

Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran dan Media Pendinginan Terhadap Kekuatan Las Gesek Pada Baja ST42

Arfandy¹, Nur Wahyuni^{2*},

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan 10, Tamalanrea Jaya, Tamalanrea, Makassar, 90245, Indonesia

*Email: arfandy@poliupg.com

Tanggal submit: 30 Mei 2023; Tanggal penerimaan: 1 Juni 2023

ABSTRAK

Proses pengelasan gesek dilakukan dengan memvariasikan putaran (550 rpm, 1020 rpm dan 1800 rpm) serta media pendinginan air dan oli. Hasil pengelasan gesek tersebut kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan sambungannya. Perolehan data awal penelitian melalui proses pengujian impact dan pengujian puntir yang dilakukan pada mesin uji impact dan mesin uji puntir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan impact dan puntir tertinggi terjadi pada putaran 1800 rpm dengan nilai masing-masing sekitar 1.23 J/mm² dan 443.50 N/mm². Media pendinginan yang diberikan (Air dan Oli) juga berpengaruh terhadap kekuatan sambungan hasil lasan. Hal ini ditandai dengan terjadinya perbedaan kekuatan impact dan puntir, kekuatan impact tertinggi pada pendinginan air 1.16 J/mm² dan pendinginan oli 1.23 J/mm², serta kekuatan puntir tertinggi pendinginan oli 443.50 N/mm² dan pendinginan air 419.91 N/mm².

Kata kunci: las gesek, impact, puntir

ABSTRACT

Friction welding process is done by varying the rotation (550 rpm, 1020 rpm dan 1800 rpm) and medium cooling water and oil. The results of friction welding are then tested to determine the strength of the connections. Initial data acquisition through a process of research and testing torsional impact testing conducted on the impact test machine and machine kinking. The results showed that the value of the highest torsional strength impact and occurs at 1800 rpm rotation with values respectively around 1,23 J/mm² and 443,50 N/mm². Given cooling media (water and oil) also effects the strength of the weld line results. It is characterized by the difference in strength and torsional impact, impact highest strength on cooling water is 1,16 J/mm² and oil cooling 1,23 J/mm², as well the highest torsional strength oil cooling is 443,50 N/mm² and water cooling is 419,91 N/mm²

Keywords: friction welding, impact, torsion

PENDAHULUAN

Friction Welding adalah teknologi pengelasan yang mengandalkan panas yang dihasilkan dari gesekan antara dua permukaan logam untuk menciptakan sambungan yang kuat. Proses ini tidak memerlukan penambahan bahan pengelasan atau penggunaan gas pelindung, membuatnya sangat efisien dan ramah lingkungan (Leman, 2018). Teknik pengelasan ini pertama kali dikembangkan pada awal abad ke-20 dan sejak itu telah mengalami sejumlah perubahan dan peningkatan (Hargiyanto, dkk. 2015). Seiring perkembangan teknologi, proses ini telah ditingkatkan dan diotomatisasi untuk menghasilkan pengelasan presisi tinggi dengan tingkat kegagalan yang sangat rendah.

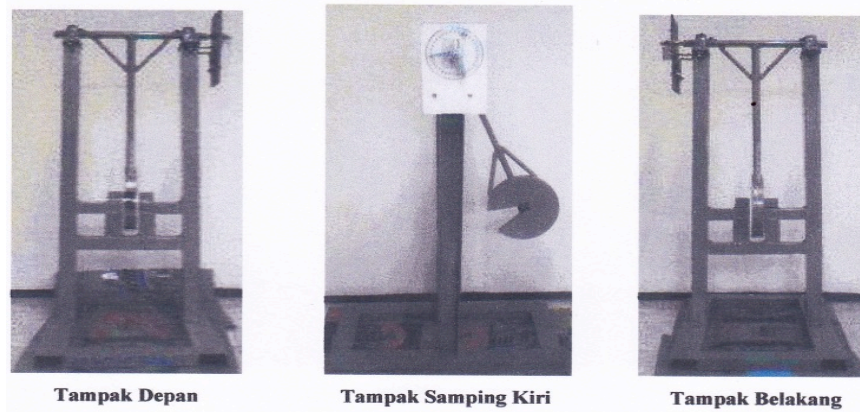
Friction Welding memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai industri, termasuk otomotif, kedirgantaraan, dan energy (Dharma, dkk 2022). Namun, meskipun potensinya yang besar, teknologi ini belum sepenuhnya dimanfaatkan, terutama dalam sektor industri manufaktur kecil dan menengah. Penyambungan logam dengan menggunakan *friction welding* dapat dilakukan pada bahan yang sama maupun untuk menggabungkan berbagai jenis logam seperti baja, aluminium dan titanium (Purwanto, dkk. 2019). Baja karbon merupakan salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan diberbagai bidang teknik terutama untuk keperluan industri seperti konstruksi pesawat terbang, konstruksi bangunan, pembuatan alat-alat perkakas, dan lain-lain (Majanasastra, 2019). Baja karbon terdiri dari tiga jenis yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi (Tanjung, dkk. 2020).

