

STUDI EKSPERIMENTAL SAMBUNGAN *BUTT JOINT* DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING* MENGGUNAKAN MATERIAL NYLON 6 POLIAMIDA (PA)

Samsul Bahri Sihotang¹, Dodi Sofyan Arief², M.Dalil³
Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
¹Samsul.bahri3670@student.unri.ac.id, ²dodidarul@yahoo.com, ³dhalilm@yahoo.com

Abstract

Friction Stir Welding (FSW) or often called friction welding is one of the mechanical welding methods using friction between the surface of the tool and the surface of the material so that friction occurs and causes heat on the surface of the material for the welding connection process. The friction surface impacts translational motion caused by the rotational pressure of the tool and axial force (forging) to push the friction surface. Retrieval data that will be varied on translational motion speed starting from 12.5 mm / minute, 20 mm / minute and 25 mm / minute. In this study the shape and dimensions of the material used were 100 mm long, 50 mm wide with a thickness of 5 mm while the types of tools used in this study used a type of cylinder with dimensions of 6 mm pin, 25 mm shoulder and 50 mm tool length. In this study the data collection process uses thermal devices and jigs. Where the function of this thermal heater is to lift the temperature of the material that is in accordance with what is needed (melting point). And the function of this jig is to grip or clamp the material on the position of the horizontal milling machine. The purpose of this study was to study the method of pulling welding friction using the Friction Stir Welding (FSW) method on nylon 6 material using the ASTM D-638-IV standard.

Keywords : *Stir friction welding, weld surface, friction weld, polyamide polymer.*

1. Pendahuluan

Pada tahun 1950, Al Chudikov, seorang ahli mesin dari Uni Sovyet, mengemukakan hasil pengamatannya tentang teori tenaga mekanik dapat diubah menjadi energi panas. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin yang bergerak menimbulkan banyak kerugian karena sebagian energi mekanik yang dihasilkan berubah menjadi energi panas. Chudikov berpendapat, proses demikian mestinya bias dipakai pada proses pengelasan. Setelah melalui percobaan dan penelitian dia berhasil melakukan las dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan. Untuk memperbesar panas yang terjadi, benda yang dilas tidak hanya diputar, tetapi juga ditekan satu terhadap yang lain. Tekanan juga berfungsi mempercepat fusi. Cara ini disebut las gesek (*friction welding*).

Tipe sambungan pada *friction stir welding* yang akan dilakukan adalah tipe *butt joint*. Tipe *butt joint* merupakan dua benda kerja yang dilas pada posisi ruas antara bidang yang bersentuhan dicekam rigid pada jig atau ragum. Adapun parameter yang akan digunakan adalah kecepatan gerak translasi pemakanan (*feeding*) dan variasi temperatur. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah material nylon 6 poliamida (PA). Serat poliamida diperdagangkan dengan nama Nylon, pertama kali dibuat oleh Du Pont Company pada tahun 1939 yang dipamerkan di Pekan Raya New York. Pada tahun 1941-1946 produk nylon dibuat terutama untuk keperluan militer seperti kain parasut, tali dan lainnya. Sifat-sifat poliamida Thermoplastis non etilen Bersifat

inert, tahan panas, Tahan terhadap asam encer dan basa, tidak tahan pada asam kuat dan pengoksidasi, Larut dalam asam formal dan penol, Cukup kedap gas, Dapat mengerut karena perubahan kelembapa, atau dapat mengembang dan menyerap air hingga 8%.

Pengelasan gesek (*friction stir welding*) merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding* (pengelasan cair). Gesekan yang diakibatkan oleh pertemuan kedua benda kerja tersebut akan menghasilkan panas yang dapat meleburkan kedua benda kerja yang bergesekan sehingga mampu melebur dan akhirnya terjadi proses penyambungan.

Dalam penelitian ini difokuskan pada parameter proses pengelasan dengan memvariasikan temperatur dan kecepatan waktu pemakanan pada saat pengelasan. Berdasarkan pengalaman dilapangan menunjukkan bahwa faktor variasi temperatur Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh variasi temperatur 140, 145, dan 150°C dengan kecepatan waktu pemakanan 12,5, 20 dan 25 mm/menit terhadap sambungan pengelasan dan hasil out put kekuatan tarik. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur 140°C, 145°C, dan 150°C dengan kecepatan waktu pemakanan 12,5, 20 dan 25 mm/menit terhadap sambungan pengelasan dan hasil out put kekuatan tarik. Adapun manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi waktu gerak translasi pengelasan berpengaruh pada

ketahanan dan kekuatan tarik dari polimer jenis nylon 6 Poliamida (PA).

