan. *Weld nugget* bentuknya

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



**Gambar 2.6** Struktur mikro hasil pengelasan dengan metode *friction stir welding*, A. logam induk. B. HAZ, C. TMAZ, D. *weld nugget* (Rahayu, D., (2012))

### 2.2.5 Parameter Pengelasan

Berikut ini adalah parameter atau batasan-batasan dalam pengelasan FSW, yaitu: (*Friction Stir Welding, the ESAB Way.*, 2012)

1. Kecepatan putar *tool*, berpengaruh Panas gesekan, “pengadukan”, pemecahan dan pencampuran lapisan oksida.
2. Sudut punter, berpengaruh tampil lasan, pengurusan
3. Laju pengelasan, berpengaruh tampilan dan kendali panas
4. Gaya tekan turun, berpengaruh panas gesekan.

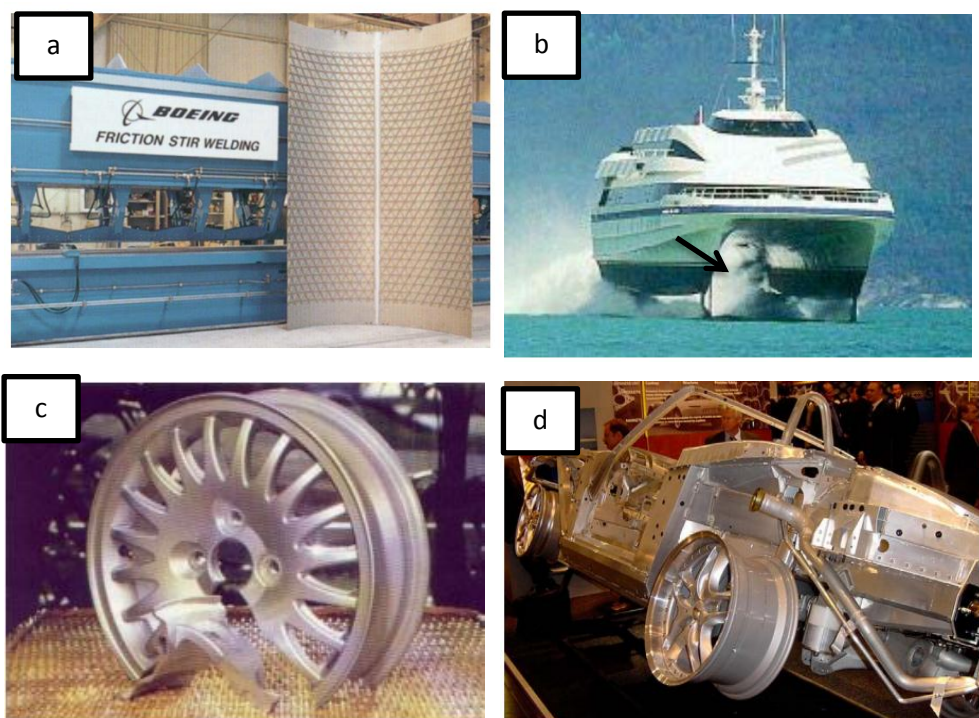
### 2.2.6 Keuntungan

Adapun keuntungan dari FSW menurut Rahayu, D., (2012), adalah

1. Ramah lingkungan
2. Tidak memerlukan bahan pengisi
3. Tidak memerlukan busur las untuk pengelasan
4. Bisa untuk mengelas semua jenis aluminium alloy
5. *Tool welding* dapat digunakan untuk berulang kali

### 2.2.7 Aplikasi Friction Stir Welding (FSW)

Aplikasi FSW sudah banyak di dalam dunia industri, biasanya diaplikasikan untuk menyambungkan material aluminium dan paduannya. Di negara maju telah mengaplikasikan pengelasan FSW ini pada industri pembuatan kapal, kereta api, pesawat terbang, bahkan di dunia otomotif pun sudah mengaplikasikan metode pengelasan ini.



**Gambar 2.7** Aplikasi FSW pada (a) kabin pesawat, (b) kapal, (c) velg mobil dan (d) rangka mobil (*Friction Stir Welding, the ESAB Way.*, 2012)