

---

**JURNAL FEMA, Volume 2, Nomor 1, Januari 2014**

---

**PENGARUH PUTARAN DAN KECEPATAN TOOL TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION STIR WELDING ALUMINIUM 5052****Muhammad Iqbal <sup>1)</sup>, Tarkono <sup>2)</sup> dan Gusri Akhyar Ibrahim <sup>2)</sup>**<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

**Abstract**

*Aluminium is a metal that has a good resistance against corrosion, this is because the occurrence of the phenomenon of pasivasi. In addition to its resistance to corrosion, aluminium also has a lighter weight compared to steel, so aluminium is frequently used as one of the materials used in the manufacture of ships, especially on the upper deck of the building, insulation, fuel tanks and freshwater tank. Welding is the process of connecting between two or more metal parts by using thermal energy. In general aluminium welding using fusion welding processes such as Metal Inert Gas and Metal Inert Gas, but on both of these methods there is possibility formation of defects are porosity, cracks and prone to occurring deformation during cooling process of dan the formation of metal welding. The purpose of this study was to determine the effect of tool rotation and welding speed on the mechanical aspect of Aluminium 5052 with the friction stir welding method. The parameters of the welding process is done on the research this is the round tool and welding speed. Round tool used there are two namely 1800 rpm and 1100 rpm. The speed of welding is also used there are two variations, namely 11.4 mm/min and 19.8 mm/min. As for the mechanical tests conducted there are three, namely testing the hardness, impact test, and tensile testing. The result of this research was the discovery that the round tool and welding speed greatly affect the mechanical properties of aluminium that has been welded. Because the tool is rotating faster increases the tensile strength of aluminium, while the small welding speed will increase the hardness of aluminium that has been welded.*

**Keywords :** aluminium, welding, friction stir welding, mechanical aspect of metals.

**PENDAHULUAN**

Aluminium adalah salah satu logam yang memiliki sifat resistensi yang baik terhadap korosi, hal ini disebabkan karena terjadinya fenomena pasivasi. Fenomena pasivasi adalah terbentuknya lapisan aluminium oksida ketika aluminium terpapar dengan udara bebas, lapisan oksida ini yang mencegah terjadinya oksidasi lebih lanjut (Amanto & Daryanto, 2006). Selain sifatnya yang tahan korosi, aluminium juga memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan baja, sehingga aluminium sering digunakan sebagai salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan kapal, terutama pada geladak bangunan atas, sekat, tangki bahan bakar dan tangki air tawar.

Saat ini aluminium sering digunakan dalam proses membuat kendaraan seperti mobil, pesawat terbang, dan kapal laut. Sehingga untuk menyatukan aluminium perlu suatu proses pengelasan. Pada umumnya pengelasan aluminium menggunakan proses fusion welding seperti MIG (*Metal Inert Gas*) maupun TIG (*Metal Inert Gas*), namun pada kedua metode tersebut terdapat kemungkinan terbentuknya cacat berupa porositas, retak (crack) dan rawan terjadi deformasi selama proses pendinginan dan pembentukan logam las. Selain itu terdapat juga kekurangan pada proses TIG dan MIG, yaitu terdapat asap yang berbahaya bagi kesehatan. Sehingga untuk mengatasi kekurangan proses TIG dan MIG pada pengelasan aluminium, digunakan

alternatif lain yaitu dengan metode *friction stir welding* (Leonard & Lockyer, 2003).

Adapun prinsip kerja *Friction Stir Welding* (FSW) adalah memanfaatkan gesekan dari benda kerja yang berputar dengan benda kerja lain yang diam sehingga mampu melelehkan benda kerja yang diam tersebut dan akhirnya tersambung menjadi satu. Beberapa contoh pengelasan jenis ini adalah pembuatan bodi mobil, sayap ataupun bodi pesawat terbang serta peralatan memasak (Thomas, 1991).

