

Pengaruh Variasi Kecepatan Putar dan Jarak Penekanan Terhadap Kekuatan Impak Pada Sambungan Baja AISI 4140 dan AISI 4340 Dengan Metode Pengelasan Gesek (*Friction Welding*)

L. M. Syaifullah R^{1*}, Rodika¹, Ilham Ary Wahyudie¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : royansyaifullah@gmail.com

Received: 9 Agustus 2023; Received in revised form: 14 Agustus 2023; Accepted: 16 Agustus 2023

Abstract

Friction welding is one of several types of welding methods. The parameters that affect the strength of the joints in friction welding are rotational speed, pressing distance and friction time. Therefore, to produce connection strength in a production, appropriate parameters are needed. This study aims to determine the effect of variations in rotational speed and pressing distance on impact strength in AISI 4140 and AISI 4340 steel joints. mm. In this study, the results obtained were that the higher the rpm rotation and the greater the pressure distance given, the melting area in the welding joint area is wide and evenly distributed which makes the weld joint strong. This is proven, using a rotational speed of 1400 rpm and a pressing distance of 4 mm has the highest impact energy yield value of 138.349 Joules and the highest impact price yield value of 1.7293 Joules/mm². Meanwhile, the lowest value of the impact energy yield is 14.266 Joules, and the lowest value of the impact price is 0.1783 Joules/mm² using a rotational speed of 720 rpm and a pressing distance of 2 mm.

Keywords: Friction welding; Impact test; Steel AISI 4140 and AISI 4340; Variation of rotating speed and pressing distance parameters.

Abstrak

Pengelasan gesek merupakan salah satu dari beberapa jenis cara pengelasan. Parameter yang mempengaruhi kekuatan penyambungan pada pengelasan gesek yaitu, kecepatan putar, jarak penekanan dan lama waktu gesek. Maka dari itu, untuk menghasilkan kekuatan sambungan pada suatu produksi diperlukan parameter yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar dan jarak penekanan terhadap kekuatan impak pada sambungan baja AISI 4140 dan baja AISI 4340. Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan putar 720 rpm, 1000 rpm, dan 1400 rpm serta jarak penekanan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan putar dan semakin besar jarak penekanan yang diberikan, maka daerah leburan pada area sambungan pengelasan luas dan merata yang membuat penyambungan las kuat. Hal ini dibuktikan, dengan menggunakan kecepatan putar 1400 rpm dan jarak penekanan 4 mm memiliki nilai hasil energi impak tertinggi sebesar 138,349 Joule serta nilai hasil harga impak tertinggi sebesar 1,7293 joule/mm². Sedangkan nilai terendah hasil nilai energi impak sebesar 14,266 Joule dan nilai terendah harga impak sebesar 0,1783 joule/mm² menggunakan kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm.

Kata kunci: Baja AISI 4140 dan AISI 4340; Pengelasan gesek; Uji impak; Variasi parameter kecepatan putar dan jarak penekanan.

1. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan teknologi di bidang industri manufaktur saat ini, membuat sistem produksi dengan metode pengelasan sangat dibutuhkan. Pengelasan merupakan

salah satu sarana untuk mencapai ekonomi produksi yang lebih baik serta memiliki peranan dalam bidang konstruksi dan logam.

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dengan

menggunakan energi panas agar mencapai titik lebur logam. Penerapan metode pengelasan tidak hanya ditemui pada produksi suatu alat, namun juga dapat difungsikan sebagai reparasi dari semua jenis alat yang dibuat dari logam [1].

Pengelasan gesek merupakan teknik penyambungan dengan menggesekkan dua material bahan dengan proses pengelasan dimana salah satu bahan berputar dan bahan lainnya tetap dengan memberikan gaya, sehingga menghasilkan panas. Proses pengelasan jenis *solid state* merupakan salah satu metode teknologi las gesek. Penyambungan dua material logam yang sama jenis ataupun berbeda jenis dapat menggunakan metode pengelasan gesek (*friction welding*).

