

Pengaruh Variasi Waktu Gesek Pada Pengelasan Gesek (*Friction Welding*) Terhadap Kekuatan Impak Baja AISI 1045 Dengan Stainless Steel

Syendy Pranata¹, Sugiyarto^{1*}, Erwanto¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : Yarto5943@gmail.com

Received 9 Januari 2023; Received in revised form 18 Januari 2023; Accepted 25 Januari 2023

Abstract

The Friction Welding method is a welding method that utilizes heat energy caused by the friction of the two materials to be joined, the heat from the friction will cause the material to become semisolid or plastic. The purpose of this research was to determine the effect of variations in friction time and distance suppression carried out on impact strength and hardness tests using the Friction Welding method on AISI 1045 steel material connected to Stainless Steel 304. The method used is the Response Surface Method (RSM) to determine impact strength value of AISI 1045 steel which is connected to Stainless Steel 304 after the friction welding process is carried out. The variation used in this study is the variation of the pressure distance and friction time. The size of the impact test specimen is made according to the impact test standard, namely ASTM E23. The greatest impact test results were found in specimen number 6 with a pressing distance of 4.41 mm and a friction time of 5 minutes, namely 0.156 Joule/mm². While the lowest impact value is found in specimen number 1 with a pressing distance of 2 mm and a friction time of 4 minutes, namely 0.038 Joule/mm².

Keywords: Friction welding; AISI 1045; Stainless Steel 304; Impact; RSM.

Abstrak

Metode Pengelasan Gesek (*Friction Welding*) merupakan metode pengelasan yang memanfaatkan energi panas yang diakibatkan karena adanya gesekan dari dua material yang akan disambung, panas dari gesekan tersebut akan mengakibatkan material menjadi *semisolid* atau plastis. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi waktu gesek dan jarak penekanan yang dilakukan terhadap kekuatan impak dan uji kekerasan dengan menggunakan metode *Friction Welding* pada material baja AISI 1045 yang disambungkan dengan Stainless Steel 304. Metode yang digunakan adalah *Response Surface Method* (RSM) untuk mengetahui nilai kekuatan impak pada baja AISI 1045 yang disambungkan dengan Stainless Steel 304 setelah dilakukan proses pengelasan gesek. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi jarak penekanan dan waktu gesek. Ukuran spesimen uji impak dibuat sesuai standar uji impak yaitu ASTM E23. Hasil pengujian impak paling besar terdapat pada spesimen nomor 6 dengan jarak penekanan 4.41 mm dan waktu gesek 5 menit yaitu 0,156 Joule/mm². Sedangkan nilai impak paling rendah terdapat pada spesimen nomor 1 dengan jarak penekanan 2 mm dan waktu gesek 4 menit yaitu 0,038 Joule/mm².

Kata kunci: Pengelasan gesek; AISI 1045; Stainless Steel 304; Impak; RSM.

1. PENDAHULUAN

Salah satu metode pengelasan yaitu metode *Friction Welding* adalah metode pengelasan yang memanfaatkan energi panas yang diakibatkan karena adanya

gesekan dari dua material yang akan disambung, panas dari gesekan tersebut dari gesekan tersebut akan mengakibatkan material menjadi *semisolid* atau plastis, panas yang akan timbul akibat gesekan

tersebut bahkan mendekati titik lebur logamnya [1]. Parameter yang digunakan pada *friction welding* yaitu waktu gesekan, tekanan gesek, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan rotasi. Pada umumnya, mesin las gesek yang digunakan dapat bekerja pada dua tipe, sebagai *continuous drive* dan *inertia welding* [2].

Sifat mekanik *friction welding* yaitu memberikan hasil pengelasan kuat, meminimalisir cacat yang ditimbulkan, dan dapat digunakan pada material yang berbeda, *Heat Affected Zone* (HAZ) yang terbentuk relatif kecil namun metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantara lain kecepatan rotasi, tekanan aksial, dan waktu gesekan [3]. Aplikasi penyambungan dengan menggunakan pengelasan gesek seringkali digunakan pada penyambungan material yang berbentuk silinder dan mempunyai diameter kecil. Metode pengelasan gesek ini akan jauh lebih mudah untuk menyambung material yang sulit dilas dengan proses busur, dimana pada proses pengelasan busur, panas yang dihasilkan tidak merata pada seluruh permukaan material sehingga sambungan yang dihasilkan kurang baik dari segi kekuatan mekanik hasil pengelasan [4].