Banyaknya pemakaian jenis logam ini terlepas dari sifat-sifat yang dimilikinya diantaranya adalah mudah diperoleh dipasaran, mudah dibentuk/diproses atau mempunyai sifat permesinan yang baik dan garganya relatif murah (Fahmi, dkk 2014). Pada baja karbon, tekanan gesekan di daerah antarmuka diperlukan untuk membentuk kerjasama yang baik. Setelah fase pengelasan berhenti, gaya penempaan diterapkan untuk menyelesaikan proses pengelasan. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi parameter atau proses yang paling optimal dalam proses las gesek pada baja ST42 dengan variasi kecepatan serta media pendinginan oli dan air.

METODE PENELITIAN

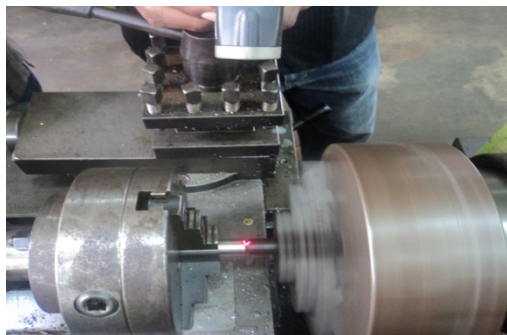
Pada pengujian ini, sifat mekanis baja karbon rendah ST42 yang dihasilkan setelah melalui proses pengelasan gesek diuji dengan variasi kecepatan (Jazi, dkk. 2022) dan media pendingin yang berbeda menggunakan pengujian impak dan pengujian puntir (torsi). Pengujian impak bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah, uji impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (Widiarta, dkk. 2017). Dalam pengujian impak terdiri

dari dua teknik pengujian standar yaitu Charpy dan Izod. Pada pengujian kali ini akan menggunakan metode Charpy untuk hasil yang lebih optimal (Sari, dkk. 2014).



Gambar 1. Alat Uji Impak Tipe Charpy

Pengujian berikutnya yaitu uji puntir, dilakukan untuk mengukur ketahanan material terhadap gaya torsi atau putaran. Proses pengelasan gesek dilakukan menggunakan mesin bubut dengan 3 variasi kecepatan putaran yaitu 550 rpm, 1020 rpm dan 1800 rpm serta menggunakan temperatur 850°C yang diukur menggunakan infrared digital thermometer. Setelah dilakukan pengelasan gesek, benda uji didinginkan menggunakan variasi Oli SAE40 dan air dengan suhu 27°C.



Gambar 1. Proses pengelasan gesek



Gambar 2. Hasil pengelasan gesek



Gambar 3. Proses pembuatan spesimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Impak

Menghitung energi impak dan besar energi yang diserap oleh benda uji dapat dinyatakan dalam rumus :

$$E = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$$

E = energi impak (joule/mm²)

m = massa pendulum (kg)

g = percepatan gravitasi

r = panjang lengan pendulum

$\cos \alpha$ = sudut awal pendulum sebelum diayun

$\cos \beta$ = sudut akhir pendulum setelah menumbuk spesimen

Tabel 1. Nilai Uji Impak Pendinginan Air

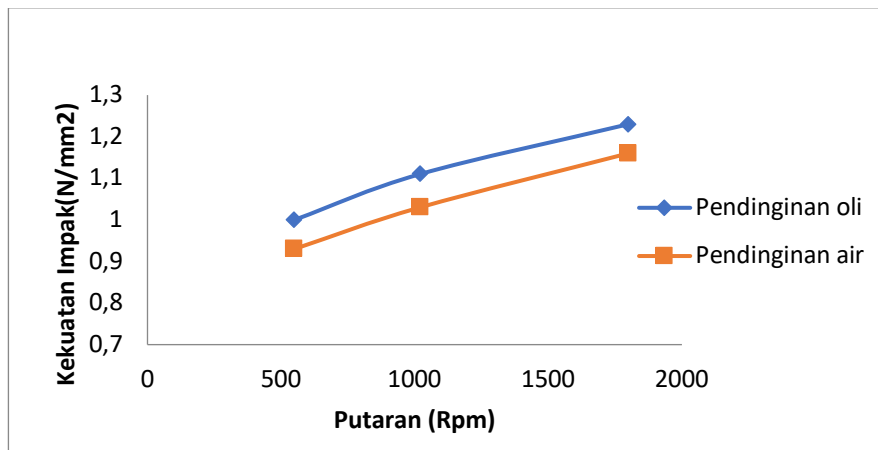
No	Putaran	Nilai Kekuatan Impak (Joule/mm ²)
----	---------	---

		Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-rata
1	550 rpm	0,870	0,933	0,979	0,93
2	1020 rpm	1,009	1,009	1,083	1,03
3	1800 rpm	1,139	1,139	1,205	1,16

Tabel 2. Nilai Uji Impak Pendinginan Oli

No	Putaran	Nilai Kekuatan Impak (Joule/mm ²)			
		Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Rata-rata
1	550 rpm	0,964	1,010	1,039	1,01
2	1020 rpm	1,083	1,111	1,125	1,11
3	1800 rpm	1,205	1,231	1,243	1,23

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh nilai kekuatan impact (U_i) seperti pada tabel 1 dan tabel 2 dengan nilai kekuatan impact yang ditunjukkan pada tabel-tabel tersebut, diperoleh grafik hubungan kecepatan putaran dan waktu tahan terhadap kekuatan impact yang terlihat di bawah ini.



Gambar 2. Perbandingan antar putaran dengan kekuatan impact pendinginan oli dan air

2. Hasil Pengujian Puntir (Torsi)

Tegangan geser didapatkan dari data hasil uji puntir seperti yang tercantum dibawah ini.

Momen inersia polar (I_p)

$$I_p = \frac{\pi}{32} \dots (mm^4) \quad (2.2)$$

Sudut Puntir (A)

$$A = \frac{\theta x \pi}{180} \dots (rad) \quad (2.3)$$

Modulus Geser (G)

$$G = \frac{T \times L}{I_p \times A} \dots (N / mm^2) \tag{2.4}$$

Tegangan Geser (τ)

$$\tau = \frac{dxGxA}{2L} \dots (N / mm^2) \tag{2.5}$$

Regangan Geser (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\tau}{G} \times 100\% \tag{2.6}$$

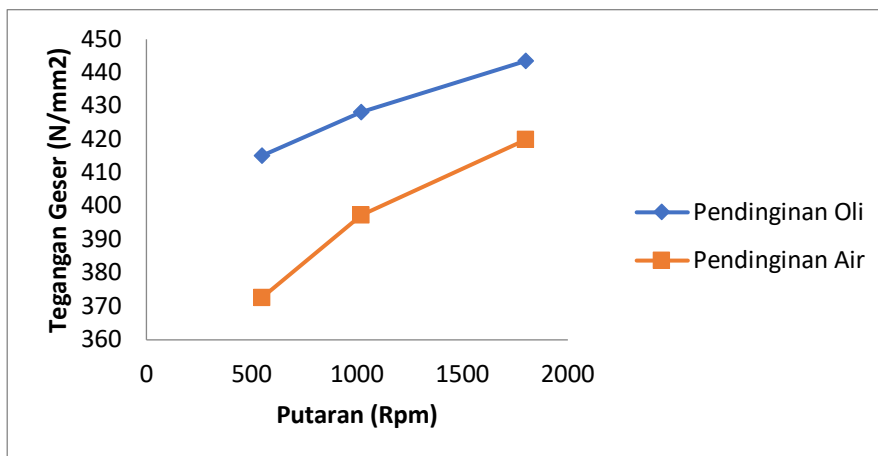
Tabel 3. Hasil Perhitungan Tegangan Geser Pendinginan Oli

No	Putaran	Temperatur (°C)	Torsi (N.m)	Sudut (θ)	Inersia Polar (mm ⁴)	Sudut Puntir (rad)	Modulus Geser (N/mm ²)	Teg. Geser (N/mm ²)	Reg. Geser (%)
1	550 rpm	850	17,6	85	127,17	1,48	9333,659	415,19	4,45
2	1020 rpm	850	18,15	87	127,17	1,52	9406,482	428,28	4,55
3	1800 rpm	850	18,8	87	127,17	1,52	9740,848	443,50	4,55