Pada penerapannya material yang sering digunakan pada pengelasan gesek yaitu baja. Baja merupakan paduan logam dan besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) unsur paduan utamanya. Kandungan karbon pada baja berkisar 0,2% sampai dengan 2,1% dengan berat yang sesuai.

Baja yang akan saya gunakan pada penelitian ini ialah baja AISI 4140 dan AISI 4340. Dengan metode penyambungan material bahan tersebut, variasi parameter yang akan digunakan ialah kecepatan putar dan jarak penekan. Kecepatan putar yang digunakan adalah masing-masing sebesar 720 rpm, 1000 rpm dan 1400 rpm. Sedangkan untuk jarak penekanannya sebesar 2 mm, 3 mm, dan 4 mm.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar dan jarak penekanan terhadap kekuatan impact pada hasil sambungan baja AISI 4140 dan AISI 4340 dengan metode pengelasan gesek (*friction welding*).

2. METODE PENELITIAN

Desain faktorial dapat dianggap sebagai persamaan regresi yang diperlukan untuk menentukan model hubungan antara variabel respon dan satu atau lebih variabel bebas. Metode ini juga diterapkan untuk

mencari pengaruh dari beberapa faktor tergantung kondisi hasil penelitian. Desain faktorial penuh adalah desain yang digunakan untuk mengetahui pengaruh beberapa faktor dan interaksinya secara bersamaan. Rancangan faktorial penuh memiliki sejumlah keunggulan, yang paling penting adalah hasilnya dapat diterapkan pada kondisi yang lebih luas karena kombinasi sejumlah faktor, dan informasi yang dikumpulkan lebih komprehensif karena dapat memeriksa efek utama dari interaksi.

Pada penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan antara lain: Baja AISI 4140 dan AISI 4340 yang merupakan baja komersial dan mempunyai ukuran Ø 20 mm dan panjang 80 mm. Mesin bubut digunakan sebagai media proses pengelasan dan penyayatan benda kerja setelah proses penyambungan selesai. Mesin freis digunakan untuk pembentukan benda kerja menjadi datar (persegi) sesuai ukuran standard ASTM E 23 Mesin gurinda tangan digunakan untuk memotong spesimen yang telah dilas dan dibubut, Mesin frais digunakan untuk proses pembentukan benda kerja menjadi datar (persegi) sesuai ukuran standard ASTM E 23. V-Block sebagai dudukan benda kerja pada saat proses pengelasan. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung proses laama waktu pengelasan. Kacamata berfungsi sebagai pelindung mata saat proses pengelasan dan pembubutan. Serta mesin uji impact untuk menguji hasil proses penyambungan las gesek baja AISI 4140 dan AISI 4340.

Pada penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu: 1). Variabel proses yang pada penelitian ini meliputi variasi parameter yang akan digunakan yaitu, kecepatan putar 720 Rpm, 1000 Rpm, dan 1400 Rpm, jarak penekanan 2 mm, 3 mm, 4, dan lama waktu gesek 60 detik; dan 2) variabel respon yang digunakan untuk mengetahui kekuatan sambungan hasil las gesek adalah dengan uji impact metode *charpy* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain eksperimen spesimen uji

No. Spesimen	Kecepatan Putar (Rpm)	Jarak Penekanan (mm)	Waktu Gesek (detik)
1	720	2	60
2	720	3	60

3	720	4	60
4	1000	2	60
5	1000	3	60
6	1000	4	60
7	1400	2	60
8	1400	3	60
9	1400	4	60