Oleh karena itu pada saat pengelasan kita harus benar-benar memperhatikan *tool geometry*, parameter proses, temperatur dan benda kerja yang digunakan. Agar pada daerah pengaruh panas (HAZ) tidak terjadi perubahan sifat mekanik yang drastis dibanding logam induknya, namun pada daerah HAZ pasti struktur mikronya akan berbeda dibanding logam induknya, hal ini karena panas yang terjadi pada saat pengelasan (Taban, 2007).

## **METODE PENELITIAN**

### **A. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat, sebagai berikut:

1. Proses pengelasan dilakukan di Laboratorium SMKN 2 Bandar Lampung.
2. Pembentukan specimen uji tarik dan uji impact dilakukan di Laboratorium SMKN 2 Bandar Lampung
3. Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Depok.
4. Pengujian kekerasan dan uji impact dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

### **B . Bahan dan Alat**

1. Aluminium 5052, sebagai bahan dasar proses pengelasan. Adapun komposisi kimia dari aluminium 5052 adalah sebagai berikut

Al	96,6 %
Cr	0,35 %
Cu	0,10 %
Fe	0,40 %
Si	0,25 %
Mg	2,20 %
Mn	0,10 %

2. Mesin Milling, sebagai alat untuk mengelas

#### **a.Prinsip Kerja**

Tenaga untuk pemotongan berasal dari energi listrik yang diubah menjadi gerak utama oleh sebuah motor listrik, selanjutnya gerakan utama tersebut akan diteruskan melalui suatu transmisi untuk menghasilkan gerakan putar pada spindel mesin milling. Spindel mesin milling adalah bagian dari sistem utama mesin milling yang bertugas untuk memegang dan memutar cutter hingga menghasilkan putaran atau gerakan pemotongan. Gerakan pemotongan pada cutter jika dikenakan pada benda kerja yang telah dicekam maka akan terjadi gesekan/tabrakan sehingga akan menghasilkan pemotongan pada bagian benda kerja, hal ini dapat terjadi karena material penyusun cutter mempunyai kekerasan diatas kekerasan benda kerja

#### **b.Fungsi**

Adapun fungsi dari mesin milling ini ialah untuk memotong benda kerja dalam bentuk mendatar

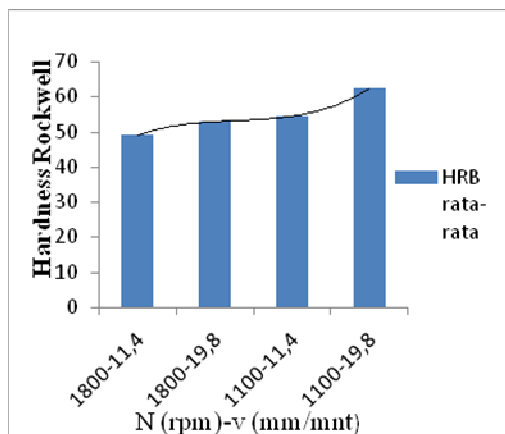
3. Mesin Uji Tarik, untuk mencari tegangan dan regangan Aluminium 5052 yang telah dilas
4. Mesin Uji kekerasan Rockwell, untuk mencari nilai kekerasan daerah las Aluminium 5052
5. Uji Impact
6. Mesin penghalus specimen

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Analisa Pengujian Kekerasan**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai

kekerasan pada hasil pengelasan friction stir welding, yaitu pengelasan yang memanfaatkan panas yang terjadi karena gesekan antara tool terhadap spesimen. Pengujian kekerasan yang dilakukan hanya pada daerah pengelasan.



