

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Erwanto (2015), meneliti tentang pengaruh kecepatan putar *tool* terhadap kekuatan mekanik sambungan las FSW menggunakan aluminium 5052-H34 standar ASM tahun 2015 memiliki propertis *Hardness Vickers* sebesar 78 VHN. Kemudian dilakukan pengelasan dengan variasi kecepatan putar *tool* 1500, 2500 dan 3600 rpm. Dimana hasil uji kekerasan dan uji tarik yang paling tertinggi pada kecepatan putar *tool* 3600 rpm 207 MPa dan 70,6 VHN, sedangkan hasil uji kekerasan dan uji tarik terendah pada putaran *tool* 1500 rpm yaitu 112 MPa dan 56,5 VHN. Hal ini dikarenakan adanya perubahan struktur mikro akibat pemanasan pada saat pengelasan dan juga terdapat cacat *wormholes* yang terjadi pada logam las, hal tersebut yang membuat tegangan tarik dan kekerasan pada logam las menjadi rendah.

Iqbal (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh putaran dan kecepatan *tool* terhadap sifat mekanik pada pengelasan *friction stir welding* aluminium 5052. Adapun hasil penelitian tersebut di peroleh hasil sebagai berikut, nilai kekerasan tertinggi terjadi pada putaran *tool* 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt yaitu 62,36 HRB, sedangkan nilai kekerasan terendah terjadi pada putaran *tool* 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt yaitu 49 HRB. Begitu juga dengan pengujian *impact* tertinggi terjadi pada putaran *tool* 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt dengan nilai rata-rata sebesar 0,157 J/mm<sup>2</sup>, dan nilai *impact* terendah terjadi pada putaran *tool* 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan sebesar 11,4 mm/mnt dengan nilai rata-rata sebesar 0,148 J/mm<sup>2</sup>, berbeda dengan nilai kekuatannya, nilai tertinggi terdapat pada putaran *tool* 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt nilai rata-ratanya sebesar 5,3 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai terendahnya terjadi pada putaran *tool* 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt nilai rata-ratanya sebesar 2 Kg/mm<sup>2</sup>. Perbedaan hasil dari tiap variasi pengelasan antara lain disebabkan karena pada specimen yang telah dilas

tidak tersambung sempurna, karena proses pengelasan yang dilakukan satu sisi saja, sehingga menyebabkan nilai kekuatan mekanik dari *raw material* AL 5052.

Hariyanto (2010), meneliti sifat kuat tarik AL 1100 dengan variasi putaran *tool* 1450, 1850, dan 2250 rpm, dengan kecepatan *feed rate* 6 mm/menit menyatakan bahwa kekuatan tarik paling tinggi terjadi pada variasi putaran *tool* 1850 rpm dengan nilai kuat tarik sebesar 120,68 MPa, sedangkan untuk kuat tarik terendah terjadi pada variasi putaran 2250 rpm dengan nilai kuat tarik sebesar 105,85 MPa. Hasil tersebut menyatakan bahwa nilai kuat tarik logam las lebih rendah dari kuat tarik logam induk yang memiliki nilai kuat tarik sebesar 12604 MPa.

Dari hasil beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran *tool*, temperatur pengelasan akan semakin tinggi yang akan mempengaruhi hasil pengelasan, diantaranya pada kekerasan daerah lasan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan logam induk, untuk kuat tariknya putaran yang lebih tinggi memiliki nilai kuat tarik yang lebih besar.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Pengertian Pengelasan**

Pengelasan menurut DIN (*Deutch Industrie Normen*), las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan.

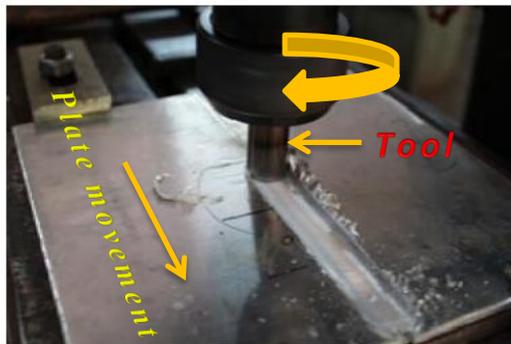
### **2.2.2. Jenis Pengelasan Secara *Solid State Welding* (SSW)**

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 melunakkan 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 sejajar.

Prinsip FSW yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 dengan 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 di tekankan pada material yang akan di satukan. Gesekan *tool* yang berbentuk silindris (*cylindrical-shoulder*) yang dilengkapi pin/probe akan dengan material, mengakibatkan pemanasan setempat yang mampu melunakan bagian tersebut. *Tool* bergerak pada kecepatan tetap pada jalur pengelasan dari material yang akan di satukan.

