

PENGARUH *FEED RATE* TERHADAP PENGUJIAN UJI TARIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN SEJENIS ALUMINIUM 7075 DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING*

Bambang Margono^{1*}, Petrus Heru Sudargo², Edy Suryono³, Ivan Ardiyanto Arsita⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta, Surakarta, Indonesia

Email: mejik80@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan *Friction stir welding* adalah salah satu proses *solid-state welding*, dimana pada saat proses menimbulkan gaya gesek pada logam serta panas dari alat yaitu *shoulder* yang di letak ujungnya terdapat pin berputar bergerak di sepanjang permukaan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan *feed rate* terhadap pengujian tarik dan struktur mikro dengan metode pengelasan *friction stir welding* menggunakan material sejenis aluminium 7075, dan variasi *feed rate* yang digunakan adalah 24 mm/menit, 42 mm/menit dan 55 mm/menit. Dari data yang didapat bahwa hasil pengujian tarik pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) pada material aluminium 7075 kekuatan tarik tertinggi dihasilkan variasi *feed rate* 55 mm/menit yaitu sebesar 219,32 Mpa dan nilai kekuatan tarik terendah dihasilkan *feed rate* 24 mm/menit yaitu sebesar 113,67 Mpa. Sedangkan pada uji struktur mikro semakin kecil *feed rate* yang digunakan maka struktur pada sambungannya semakin kecil dan rapat dan semakin besar *feed rate* yang digunakan maka struktur pada sambungannya akan membesar.

Kata kunci : *friction stir welding*, *feed rate*, aluminium 7075, pengujian tarik, struktur mikro.

ABSTRACT

Friction stir welding is a process, solid-state welding at which time the process cause frictional forces on the metal and the heat of the tools that shoulder are at the location of the ends are rotating pin moves along the surface. This study aims to determine the effect of differences in feed rates on tensile testing and microstructure with welding method friction stir welding using a material similar to aluminium 7075, and the variation of feed rate used is 24 mm/minute, 42 mm/minute and 55 mm/minute. From the data obtained that the results of the welding tensile test Friction Stir Welding (FSW) on aluminium 7075 material, the highest tensile strength resulted in a variation of feed rate 55 mm/minute which was 219.32 Mpa and the lowest tensile strength value resulted in a feed rate of 24 mm/minute which was equal to 113.67 MPa. Whereas in the microstructure test the smaller the feed rate used, the smaller and tighter the structure at the connection and the greater the feed rate used, the larger the structure at the connection will be.

Keywords: *friction stir welding, feed rate, aluminium 7075, tensile testing, microstructure.*

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari proses manufaktur. Dewasa ini perkembangan teknologi pengerjaan logam menuntut adanya peningkatan dari segi desain dan rancangan struktur yang ringan dan kuat. Struktur seperti ini banyak dibutuhkan pada industri otomotif, kedirgantaraan dan perkapalan. Pengelasan berdasarkan definisi Deutche Industri Normen (DIN) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair [1]. Proses pengelasan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: *Liquid State Welding* (LSW) dan *Solid State Welding* (SSW). LSW adalah proses pengelasan logam dengan cara mencairkan logam tersebut terlebih dahulu, sedangkan SSW merupakan proses pengelasan logam yang dilakukan pada kondisi padat atau logam tidak mencapai titik leburnya pada saat tersambung [2].

Untuk menjawab tantangan persaingan di dunia industri maka dikembangkanlah metode

Solid State Welding (SSW) yang memanfaatkan gesekan yang terjadi antara *tool* dan benda kerja yang akan disambung. Penyambungan ini terjadi karena pengadukan dua sisi potongan logam yang telah mulai melunak. Metode ini disebut dengan *Friction Stir Welding* (FSW). *Friction Stir Welding* (FSW) diciptakan oleh Wayne Thomas di TWI (*The Welding Institute*) pada bulan Desember 1991 [3]. FSW dapat diaplikasikan baik itu dibidang otomotif, kedirgantaraan, perkapalan, dan lain-lain [4].

Penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Romadhona [2], penelitian tersebut menggunakan bahan aluminium 1100, dan pada proses *friction stir welding* menggunakan variasi kecepatan putar mesin dan menggunakan variasi *feed rate* 20 mm/menit, 30 mm/menit, 40 mm/menit, dan yang membedakan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan penulis teliti bahan yang digunakan berbeda yaitu aluminium 7075 dan proses *friction stir welding* menggunakan kecepatan putar mesin dan *feed rate* yang digunakan berbeda yaitu 24 mm/menit, 42 mm/menit dan 55 mm/menit.