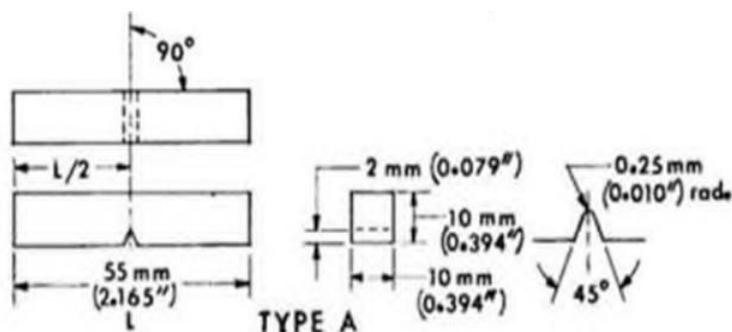
Proses pengelasan gesek (friction welding) pada penelitian ini menggunakan baja komersial AISI 4140 dan AISI 4340 dengan menggunakan mesin bubut sebagai alat untuk melakukan proses pengelasan gesek dengan variasi parameter yaitu, kecepatan putar 720 rpm, 1000 rpm, dan 1400 rpm, jarak penekanan yaitu, 2mm, 3mm, dan 4mm, serta lama waktu gesek yaitu 60 detik.

Material baja AISI 4340 dipasang pada bagian chuck yang berputar, sedangkan material baja AISI 4140 di pasang dibagian sisi yang lain dan dalam keadaan diam.

Selanjutnya, baja diputar menggunakan kecepatan putaran yang telah ditentukan.

Kemudian putar spindle dengan kecepatan putaran rpm yang bervariasi yaitu, 720 rpm, 1000 rpm dan 1400 rpm, variasi jarak penekanan yaitu, 2mm, 3mm, dan 4mm serta waktu penekanan tetap yaitu 60 detik.

Pada pembuatan spesimen hasil pengelasan gesek yang digunakan adalah dengan standar uji impak ASTM E23 dengan ukuran 55 mm x 10 mm x 10 mm dengan kedalaman takik 2 mm, dan sudut takik 45° seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Standar ASTM E 23 [10]

Proses pengujian impak dapat dilakukan setelah proses pengelasan dan pembuatan spesimen pengujian sesuai dengan standar uji impak ASTM E23 dengan ukuran 55 mm x 10 mm x 10 mm dengan kedalaman takik 2 mm, dan sudut takik 45 telah selesai dibuat. Pada spesimen tersebut menggunakan variasi parameter yang berbeda yaitu, kecepatan putar dan jarak penekanan, serta menggunakan lama waktu gesek tetap. Dengan menggunakan baja

komersial AISI 4140 dan AISI 4340 sebagai material pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data energi yang diserap dari pengelasan gesek dengan kecepatan putar 720 Rpm, 1000 Rpm, 1400 Rpm, jarak penekanan 2 mm, 3 mm, 4 mm menggunakan baja AISI 4140 dan AISI 4340, data energi yang diserap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data energi yang diserap (J) (A = 80 mm²)

No	Kecepatan Putar (Rpm)	Jarak Penekanan (mm)	Spesimen			Rata-rata
			1	2	3	
1	720	2	15.1505	13.824	13.824	14.2662
2	720	3	32.9005	25.1142	22.7733	26.9293
3	720	4	37.8119	36.1559	32.9005	35.6228

4	1000	2	23.6212	23.6212	22.1506	23.131
5	1000	3	34.5186	29.7236	25.1142	29.7855
6	1000	4	58.8176	41.1178	36.1559	45.3638
7	1400	2	31.3021	22.1506	19.2787	24.2438
8	1400	3	43.4361	36.1559	26.6293	35.4071
9	1400	4	139.571	139.571	135.905	138.349

Dilihat dari hasil rata-rata energi impact pada Tabel 2 mendapatkan nilai energi impact tertinggi pada kecepatan putar 1400 rpm dan jarak penekanan 4 mm dengan nilai energi impact sebesar 138.349 joule dan terendah pada kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm dengan nilai kekuatan impact 14.266 joule.