Penelitian ini menggunakan material baja AISI 1045 yang disambungkan dengan *Stainless Steel* 304. AISI merupakan kepanjangan dari (*American Institute for Steel and Iron*) cara pembacaan dari AISI 1045 yaitu untuk angka 10 menunjukkan kandungan panduan baja sedangkan untuk angka 45 menunjukkan kadar karbon Baja AISI 1045 termasuk dalam baja karbon sedang karena memiliki kadar karbon 0,45% pengaplikasiannya biasanya dalam pembuatan komponen permesinan dimana dapat dilakukan dengan cara pengelasan [5]. *Stainless Steel* 304 adalah tipe *Stainless Steel* yang paling sering digunakan. Sering dikenal sebagai "18-8" *Stainless Steel* karena memiliki kandungan 18 persen Kromium dan 8 persen nikel *Stainless Steel* 304 mudah untuk dibentuk dilas dan memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi bahkan pada suhu yang sangat rendah. Kemampuannya antara lain dapat menahan korosi yang disebabkan oleh berbagai macam zat kimia [6].

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ardi Meilianto yang berjudul "Pengaruh

Variasi Waktu Gesek Pada Pengelasan Gesek (*Friction Welding*) Terhadap Kekuatan Imapak Baja ST-37. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan variasi waktu gesek 4 menit, 5 menit, dan 6 menit dengan kecepatan rpm 720 rpm, dan jarak penekanan 3 mm. Dari penelitian yang dilakukan ini, didapat bahwa pengelasan dengan waktu gesek 6 menit menghasilkan nilai tertinggi yaitu untuk energi yang diserap 37,59 *Joule*, dan untuk harga impak 1,0644 *Joule/mm²*, sedangkan nilai terendah yaitu pada waktu gesek 4 menit dengan nilai energi yang diserap yaitu 17,88 *Joule*, dan harga impak 0,5109 *Joule/mm²* [7].

2. METODE PENELITIAN

Untuk memulai penelitian ini, pertama mencari refrensi penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang mau dilakukan dalam bentuk jurnal maupun *hanbook*. Tahap membuat rancangan instrument Penelitian seperti menentukan variabel proses, variabel respon, dan material yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan variabel proses yang terdiri dari jarak penekanan dan waktu gesek, variabel respon menggunakan uji impak, dan material menggunakan AISI 1045 yang disambungkan dengan *stainless steel* 304. Alat yang digunakan pada penelitian ini seperti mesin bubut, thermogun, jangka sorong, dan mesin uji impak.

Kemudian setelah alat dan material sudah disiapkan maka dilakukan proses pengelasan gesek (*Friction Welding*). Melakukan proses pengelasan gesek sesuai dengan yang dilakukan pada penelitian terdahulu sebagai refrensi untuk melakukan tahapan-tahapan pengelasan gesek. Setelah proses pengelasan dilakukan maka dilakukan proses pengecekan hasil pengelasan apakah sudah layak untuk dilakukan ke proses selanjutnya. Setelah benda kerja sudah dicek hasil pengelasannya, maka benda kerja tersebut akan diproses pembuatan spesimen uji impak sesuai standar ASTM E23. Setelah benda kerja sudah diproses menjadi spesimen uji impak sesuai standar, maka dilakukan proses pengujian impak dengan tujuan mendapatkan nilai impak dari AISI

1045 yang disambungkan dengan *Stainless Steel* 304.

Setelah data didapatkan maka dilakukanlah proses pengolahan data menggunakan metode *response surface method* (RSM). Setelah data berhasil diolah maka tahap selanjutnya menganalisa pengaruh variasi waktu dan jarak penekanan terhadap kekuatan impact pada AISI 1045

yang disambungkan dengan *Stainless steel* 304.