2. Metodologi

Proses pengambilan data untuk mendapatkan hasil sambungan dan nilai kekuatan tarik. Adapun parameter yang digunakan pada proses pengelasan friction stir welding pada tabel berikut:

Tabel 1. Parameter Pengelasan

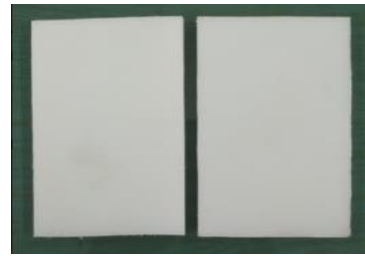
Data	Rpm	Feeding	Temperatur	Tool Probe 90°
Sampel 1	700	12,5 mm/menit	140°C	Silinder
Sampel 2	700	20 mm/menit	145°C	Silinder
Sampel 3	700	25 mm/menit	150°C	Silinder
Sampel 4	700	12,5 mm/menit	140°C	Silinder
Sampel 5	700	20 mm/menit	145°C	Silinder
Sampel 6	700	25 mm/menit	150°C	Silinder
Sampel 7	700	12,5 mm/menit	140°C	Silinder
Sampel 8	700	20 mm/menit	145°C	Silinder
Sampel 9	700	25 mm/menit	150°C	Silinder
Sampel Mumi	0	0	0	0

Pada Penelitian *Friction stir welding* ini standar pengujian yang digunakan yaitu ASTM D-638-IV. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, Adapun prosedur dalam proses pengelasan *Friction Stir Welding* antara lain ;

1. Setting kecepatan putaran mesin dengan cara mengatur posisi *belt* sesuai kecepatan putaran mesin yang diinginkan.
2. Pasang *jig* ke meja *milling*.
3. Setting posisi sumbu y mesin *milling* dan pasang tool *FSW* yang telah dipasang elemen pemanas ke *collect* mesin *milling*.
4. Pasang benda kerja *FSW* ke *jig*.
5. Hidupkan saklar panel utama, tekan tombol *on* pada panel utama dan tombol *on* mesin *milling* yang digunakan.
6. Putar *switch* mesin *milling* ke posisi *on* dan tekan tombol *spindle low* pada mesin.
7. Pasang sensor *termocouple* ke bagian elemen pemanas dan pasang rangkaian elemen pemanas dan pasang rangkaian elemen pemanas.
8. *Setting temperatur controller* elemen pemanas sesuai kebutuhan.
9. Setelah temperatur elemen pemanas tercapai, tekan tombol *spindle high* dan *spindle on* pada mesin *milling*. Lalu lakukan proses *Friction Stir Welding* pada material *polyethylene* dan catat waktu kecepatan *feeding* (mm/menit) proses *FSW*.
10. Setelah proses *FSW* selesai, lepaskan dan pindahkan material *polyethylene* yang telah tersambung. Beri penandaan / identitas benda kerja yang telah selesai dilakukan proses *FSW*.
11. Kemudian pasang kembali material *polyethylene* baru yang akan disambung.

12. Jika pengambilan data telah selesai, lepaskan rangkaian elemen pemanas.
13. Matikan panel mesin.
14. Matikan panel utama.
15. Bersihkan meja *milling* dan ruangan laboratorium.

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material nylon 6 poliamida(PA) berupa bentuk plat dengan dimensi panjang 100 mm, lebar 50 mm dan tebal 5 mm.



Gambar 1. material nylon 6 poliamida(PA)

Dalam proses pengambilan data pengelasan memerlukan beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Milling Machine*

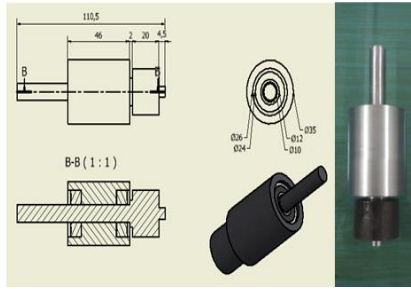
Milling machine mulai dikembangkan dengan adanya putaran pada tool. Keuntungan utama dari alat ini adalah desain yang sederhana dan fleksibilitas, kerugian utama dari alat ini adalah ketidak stabilan kecepatan potong dan kecepatan makan karena kebanyakan variabel yg mempengaruhi dalam proses pengerjaan. Pada proses pengelasan friction stir welding pada sisi permukaan paterial sehingga setiap bagian dari bagian material terjadi pemakanan searah horizontal dalam jangka waktu yang singkat. Hal ini memungkinkan peningkatan pembuangan material yang dalam milling konvensional terbatas oleh temperatur pemotongan yang tinggi karena pembuangan material pada milling konvensional dilakukan dengan pengelasan satu arah.