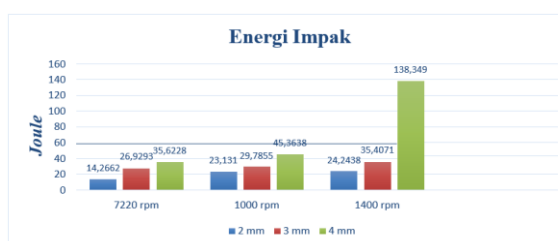
Hasil harga impact dari pengelasan gesek dengan kecepatan putar 720 Rpm, 1000 Rpm, 1400 Rpm, jarak penekanan 2 mm, 3 mm, 4 mm menggunakan baja AISI 4140 dan AISI 4340, data harga impact dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data harga impact (J/mm^2) ($A = 80 mm^2$)

No	Kecepatan Putar (Rpm)	Jarak Penekanan (mm)	Nilai Harga Impact (J/mm^2) Spesimen			Rata-rata
			1	2	3	
1	720	2	0.1893	0.1728	0.1728	0.1783
2	720	3	0.4112	0.3139	0.2846	0.3365
3	720	4	0.4726	0.4519	0.4112	0.4452
4	1000	2	0.2952	0.2952	0.2768	0.2890
5	1000	3	0.4314	0.3715	0.3139	0.3722
6	1000	4	0.7352	0.5139	0.4519	0.567
7	1400	2	0.3912	0.2768	0.2409	0.3029
8	1400	3	0.5429	0.4519	0.3328	0.4425
9	1400	4	1.7446	1.7446	1.6988	1.7293

Dilihat dari hasil rata-rata harga impact pada tabel 3 mendapatkan nilai harga impact tertinggi pada kecepatan putar 1400 rpm dan jarak penekanan 4 mm dengan nilai kekuatan impact sebesar 1.7293 joule/ mm^2 dan terendah pada kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm dengan nilai kekuatan impact 0.1783 joule/ mm^2 .

Hasil pengujian impact akan dianalisis, data yang di analisis meliputi hasil energi impact dan harga impact. Perbedaan nilai keseluruhan hasil harga impact pada spesimen uji impact dapat dilihat dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Data Energi Impact

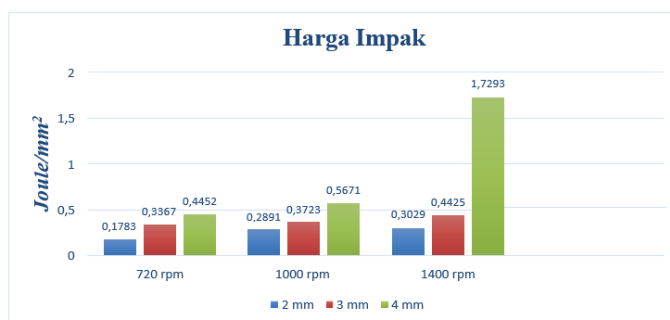
Dilihat dari grafik data energi impact pada gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan data energi impact yang signifikan dari spesimen dengan

menggunakan parameter yaitu kecepatan putar 720 rpm, 1000 rpm, 1400 rpm dan jarak penekanan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Hal ini, menyebabkan adanya perbedaan nilai

energi impact dari yang terendah dan tertinggi. Berdasarkan grafik energi impact, dapat dinyatakan bahwa data energi impact yang terendah diperoleh pada spesimen yang menggunakan parameter pada kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm dengan data energi impact sebesar 14.266 joule. Sedangkan untuk data tertinggi diperoleh pada spesimen yang

menggunakan parameter dengan data energi impact sebesar 138.349 joule.

Hasil pengujian impact akan dianalisis, data yang di analisis meliputi hasil nilai harga impact. Perbedaan nilai keseluruhan dari hasil energi yang diserap pada spesimen uji impact dapat dilihat dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik harga impact

Dilihat dari grafik data harga impact pada gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan data harga impact yang signifikan dari spesimen yang menggunakan variasi parameter yaitu kecepatan putar 720 rpm, 1000 rpm, 1400 rpm dan jarak penekanan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Hal ini, mengakibatkan adanya perbedaan nilai harga impact dari yang terendah dan tertinggi. Berdasarkan grafik harga impact, dapat dinyatakan bahwa data harga impact yang terendah diperoleh pada spesimen yang menggunakan parameter pada kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm dengan data harga impact sebesar 0,1783 joule/mm². Sedangkan untuk data harga impact tertinggi diperoleh pada spesimen yang menggunakan parameter dengan data harga impact sebesar 1,7293 joule/mm².