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tegangan Geser Pendinginan Air

No	Putaran	Temperatur (°C)	Torsi (N.m)	Sudut (θ)	Inersia Polar (mm ⁴)	Sudut Puntir (rad)	Modulus Geser (N/mm ²)	Teg. Geser (N/mm ²)	Reg. Geser (%)
1	550 rpm	850	15,80	84	127,17	1,47	8478,831	372,73	4,40
2	1020 rpm	850	16,84	86	127,17	1,50	8828,692	397,35	4,50
3	1800 rpm	850	17,80	86	127,17	1,50	9329,959	419,91	4,50

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh nilai tegangan geser seperti pada tabel 3 dan tabel 4 dengan nilai tegangan dan regangan geser yang ditunjukkan pada tabel-tabel tersebut, diperoleh grafik hubungan antara kecepatan putaran terhadap nilai tegangan geser seperti yang terlihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Perbandingan antara putaran dengan tegangan geser pendinginan oli dan air

Berdasarkan tabel 4 terlihat bahwa pada putaran 550 rpm tegangan geser yang terjadi 415,19 N/mm² dan regangan geser 4,4%. Pada putaran 1020 rpm tegangan gesernya meningkat menjadi 428,28 N/mm² dan regangan gesernya 4,55%. Kemudian pada putaran 1800 rpm tegangan gesernya berkisar pada 443,50 N/mm² serta regangannya 4,55%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan hasil yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan putaran (550rpm, 1200rpm dan 1800rpm) pada tekanan penempaan maksimum 60 Mpa pada proses pengelasan gesek berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las (kekuatan impak dan puntir). Hal ini ditandai dengan terjadinya kekuatan impak dan puntir tertinggi yang terjadi pada putaran 1800 rpm dengan nilai masing-masing sekitar 1,23 J/mm² dan 443,50 N/mm². Media pendinginan (air dan oli) juga berpengaruh terhadap kekuatan sambungan hasil lasan, meskipun peningkatan yang terjadi tidak signifikan. Hal ini didapatkan dari perbedaan kekuatan impak dan puntir pada masing-masing media pendinginan. Kekuatan impak tertinggi terjadi pada media pendinginan air 1,16 J/mm² dan pendinginan oli 1,23 J/mm², serta kekuatan puntir tertinggi pendinginan oli 443,50 N/mm² dan pendinginan air 419,91 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Dharma, S., Suherman, S., Sarjianto, S., Sebayang, R., & Kurniyanto, H. B. (2022). Pengaruh Kuat Arus terhadap Sifat Mekanis pada Aluminium Al-Si-Fe dengan Filler Er 4043 Metode Pengelasan GTAW. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 103-112.
- Fahmi, H., & Arifin, N. (2014). Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Resin Epoxy/Serat Glass Dan Serat Daun Nanas Terhadap Ketangguhan. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 84-89.
- Hargiyarto, P., Marwanto, A., & Djatmiko, R. D. (2015). Analisis Kesalahan Esensial Hasil Pengelasan Peserta Lomba Kompetensi Siswa SMK Tingkat Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 22(3), 350-364.
- Jazi, A., Cahyono, N., & Rahmadianto, F. (2022). Analisa Pengaruh Media Quenching dan Waktu Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik pada Friction Welding Baja St60 dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Prosiding SENIATI*, 6(1), 103-112.
- Leman, A., Tiwan, T., & Nurdjito, N. (2018). Karakterisasi Grinding Balls Produksi CV Baja Ellips. *Jurnal Dinamika vokasional Teknik mesin*, 3(1), 19-25.
- Majanasastra, R. B. S. (2013). Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), 61-66.
- Purwanto, S. E., Mustakim, M., Triyono, T., & Muhayat, N. (2019). Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Reaksi Antarmuka Pada Sambungan Aluminium Al6061 Dan Baja Galvanis. *KURVATEK*, 4(2), 25-36.

- Sari, N. H., Sulistyowati, E. D., & Dirjan, M. W. (2014). Analisis Sifat Kekuatan Impact Komposit Sandwich Plastik Bekas Diperkuat Serat Sisal dengan Core Bonggol Jagung. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(1).
- Tanjung, I., Nasution, A. R., Fonna, S., & Huzni, S. (2020). Investigasi Laju Korosi Atmosferik Baja Karbon Rendah Profil Segiempat Di Kawasan Industri Medan. *Jurnal Teknologika*, 10(1).
- Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2017). Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceust*) Dengan Matrik Polyester. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*, 8(2).