Tarmisi dan Prayoga [5] analisis sifat mekanik dan struktur mikro pada proses *Friction Stir Welding Aluminium 5052*. Proses pengelasan menggunakan putaran *tool* 1500 RPM, dengan *feed rate* 10 mm/menit dan variasi bentuk pin segitiga ulir, silinder ulir, dan kerucut ulir dan mendapat kesimpulan bahwa hasil kekuatan tarik maksimum didapat pada bentuk pin silinder ulir dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 120,442 MPa dan hasil uji kekerasan maksimum pada logam las sebesar 39,22HV berbanding lurus dengan kekuatan tariknya.

2. BAHAN DAN METODE

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Aluminium Alloy 7075* dipotong menggunakan gergaji tangan dengan panjang 105x50x4 mm. Sifat-sifat mekanik dan komposisi kimia dari material tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

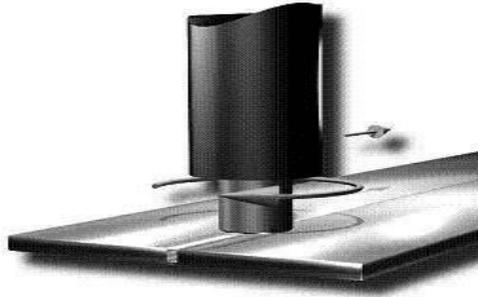
Tabel 1. komposisi aluminium 7075

Unsur	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
%	93,62	0,04	< 0,1514	4,074	0,6360	> 1,3710	0,0630

Metode *Friction Stir Welding* dilakukan dengan memanfaatkan putaran *tool*. *Tool* yang digunakan terbuat dari *high steel carbon* yang dibentuk *cylindrical taper*. Dimensi dari *tool* yaitu, *pin* berdiameter 5 mm dengan *taper* 3 mm dengan tinggi *pin* 2,75 mm dan diameter *shoulder* 16 mm seperti ditunjukkan pada gambar 1. *Tool* berputar dengan kecepatan putar yang digunakan sebesar 2220 rpm. Parameter yang digunakan selama proses las ini adalah *feed rate* dengan variasi 24 mm/menit, 42 mm/menit dan 55 mm/menit dengan sudut kemiringan arbor 3°. Konsep dasar dari *friction stir welding* seperti ditunjukkan pada gambar 2.

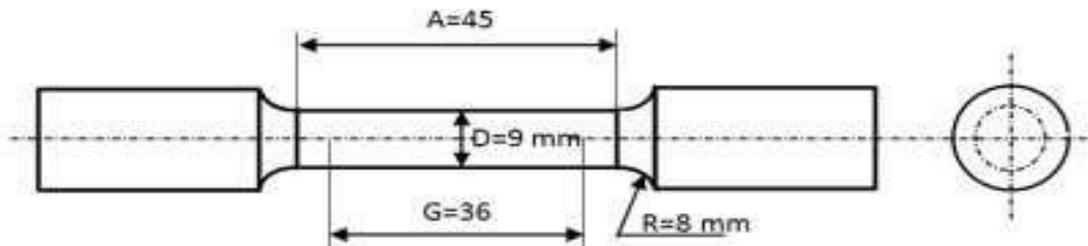


Gambar 1. *Tool* yang digunakan



Gambar 2. Proses pengelasan pada *friction stir welding*

Sifat mekanik dari sambungan las dalam penelitian diperoleh dari hasil pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan dengan dimensi spesimen mengacu pada standar ASTM E8 M seperti ditunjukkan pada gambar 3. Pengujian ini menggunakan alat uji tarik *Hydraulic Universal Testing Machine* WEW-600D dengan kecepatan tarik konstan 6 mm/s. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan *Inverted Metallurgical Microscope* dengan standar ASTM E407-07. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik struktur pada logam.



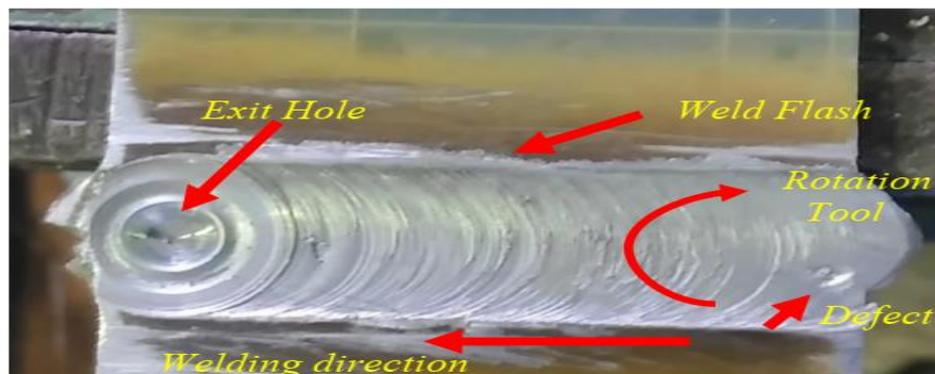
Gambar 3. Dimensi spesimen uji tarik sesuai standar ASTM E8M

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian sifat fisik dan sifat mekanik diperoleh dengan melakukan tahap pengujian antara lain uji tarik, dan uji struktur mikro. Dari beberapa tahap pengujian tersebut mendapatkan data hasil pengujian untuk dianalisa dan menghasilkan suatu pembahasan dan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dari penelitian.