4. SIMPULAN

Berdasarkan pada analisa data pengaruh variasi kecepatan putar dan jarak penekan terhadap kekuatan impact pada sambungan baja AISI 4140 dan AISI 4340 dengan metode pengelasan gesek (*friction welding*) disimpulkan bahwa kecepatan putar, jarak penekanan, dan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh terhadap kekuatan impact pada sambungan baja AISI 4140 dan AISI 4340. Nilai energi yang diserap terendah berada pada variasi parameter kecepatan putar 720 rpm dan

jarak penekanan 2 mm dengan nilai rata-rata sebesar 14,266 joule dan nilai energi yang diserap tertinggi berada pada variasi parameter kecepatan putar 1400 rpm dan jarak penekanan 4 mm dengan nilai rata-rata sebesar 138,349 joule. Sedangkan nilai impact terendah berada pada variasi parameter kecepatan putar 720 rpm dan jarak penekanan 2 mm dengan nilai rata-rata sebesar 0,1783 joule/mm² dan nilai impact tertinggi berada pada variasi parameter kecepatan putar 1400 rpm dan jarak penekanan 4 mm dengan nilai rata-rata sebesar 1,7293 joule/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmansyah, "Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja ST 37 dan ST 42," 2021, [Online]. Available: addison wesley publishing company
- [2] T. Wiryosumarto, H dan Okumura, Teknologi Pengelasan Logam, Pradaya Pa. Jakarta: Pradaya Paramita, cetakan 9, 2004.
- [3] S. Ibnu, "Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, dan Struktur Makro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (Friction Welding)," Yogyakarta, 2002.
- [4] T. Rochim, Teori Dan Teknologi Proses Permesinan. 1985.
- [5] A. Ansyori, "Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur

-
- Pahat pada Pemesinan Freis Paduan Magnesium," *Mechanical*, vol. 6, no. 1, pp. 28-35, 2015, doi: 10.23960/mech.v6.i1.201504.
- [6] A. Setiawan, "Pengaruh Hujan, Air Laut, Dan Air Sungai Terhadap Laju Korosi Baja St 37 Yang Dipoles Dan Tidak Dipoles," 2018.
- [7] Sunardi, "Effect of Temperature Variation in Process Self Tempering And Variation Of Holding," vol. 1, no. 1, pp. 79-88, 2016.
- [8] M. Nurhasan et al., "Pengaruh panas terhadap baja AISI 4340 pada daerah HAZ, logam las, dan bahan induk setelah mengalami pengelasan SMAW The effect of heat on AISI 4340 steel in the HAZ area, weld metal, and base material after the SMAW welding process," pp. 81-87, 2021.
- [9] S. and S. R. S. Kalpakjian, "Manufacturing Engineering Illinois Institute of Technology," p. Chapter 31-900-921, 2009.
- [10] M. A. Muftinur et al., "Analisis Ketangguhan Material Baja A36 Hasil Pengelasan FCAW (Flux Cored Arc Welding) Berdasarkan Metode Pengujian Impak ASTM E23," pp. 477-482, 2018.
- [11] A. Ahmad, L. L. Salomon, and J. Jessica, "Desain Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Kekuatan Produk Dengan Pendekatan Analisis Desain Faktorial," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 3, pp. 209-220, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i3.4247.
- [12] M. R. Fadilah, F. Aswin, P. Manufaktur, and N. Bangka, "Prosiding Seminar Nasional," 2022.
- [13] P. Ilham, "Analisa Sambungan Las Gesek Rotary Material Baja ST 37 dan ST 42," 2022.
- [14] B. Margono et al., "1. 141," pp. 141-148, 2020.