2.1. Alat dan Bahan Penelitian

- Penelitian ini menggunakan mesin bubut *Tornos Geminis S.L.*
- Dalam penelitian ini menggunakan Baja AISI 1045 dan *Stainless Steel* 304.



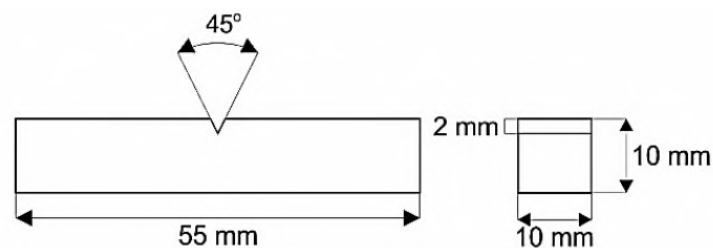
Gambar 1. Mesin Bubut *Tornos Geminis S.L.*

2.2. Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji impact pada penelitian ini mengikuti standar uji impact yaitu ASTM E23.

- Pembuatan ukuran luas penampang uji impact menggunakan mesin frais dengan ukuran 10 mm X 10 mm

- Lalu melakukan pembuatan uji impact sesuai standar uji impact metode *Charpy* yaitu 55 mm X 10 mm X 10 mm dengan kedalaman takik 2 mm dan sudut takik 45°. Gambar 2 merupakan bentuk spesimen uji impact sesuai standar ASTM E23 [8].



Gambar 2. Spesimen uji Impact ASTM E23

2.3. Uji Impact

Uji impact merupakan salah satu uji mekanik yang dapat dipakai untuk menganalisis karakteristik bahan seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu. Pada pengujian impact banyak energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan

ukuran ketahanan impact atau ketangguhan bahan tersebut. Material yang ulet akan menunjukkan harga impact yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu akan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk [8]. Alat uji impact dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Uji Impak

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Method* (RSM). Metode permukaan respon (*response surface methodology*) merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan tujuan akhirnya adalah untuk mengoptimalkan respon [9]. Desain eksperimen yang dibahas sebelumnya hanya terbatas pada faktor atau level yang memberikan pengaruh nyata atau signifikan pada respon, kadang kala peneliti tidak cukup hanya dengan menentukan nilai respon maksimum atau minimum saja dari level-level yang dicobakan saja, karena nilai maksimum atau minimum tersebut bisa jadi

muncul diantara selang level-level yang dicobakan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode yang dapat mendukung kebutuhan tersebut. Salah satunya adalah metode permukaan respon [10]. Rumus nilai optimal dapat dilihat pada persamaan 1.

$$x_i = \frac{X_i + \frac{1}{2}(y_{x_i, maks} + y_{x_i, min})}{\left(\frac{1}{2}y_{x_i, maks} - y_{x_i, min}\right)} \dots\dots\dots (1)$$

dengan x_i = Nilai kode faktor x ke-I dan y_{xi} = Nilai level faktor x ke-i

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Impak

Data hasil pengujian dan perhitungan impact diperlihatkan pada Table 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Impak

No. Spesimen	Variabel Proses		Harga Impak (Joule/mm ²)
	Jarak Penekanan (mm)	Waktu Gesek (menit)	
1	2	4	0,038
2	4	4	0,052
3	2	6	0,052
4	4	6	0,141
5	1,59	5	0,087
6	4,41	5	0,156
7	3	3,59	0,087
8	3	6,41	0,067
9	3	5	0,066
10	3	5	0,066
11	3	5	0,066

Berdasarkan Tabel 1, telah dihitung hasil impact dari setiap spesimen. Nilai impact paling besar terdapat pada spesimen nomor 6 dengan jarak penekanan 4,41 mm dan waktu gesek 5 menit yaitu sebesar 0,156 Joule/mm². Sedangkan nilai impact paling

rendah terdapat pada spesimen nomor 1 dengan jarak penekanan 2 mm dan waktu gesek 4 menit yaitu sebesar 0,038 Joule/mm². Gambar 4 dan Gambar 5 hasil spesimen uji impact.