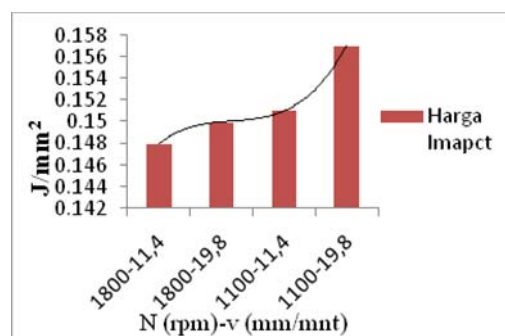
Gambar 1. Grafik perubahan nilai kekerasan pada setiap variasi

Siklus termal pada pengelasan friction stir welding aluminium 5052 dipengaruhi oleh besarnya putaran tool dan kecepatan pengelasan pada saat melakukan pengelasan. Semakin besar putaran tool dan kecepatan pengelasan maka akan mengakibatkan proses pengelasan semakin cepat, begitu juga bila putaran tool dan kecepatan pengelasan semakin kecil maka proses pengelasan akan semakin lama (Mishra, 2005). Pada pengelasan dengan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt, nilai kekerasan yang dihasilkan lebih kecil bila dibandingkan dengan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt, putaran tool 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt, dan putaran tool 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt. Hal ini kemungkinan diakibatkan karena pada pengelasan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt proses rekristalisasi yang terjadi tingkat kerapatannya rendah, walaupun bentuk permukaan lasan yang dihasilkan lebih halus dibandingkan variasi lainnya.

### B. Analisa Pengujian Impact

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa harga impact yang dihasilkan dari masing-masing spesimen, dan mendeteksi perbedaan yang tidak diperoleh dari pengujian tegangan-regangan. Hasil uji impact juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impact ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai pemanfaatannya (Dieter, 1996).

Putaran *tool* yang semakin tinggi akan menyebabkan proses pendinginan lebih lambat dibandingkan menggunakan putaran *tool* yang lebih rendah. Sehingga bila Putaran *tool* yang diberikan semakin besar maka harga impact yang dihasilkan akan semakin kecil. Begitu juga sebaliknya, bila Putaran *tool* yang diberikan semakin kecil maka harga impact yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan putaran *tool* dengan menggunakan putaran yang besar akan menghasilkan putaran yang lebih banyak dan gesekan *tool* dengan spesimen pun akan lebih banyak juga.

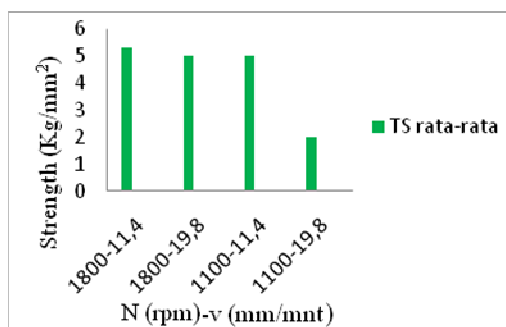


Gambar 2. Grafik nilai rata-rata harga impact

Dari grafik di atas dapat dilihat terjadi peningkatan nilai harga impact ketika kecepatan spesimen semakin besar dan putaran *tool* semakin kecil. Pada putaran *tool* 1800 rpm, peningkatan harga impact tidak terlalu besar. Namun pada putaran *tool* 1100 rpm terjadi peningkatan nilai harga impact yang cukup besar yaitu 0,006 J/mm<sup>2</sup>.

### C. Analisa Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada Aluminium 5052 yang telah dilakukan pengelasan dimana dimensi spesimen uji tarik untuk material pengelasan menggunakan standar ASTM E8. Dari hasil pengujian tarik diperoleh bahwa kekuatan tarik rata-rata untuk pengelasan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt adalah 5,3 Kg/mm<sup>2</sup>, untuk pengelasan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt dan pengelasan menggunakan putaran tool 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt kekuatan tarik rata-rata yang dihasilkan sama yaitu 5 Kg/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik rata-rata untuk pengelasan menggunakan putaran tool 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt adalah 2 Kg/mm<sup>2</sup>. Dengan hasil ini dapat diketahui bahwa kekuatan tarik terbesar pada pengelasan menggunakan putaran tool 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt yaitu sebesar 5,3 Kg/mm<sup>2</sup>, atau 25% dari kekuatan raw material aluminium 5052.