3.1 Visualisasi Hasil Las *Friction Welding*

Setelah melakukan proses pengelasan gesek, dapat dilihat pada proses *friction stir welding* seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Pengelasan *friction stir welding*

3.2 Uji Tarik

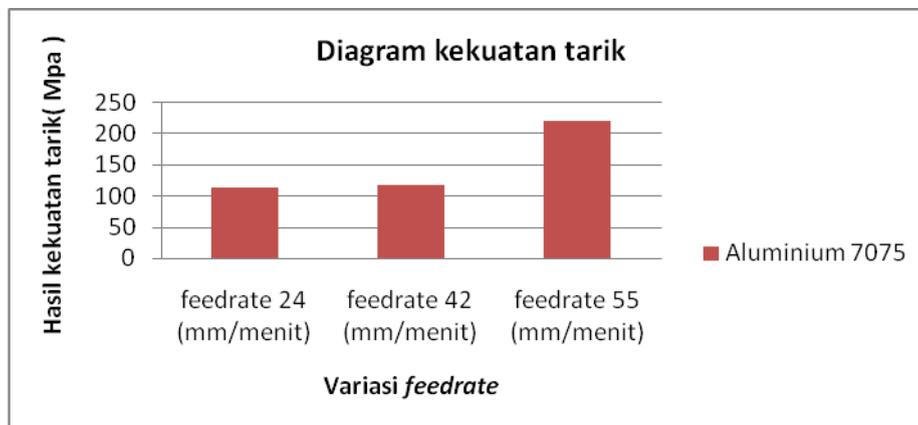
Gambar 5 menunjukkan spesimen uji tarik sambungan FSW material AL 7075 dengan *feed rate* 42 mm/menit. Hasil pengujian tarik didapatkan nilai kekuatan tarik dari sambungan FSW untuk variasi *feed rate* 24, 42 dan 55 mm/menit seperti tertuang dalam tabel 2. Nilai kekuatan tarik semakin meningkat seiring dengan kenaikan kecepatan *feed rate*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6, nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada variasi *feed rate* sebesar 55 mm/menit.



Gambar 5. Spesimen tarik *feed rate* 42 mm/menit Al 7075

Tabel 2. Pengujian tarik las FSW material Al 7075

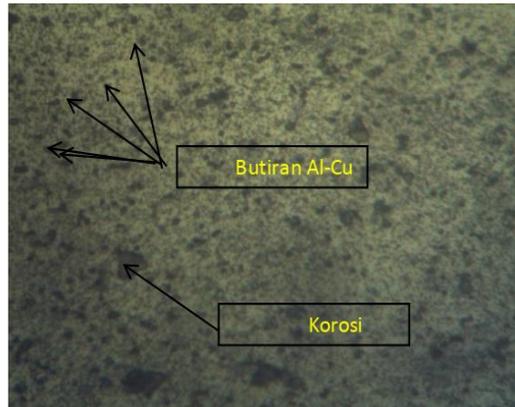
Material	Variasi <i>feed rate</i> (mm/menit)	Tebal penampang (mm)	Panjang spesimen (mm)	Hasil pengujian tarik (Mpa)
Al 7075	24	4	201,7	113,67
Al 7075	42	4	200,4	117,04
Al 7075	55	4	202,4	219,32