Gambar 2. *Milling machine*

2. Desain *Tool probe* lurus 90°

Pada proses friction stir welding menggunakan *tool* yang telah dirancang oleh Tim perancang di Laborarium Teknologi Produksi Teknik Mesin Universitas Riau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tool FSW

3. Jig/Pencekam

Jig atau pencekam digunakan untuk menjepit material pada kedudukannya. ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Jig/Pencekam

4. Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui *Joule Heating*. Prinsip kerja elemen pemanas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. (Abdul Kodir, scribd). Pada penelitian ini pengambilan data proses pengelasan menggunakan alat bantu elemen pemanas, dimana fungsi elemen pemanas tersebut untuk menaikkan atau meningkatkan panas pada tool. Pada penelitian ini panas yang dibutuhkan untuk proses pengelasan bervariasi, mulai dari temperatur 140°C, 145 °C dan 150°C.

Pada penelitian friction stir welding ini, elemen pemanas yang digunakan untuk meningkatkan panas pada tool adalah elemen pemanas tipe metallic. Pada tipe metallic, bahan yang digunakan untuk elemen pemanas antara lain :

1. Nichrome/nickel-chromium (NiCr);
2. Kanthal/iron-chromium-Aluminium (FeCrAl)
3. Cupronickel (CuNi)

Pada elemen pemanas tipe metallic, sebagian besar elemen pemanas menggunakan bahan nichrome 80 banding 20 (80% nikel, 20% kromium) dalam bentuk kawat, pita, atau strip. 80/20 nichrome merupakan bahan yang baik, karena memiliki ketahanan yang relatif tinggi dan membentuk lapisan kromium oksida ketika dipanaskan untuk pertama kalinya, sehingga bahan dibawah kawat tidak akan teroksidasi, mencegah kawat terputus atau terbakar. Tujuan digunakannya elemen pemanas ini untuk memudahkan proses pengelasan dengan menaikkan temperatur pada

tool, sesuai kebutuhan untuk mencapai melting point material dengan cara memanfaatkan gesekan tool dengan material tersebut. dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Elemen Pemanas

3. Hasil

Hasil nilai kekuatan tarik nylon 6 atau poliamida proses friction stir welding yang di dapat dengan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) 12,5 mm/menit, 20 mm/menit, dan 25 mm/menit. Dengan variasi temperatur 140, 145, dan 150 °C. Adapun nilai kekuatan tarik yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kekuatan Tarik







No	Data	Area (mm ²)	Max. Force(N)	0,2 % Y.S (N/mm ²)	Yield Strenght (N/mm ²)	Tensile Strength (Mpa)	Elongtion (%)
1.	Mumi	19.500	568.2	19.11	19.11	29.14	33.50
2.	Data 1	22.800	461.8	14.60	14.60	20.25	5.96
3.	Data 2	21.775	486.5	17.24	17.24	22.34	5.96
4.	Data 3	19.425	361.3	14.20	14.20	18.60	5.96
5.	Data 4	22.500	215.6	8.67	8.67	9.58	5.96
6.	Data 5	22.125	446.7	14.97	14.97	20.19	5.96
7.	Data 6	27.105	465.0	12.79	12.79	17.16	5.96
8.	Data 7	19.995	359.0	13.91	13.91	17.96	5.96
9.	Data 8	17.600	257.6	13.78	14.64	14.64	5.96
10.	Data 9	21.945	329.8	13.45	8.67	15.03	5.96

Pengelasan di mulai dari arah sebelah kiri tool ke arah kanan berjalan horizontal, maka akan terlihat hasil pengelasan sesuai dengan parameter yang dimasukkan sampel pengujian tarik 1 hingga sampel 9 pada saat pengujian.

Adapun hasil proses pengelasan yang didapat sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengelasan variasi temperatur dan *feeding*.

Temperatur	Feeding	Sampel
140 °C	12,4 mm/menit	
145 °C	20 mm/menit	
150 °C	25 mm/menit	

140 °C	12,5 mm/menit	
145 °C	20 mm/menit	
150 °C	25 mm/menit	
140 °C	12,5 mm/menit	
145 °C	20 mm/menit	
150 °C	25 mm/menit	

Grafik dibawah merupakan grafik keseluruhan antara gaya Vs pertambahan panjang, pada sampel uji tarik dimana hasil pertambahan panjang nya berbeda-beda dari sampel 1 hingga sampel 9. Pada grafik tersebut menunjukkan gaya tertinggi yang diperoleh pada sampel uji tarik murni mencapai 568,237 N dan nilai gaya terendah terdapat pada sampel uji tarik 1 yaitu 215,505 N.