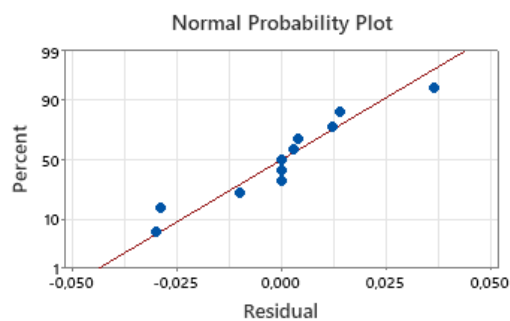
Gambar 4. Hasil Uji Impak



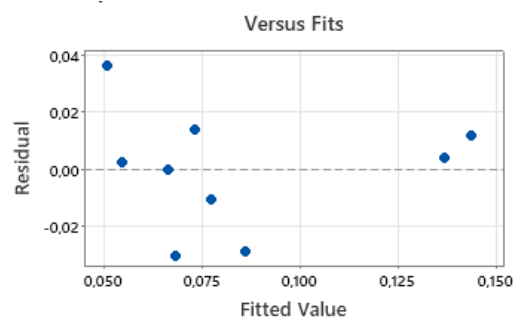
Gambar 5. Hasil Patahan Uji Impak

3.2 Uji Normalitas

Dari data nilai impact yang telah didapat, maka dapat melakukan uji kenormalan residual pada Gambar 6 – 7.



Gambar 6. Plot Uji Distribusi Normal Residual



Gambar 7. Plot Residual Dengan Taksiran Model



Gambar 8. *Plot Residual Dengan Order Model*

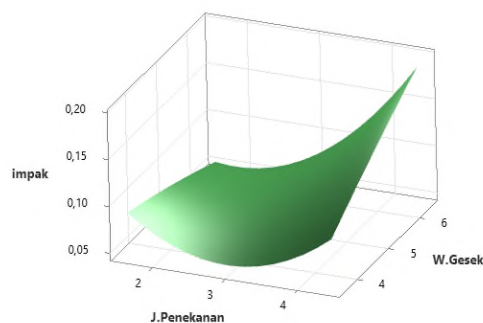
Hasil plot yang ditunjukkan pada Gambar 7 - 8, terlihat bahwa titik-titik tidak beraturan atau menyebar dan membentuk pola yang tidak beraturan. Jadi dapat disimpulkan bahwa model regresi yang telah dibuat cukup tepat dengan data.

3.3 Analisa Data

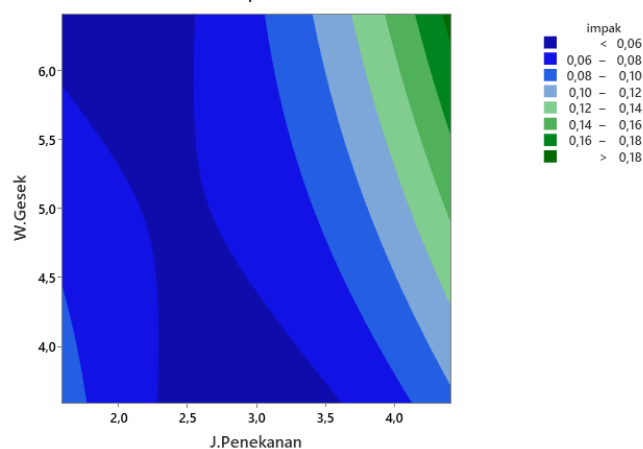
$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,411727 \\ -0,017852 \end{bmatrix}$$

Rumus dari hitungan diatas dapat dilihat pada persamaan 1. Dari persamaan didapatkan nilai titik stasioner (X_0) yaitu nilai X_1 sebesar - 0,411727 dan X_2 sebesar - 0,017852. Pada Gambar 9 dan Gambar 10 adalah grafik *plot*.