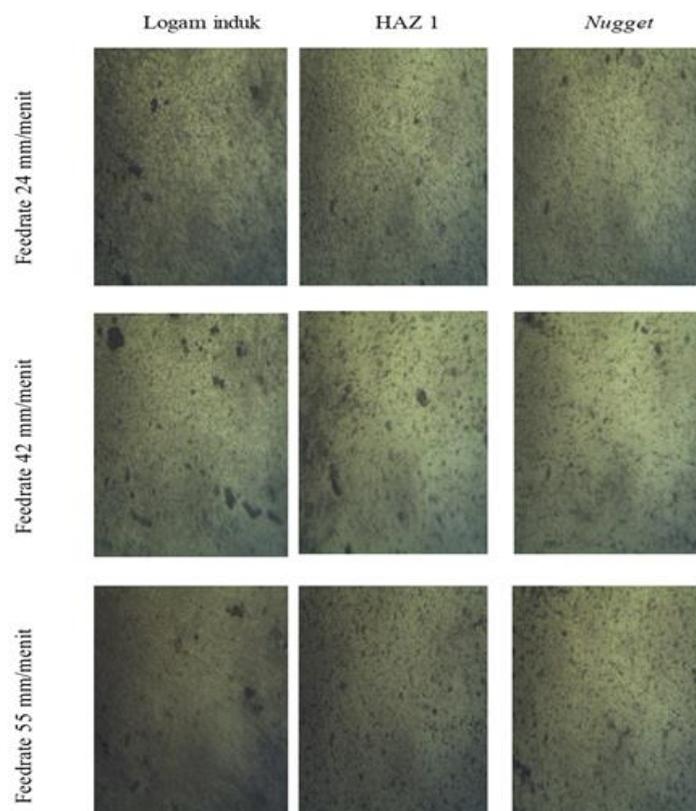
Gambar 6. Grafik batang hasil kekuatan tarik sambungan las FSW material Al 7075

3.3 Struktur Mikro

Gambar 7 merupakan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah logam induk Al 7075. Logam induk AL 7075 memiliki butiran Al-Cu. Perbandingan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah logam induk, HAZ dan lasan (*weld nugget*). *Weld nugget* memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda dengan logam induk. HAZ (*Heat Affected Zone*) merupakan daerah yang terkena pengaruh temperatur pengelasan tetapi tidak terdeformasi. Struktur mikro menunjukkan perubahan bentuk dan besar butir jika dibandingkan dengan logam induk. Di daerah HAZ, butir mengalami *grain growth* akibat temperatur pengelasan yang diterima tetapi tidak berubah orientasinya karena bagian ini tidak terdeformasi. Semakin besar ukuran butir maka akan menurunkan kekerasan dan kekuatannya [6].



Gambar 7. Struktur mikro logam induk Al 7075



Gambar 8. Struktur mikro daerah logam induk, HAZ, dan lasan sambungan las FSW material Al 7075

4. KESIMPULAN

Dari penelitian dan pembahasan data yang telah dilakukan pada pengaruh perbedaan *feed rate* terhadap pengujian tarik dan struktur mikro pada proses *friction stir welding* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan *feed rate* mempengaruhi tingkat kehalusan pada sambungan. pengelasan menggunakan *feed rate* 24 mm/menit menunjukkan hasil yang halus sedangkan semakin besar *feed rate* yang digunakan semakin kasar hasil pengelasan.
2. Hasil dari pengujian tarik menunjukkan bahwa *feed rate* mempengaruhi hasil uji tarik. Pada material *aluminium 7075* didapat hasil uji tarik terendah pada *feed rate* 24 mm/menit yaitu sebesar 113,67 Mpa dan hasil uji tarik tertinggi pada *feed rate* 55 mm/menit yaitu sebesar 219,32Mpa .

3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan *feed rate* mempengaruhi sifat mekanik dari hasil pengelasan. Semakin besar *feed rate* yang digunakan akan mempengaruhi struktur mikronya

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas dukungan keuangan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Saputra And A. Syarief, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, Vol. 3, Pp. 91-98, 2014.
- [2] I. Romadhona, "Studi Pengelasan Friction Stir Welding (Fsw) Pada Aa-1100 Dengan Fe Menggunakan Variasi Feedrate 25 Mm/Menit, 30 Mm/Menit, Dan 40 Mm/Menit," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [3] G. Sukmawan, D. Danardono, And B. Kusharjanta, "Simulasi Distribusi Temperatur Pada Friction Stir Welding Dengan Tool Pin Silinder," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, Vol. 11, Pp. 20-24, 2018.
- [4] A. Wibowo And A. D. Anggono, "Pengaruh Temperatur Proses Pengelasan Friction Stir Welding (Fsw) Pada Aluminium Seri 6061 T-6 Terhadap Uji Tarik," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [5] T. Tarmizi And B. Prayoga, "Analisa Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Proses Friction Stir Welding Aluminium 5052," *Jurnal Riset Teknologi Industri*, Vol. 10, Pp. 105-118, 2016.
- [6] S. Rajakumar And V. Balasubramanian, "Correlation Between Weld Nugget Grain Size, Weld Nugget Hardness And Tensile Strength Of Friction Stir Welded Commercial Grade Aluminium Alloy Joints," *Materials & Design*, Vol. 34, Pp. 242-251, 2012.