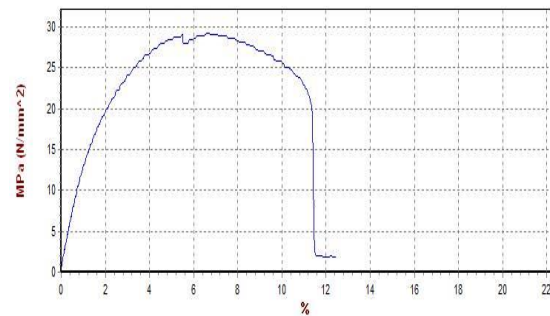
Gambar 6. Grafik hubungan Gaya Pembebanan dengan luas penampang

4. Pembahasan

Berdasarkan data permesinan pengujian tarik menggunakan mesin universal testing machine (HUNG TA HT-8503) Di Politeknik Kampar, Bangkinang, Riau. Pada pengujian yang telah dilakukan, pada sampel murni tidak menggunakan parameter pengelasan, melainkan langsung kepada pembuatan sampel tarik berdasarkan standar. Standar yang digunakan ASTM D-638-IV. kemudian dilanjutkan ketahap pengujian tarik. Maka didapatkan

grafik engineering stress vs engineering strain dengan nilai kekuatan tarik sebesar 29,14 Mpa. Pada grafik dibawah, grafik cenderung naik dengan meningkatnya pembebanan terhadap pertambahan panjang pada tegangan 29 Mpa, grafik cenderung menurun akibat adanya pembebanan yang diberikan hingga mencapai kekuatan tarik 29,14 Mpa dengan pertambahan panjang 12 mm. Kekuatan tarik meningkat mulai dari titik nol dengan pemberian pembebanan perlahan-lahan seiring bertambahnya pertambahan panjang pada material tersebut.

Tegangan Vs Regangan



Gambar 7. Grafik Tegangan Vs Regangan

5. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil uji tarik dapat dilihat hasil kekuatan tarik dari masing-masing sampel, nilai kekuatan tariknya bervariasi mulai dari 9,58, 14,64, 15,05, 17,16, 17,96, 18,60, 20,19, 20,25, 22,34 dan 29, 14 MPa. 29, 14 MPa merupakan hasil kekuatan tarik yang diperoleh dari sampel murni, dimana pada sampel murni ini tidak terjadi variasi parameter proses pengelasan, melainkan langsung ke pembuatan sampel uji tarik berdasarkan standar yang digunakan yaitu ASTM D-638-IV. Sedangkan pada Sampel uji tarik menggunakan variasi parameter pengelasan nilai kekuatan tertinggi diperoleh sampel 2 dengan nilai kekuatan tarik 22,34 MPa. Dimana parameter pengelasan sampel 2 dengan temperatur 145 °C dengan kecepatan waktu gerak translasi 20 mm/menit. Nilai kekuatan tarik terendah diperoleh sampel 4 dengan nilai 9,58 dimana parameter pengelasan sampel 4 dengan temperatur 140 °C dengan kecepatan waktu gerak translasi 12,5 mm/menit. Semakin tinggi temperatur seiring bertambahnya kecepatan pemakanan (feeding) maka semakin bagus hasil pengelasan dan kekuatan tarik yang didapat. Temperatur dan kecepatan pemakanan disesuaikan. Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini ialah. Pada saat melakukan proses pengelesan terjadi getaran yang diprediksi akan mempengaruhi kualitas sambungan lasan, maka dari itu perlu lagi kajian lagi tentang batas ambang getaran dan sumber penyebab getaran yang terjadi pada saat proses pengelasan tersebut. Dengan diketahuinya temperatur, feeding pengelasan dan kekuatan tarik

maksimum maka akan memudahkan penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

Askeland., D. R., 1985. *The Science and Engineering Of Material*. Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA

Sharma V, Prakash U, Kumar BVM. "Surface composites by friction stir processing: a review". *J Mater Process Technol* 2015;224:117–34.

A. Callister, William. 2007. *Materials Science And Engineering*. United States of America

A. Sudrajat F. P., 2012. "Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Aluminium AA 1100 Dengan Metode Friction Stir Welding (FSW)". Universitas Jember.

Akshansh Mishra, 2018. Effect of Tool Pin Geometries on the Tensile Strength of Friction Stir Welding Structural Alluminium Alloy Similar Jiont.

Dieter, E. George, 1993. *Metalurgi Mekanik*, Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama

Ratnes Kumar, M. Tech students Dapartement of Manufacturing Engineering National Institute of foundry and forge tecnology Hatia, Ranchi, India. Effect of Process Parameter on Mechanical Properties of Frictions Stir Welding Joint of two Dissimilar AL-Alloys.

Rahayu, D.2012. Analisis Proses Friction Stir Welding (Fsw) Pada Plat Tipis Aluminium. Skripsi. FakultasTeknik Universitas Indonesia, Depok.

Yongxian Huang, Xiangchen meng, Friction Stir Welding Processing of Polymer matrix Composites.

Yohanes, Putra Partomuandan Sunaryo. 2016. Pengaruh Bentuk Permukaan Forging Sambungan Las Gesek Rotary Terhadap Kekuatan Tarik Baja Mild Steel. Prosiding Simposium Nasional Teknologi Terapan / SNTT IV, Purwokerto, Nov 2016.