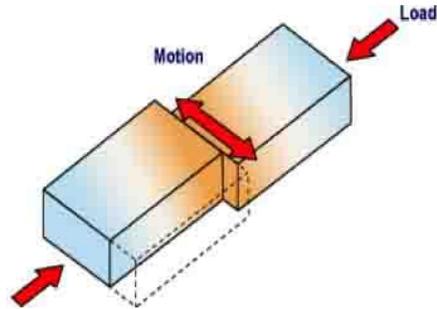


Gambar 2.1. Prinsip FSW (Nurdiansyah, 2012)

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.*

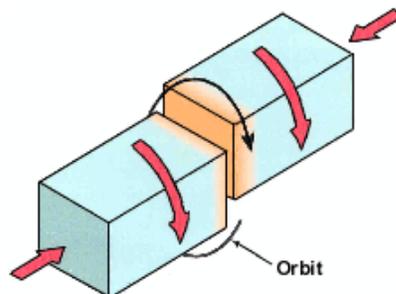
*Friction Linier Welding* adalah proses pengelasan gesek yang mendapat panas dari gesekan linier dari salah satu benda kerja dan benda kerja yang lain diberi tekanan secara konstan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Friction Linier Welding* (www.weldguru.com., 2016)

## 3. *Friction Continuous Drive Welding.*

*Continuous Drive Friction Welding* adalah proses pengelasan gesek yang mendapatkan energi panas untuk penyambungan dengan memberi putaran pada salah satu benda kerja dan memeberikan tekanan pada benda kerja yang lain. Benda kerja diputar dengan kecepatan konstan atau bervariasi dan benda kerja yang lain diberi gaya tekan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



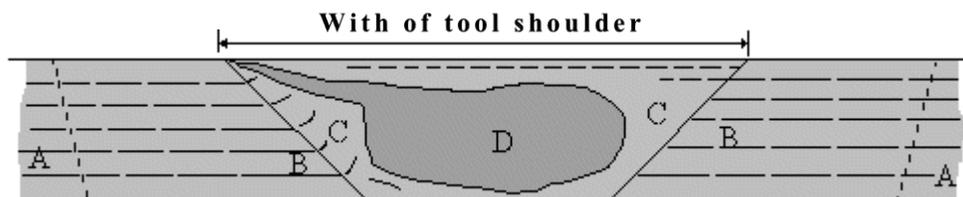
Gambar 2.3. Prinsip *Continuous Drive Friction Welding* (www.weldguru.com., 2016)

### 2.2.3 Daerah Pengelasan Pada FSW

Daerah pengelasan merupakan daerah yang terpengaruh oleh panas yang menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik seperti ditunjukkan pada

Gambar 2.4. Namun pada kasus tertentu struktur mikro dan sifat mekanik tidak mengalami perubahan apapun. Daerah pengelasan dibagi menjadi 4 bagian :

1. *Parent metal* atau *unaffected* material 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* adalah daerah yang mengalami deformasi plastis dan pemanasan selama proses FSW sehingga menghasilkan rekrystalisasi yang menghasilkan butiran halus di daerah pengadukan. *Weld* bentuknya bergantung pada parameter proses, geometri *tool*, temperatur, benda kerja dan konduktivitas termal material.



Gambar 2.4. Daerah Hasil Pengelasan Dengan Metode *Friction Stir Welding*, A. Logam Induk. B. HAZ, C. TMAZ, D. *Weld Nugget* (www.ansatt.hig.no. 2003)

#### 2.2.4 Parameter Pengelasan

Berikut ini adalah parameter atau batasan-batasan dalam pengelasan FSW, yaitu: (Sudrajat, 2012) :

1. Kecepatan putar *tool*, berpengaruh Panas gesekan, “pengadukan”, pemecahan dan pencampuran lapisan oksida.
2. Sudut puntir, berpengaruh tampil lasan, pengurusan

3. Laju pengelasan, berpengaruh tampilan dan kendali panas
4. Gaya tekan turun, berpengaruh panas gesekan.

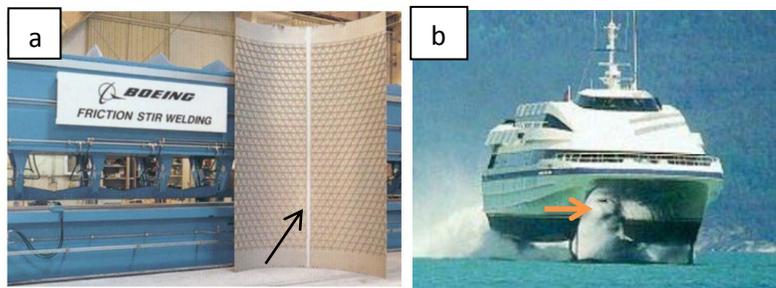
### 2.2.5 Keuntungan

Adapun keuntungan dari FSW menurut Siddiq (2012) adalah :

1. Ramah lingkungan.
2. Konsumsi energi lebih sedikit jika dibandingkan dengan las konvensional.
3. Tidak memakai fluks.
4. Tidak memerlukan tambahan logam pengisi.
5. Sangat baik untuk penyambungan logam aluminium.
6. Proses pengelasan dapat diprogram secara otomatis

### 2.2.6 Aplikasi *Friction Stir Welding*

FSW sudah banyak diaplikasikan dalam dunia industri, biasanya diaplikasikan untuk menyambungkan material aluminium dan paduannya. Di negara maju telah mengaplikasikan pengelasan FSW ini pada industri pembuatan kapal, dan pesawat terbang. Sebagai contoh ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Aplikasi FSW (a) Kabin Pesawat, dan (b) Bodi Kapal (*Friction Stir Welding, the ESAB Way.*, 2012)