Gambar 3. Grafik nilai kekuatan tarik rata-rata

Nilai kekuatan tarik pengelasan FSW aluminium 5052 jauh dari nilai kekuatan tarik aluminium 5052 yang tidak dilas, ini dapat dilihat pada tabel sifat mekanik aluminium 5052. Hal ini disebabkan pada spesimen yang telah dilas tidak tersambung sempurna, karena proses pengelasan yang dilakukan hanya pada satu sisi saja, sehingga menyebabkan nilai kekuatan tariknya menurun sampai lebih dari 75% kekuatan tarik aluminium 5052 yang tidak dilas.

### D. Hubungan Pengujian Kekerasan Dengan Pengujian Tarik

Manurut (Callister, 2007) kekuatan tarik dan kekerasan merupakan indikator ketahanan logam terhadap deformasi plastis. Konsekuensinya adalah terdapat hubungan antara kekuatan tarik sebagai fungsi kekerasan Brinell untuk besi tuang, baja, dan kuningan. Atau semakin besar nilai kekerasan suatu logam maka kekuatan tarik logam tersebut akan semakin meningkat. Adapun persamaan hubungan kekuatan tarik dengan kekerasan brinell ialah:

$$\sigma_B = 0,345 \times HB$$

dimana:

$\sigma_B$  : kekuatan tarik (MPa (N/mm<sup>2</sup>))

HB : nilai kekerasan brinell (N/mm<sup>2</sup>)

Sedangkan dari grafik pengujian kekerasan dan pengujian tarik aluminium 5052 yang telah dilas dengan metode friction stir welding dapat dilihat apabila pada pengujian kekerasan nilai kekuatannya semakin naik, sedangkan pada pengujian tarik nilainya malah menurun. Hal ini disebabkan karena pada pengujian kekerasan, semakin besar putaran tool yang diberikan akan menyebabkan proses pengadukan yang terjadi antara tool dan spesimen akan semakin banyak. Karena pengadukan yang terjadi semakin banyak maka struktur mikro aluminium akan semakin berubah. Namun pada pengujian tarik pada proses pengelasan dibutuhkan pengadukan yang lebih banyak agar ikatan yang terjadi antara kedua spesimen yang dilas semakin kuat.

### SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada spesimen yang dilas menggunakan putaran tool 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt yaitu 62,36, sedangkan nilai kekerasan terendah pada pengelesan menggunakan putaran tool 1800

- rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt yaitu 49.
2. Harga impact tertinggi terdapat pada spesimen yang dilas menggunakan putaran *tool* 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt dengan nilai rata-rata sebesar 0,157 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan harga impact terendah terjadi pada pengelasan menggunakan *tool* 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt yaitu nilai rata-ratanya sebesar 0,148 J/mm<sup>2</sup>.
  3. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen yang dilas menggunakan putaran *tool* 1800 rpm dengan kecepatan pengelasan 11,4 mm/mnt dengan nilai rata-rata sebesar 5,3 Kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah pada spesimen yang dilas menggunakan putaran *tool* 1100 rpm dengan kecepatan pengelasan 19,8 mm/mnt dengan nilai rata-rata 2 Kg/mm<sup>2</sup>.
- Yogyakarta.
- [8] Sardia, T. Dan S, Saito. 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Amanto, H. Dan Daryanto, 2006. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [2] Callister, W.D. Jr.2007. *Material Science & Engineering*. University of Minnesota:John Wiley & Sons.
- [3] Davis, J.R. 1993. *Aluminium and Aluminium Alloy*, Ohio: ASM International.
- [4] E, Taban. 2007, Comparison Between Microstructure Characteristics And Joint Performance of 5086-H32 Aluminium Alloy Welded by MIG, TIG and Friction Stir Welding Processes. Turki: Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Kocaeli University, Veziroglu Campus, 41200 Kocaeli.
- [5] George F. Dieter. 1996. *Metodologi Mekanik*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Harsono W. & Thosie Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [7] Jarot Wijayanto & Agdha Anelis, 2010, *Pengaruh Feed Rate terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Friction Stir Welding Alumunium 6110* (Jurnal). Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi Akprind