Surface Plot of *impak* vs W.Gesek; J.Penekanan



Gambar 9. Grafik *Surface plot* *impak* vs Jarak Penekanan dan Waktu Gesek



Gambar 10. Grafik *Contour Plot* *Impak* vs Jarak Penekanan dan Waktu Gesek

Untuk grafik *surface plot* diatas berbentuk *saddle point* dengan nilai optimal tidak maksimum ataupun minimum atau didapatkan bentuk *saddle* dengan nilai optimal yaitu untuk jarak penekanan bernilai 2,47 mm dan untuk waktu gesek bernilai 4,97 menit. Berdasarkan grafik *contour plot* pengelasan gesek dengan jarak penekanan 3 mm dan waktu gesek 6 menit mempunyai harga impact dengan range 0,06- 0,08 *Joule/mm²*.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba dan pembahasan yang telah dilaksanakan bisa diambil kesimpulan yaitu:

1. Hasil pengujian impact paling besar terdapat pada spesimen nomor 6 yaitu 0,156 *Joule/mm²*. Sedangkan nilai impact paling rendah terdapat pada spesimen nomor 1 yaitu 0,038 *Joule/mm²*.
2. Berdasarkan grafik *surface plot* diperoleh nilai optimal tidak maksimum ataupun minimum atau didapatkan bentuk *saddle* dengan nilai optimal yaitu untuk jarak penekanan bernilai 2,47 mm dan untuk waktu gesek bernilai 4,97 menit. Pada grafik *contour plot* bisa dilihat pengelasan gesek dengan jarak penekanan 3 mm dan waktu gesek 6 menit mempunyai harga impact dengan range 0,06- 0,08 *Joule/mm²*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sujarwanto, S. (2020). *Pengaruh Variasi Waktu Kontak Friction Welding (Frw) Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisik Baja S45c Dan Stainless Steel Aisi 304* (Doctoral Dissertation, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta).
- [2] Sakura, R. R., Junus, S., Jatisukanto, G., & Septian, R. (2018). Pengaruh Variasi Waktu Gesek Friction Welding Pada Baja Aisi 1045 Dengan Sudut Chamfer 15° Terhadap Sifat Mekaniknya. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 113-116.
- [3] Subiyanto, H., Gatot, D. W., & Hadi, S. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek Dan Tekanan Tempa Pengelasan Gesek (Fw) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Pada Baja Aisi 1045. *Prosiding Seniati*, 121-A.
- [4] Sai'in, A. (2016). *Pengaruh Kecepatan Putar, Gaya Gesek, Waktu Gesek Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impact, Laju Korosi Dan Struktur Mikro Hasil Lasan Proses Las Gesek Material Berbeda Baja Suh 3 Dan Suh 35* (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [5] Putra, N. D. T. (2019). *Pengaruh Variasi Waktu Gesek Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) Terhadap Kekuatan Tarik Baja Aisi 1045* (Doctoral Dissertation, University Of Muhammadiyah Malang).
- [6] Ritonga, D. A. A., & Idris, M. (2017). Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impact Benda Jatuh Bebas. *Wahana Inovasi Volume 6 No, 2*, 208-215.
- [7] Meilianto, A., Rodika, R., & Rivai, M. (2022, February). Pengaruh Variasi Waktu Gesek Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) Terhadap Kekuatan Impact Baja St37. In *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 01, Pp. 374-380).
- [8] Mufti, M. A. A., Budiarto, U., & Hadi, E. S. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Single V Dan Variasi Posisi Las Dengan Sambungan Mig Pada Aluminium 6061 Terhadap Kekuatan Impact Sebagai Material Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(1), 23-31.
- [9] Ritonga, D. A. A., & Idris, M. (2017). Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impact Benda Jatuh Bebas. *Wahana Inovasi Volume 6 No, 2*, 208-215.
- [9] Montgomery, D. C. (2001). *Design And Analysis Of Experiments*. John Wiley & Sons. Quinta Edición. New York.
- [10] Sutikno, M. S. *Response Surface Methodology (RSM) Dan Aplikasinya*.