

## KARAKTERISTIK KEKUATAN TARIK PENGELASAN FRIKSI MATERIAL AISI 1018 PADA KONDISI *LOW ROTATIONAL SPEED* DAN *LOW PRESSURE*

**Nugraha Prasetya Derajat**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [nugrahaprasetya.22025@mhs.unesa.ac.id](mailto:nugrahaprasetya.22025@mhs.unesa.ac.id)

**Akhmad Hafizh Ainur Rasyid**

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [akhmadrasyid@unesa.ac.id](mailto:akhmadrasyid@unesa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kecepatan putar rendah terhadap kekuatan tarik sambungan yang dihasilkan melalui pengelasan friksi bertekanan rendah pada baja karbon rendah AISI 1018. Metode yang diterapkan berupa eksperimen dengan variasi kecepatan putar 360 rpm dan 560 rpm, menggunakan tekanan aksial 4,13 MPa. pada spesimen berbentuk silinder berdiameter 20 milimeter. Proses pengelasan dilakukan di bengkel bubut tunggal mandiri, sedangkan pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik universal setelah spesimen dibubut mengikuti standar ASTM E8. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi 360 rpm menghasilkan kekuatan tarik maksimum tertinggi sebesar 325,4 MPa, dengan nilai lain pada pengulangan yang sama sebesar 280,1 MPa dan 118,6 MPa. Pada variasi 560 rpm, kekuatan tarik maksimum tertinggi sebesar 247,9 MPa, sedangkan nilai terendah sebesar 109,3 MPa dan 111,1 MPa. Data memperlihatkan hasil yang fluktuatif antar pengulangan, yang mengindikasikan adanya pengaruh kestabilan proses terhadap pembentukan ikatan sambungan. Simpulan penelitian menyatakan bahwa pada kondisi tekanan rendah yang digunakan, kecepatan putaran 360 rpm memberikan kekuatan tarik sambungan tertinggi dibandingkan 560 rpm.

**Kata Kunci:** Pengelasan friksi, Tekanan rendah, AISI 1018, Kecepatan putaran, kekuatan tarik.

### Abstract

*This study aims to examine the effect of low rotational speed on the tensile strength of joints produced by low-pressure friction welding on AISI 1018 low-carbon steel. The method applied was an experiment with variations in rotational speed of 360 rpm and 560 rpm, using an axial pressure of 4.13 MPa on cylindrical specimens with a diameter of 20 millimeters. The welding process was carried out in a single independent lathe workshop, while the tensile testing was performed using a universal tensile testing machine after the specimens were lathed according to the ASTM E8 standard. The test results showed that the 360 rpm variation produced the highest maximum tensile strength of 325.4 MPa, with other values in the same repetition of 280.1 MPa and 118.6 MPa. At a variation of 560 rpm, the highest maximum tensile strength was 247.9 MPa, while the lowest values were 109.3 MPa and 111.1 MPa. The data showed fluctuating results between repetitions, indicating the influence of process stability on the formation of joint bonds. The conclusion of the study states that under the low pressure conditions used, a rotation speed of 360 rpm provides the highest tensile strength of the joint compared to 560 rpm.*

**Keywords:** Friction welding, Low pressure, AISI 1018, Rotational speed, Tensile strength.

### PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan yang banyak digunakan dalam bidang manufaktur karena mampu menghasilkan sambungan permanen pada komponen teknik. (AWS, 2014) Kualitas sambungan las perlu dipastikan agar komponen mampu bekerja aman ketika menerima beban, sehingga pengujian sifat mekanik menjadi tahapan penting dalam evaluasi hasil pengelasan. (ASTM International, 2003) Salah satu parameter utama yang umum digunakan untuk menilai mutu sambungan adalah kekuatan tarik, karena menggambarkan kemampuan sambungan menahan beban tarik hingga mencapai tegangan maksimum sebelum mengalami kegagalan. (ASTM International, 2003)

Pengelasan friksi termasuk proses *solid state welding*, yaitu proses penyambungan yang tidak melibatkan pencairan logam induk, melainkan memanfaatkan panas

dari gesekan dan deformasi plastis pada permukaan kontak. (Thirumalaikkannan *et al.*, 2022) Secara umum, panas yang timbul akibat gesekan akan meningkatkan temperatur di daerah antarmuka hingga material menjadi plastis, kemudian tekanan aksial membantu pembentukan ikatan metalurgi yang memengaruhi kekuatan tarik sambungan. (Paul & Sarkar, 2022) Keunggulan pendekatan *solid state* ini sering dikaitkan dengan potensi distorsi yang lebih rendah dan sifat mekanik sambungan yang baik, sehingga menarik untuk diaplikasikan pada material teknik yang banyak dipakai di industri. (Ramesh *et al.*, 2019)

Material AISI 1018 merupakan baja karbon rendah yang umum digunakan pada komponen permesinan dan konstruksi karena memiliki karakteristik yang cukup baik untuk berbagai aplikasi. (Bhatia *et al.*, 2025) Dalam penggunaannya, sambungan pada AISI 1018 tetap harus memenuhi persyaratan kekuatan, sehingga pengukuran

kekuatan tarik sambungan menjadi indikator penting untuk menilai keberhasilan proses pengelasan friksi pada material ini. (Soomro *et al.*, 2024) Pengujian tarik pada sambungan las umumnya mengacu pada standar yang baku agar dimensi spesimen dan prosedur pengujian seragam, sehingga data yang dihasilkan dapat dianalisis dan dibandingkan secara konsisten. (ASTM International, 2003)

Pada proses *rotary friction welding*, beberapa parameter seperti kecepatan putar, tekanan aksial, dan waktu proses berperan langsung dalam menentukan besarnya panas yang terbentuk, tingkat deformasi plastis, serta kualitas ikatan pada antarmuka. (Dhamothara Kannan *et al.*, 2023) Perubahan kecepatan putar dapat meningkatkan atau menurunkan input panas dan kondisi aliran material, sehingga pengaruhnya terhadap kekuatan tarik sambungan tidak selalu bersifat linier. (Suwanda *et al.*, 2024) Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putar pada kondisi tertentu dapat menaikkan kekuatan tarik, namun pada kondisi lain dapat menghasilkan ikatan yang kurang optimal apabila terjadi ketidakseimbangan panas dan tekanan selama proses. (Thirumalaikkannan *et al.*, 2022) Di sisi lain, putaran yang lebih rendah pada kondisi proses yang stabil dapat membentuk struktur yang lebih terkendali di daerah sambungan, yang berpotensi mendukung peningkatan sifat mekanik termasuk kekuatan tarik. (Thirumalaikkannan *et al.*, 2023)

Selain kecepatan, kondisi tekanan rendah pada pengelasan friksi memiliki tantangan tersendiri karena gaya aksial yang terbatas dapat memengaruhi kestabilan kontak antarmuka, pembentukan ikatan, dan konsistensi hasil kekuatan tarik antar spesimen. (Żurawski, 2022) Karena itu, pengembangan dan evaluasi metode *friction welding* tekanan rendah menjadi penting untuk mencari kombinasi parameter yang efisien namun tetap menghasilkan kekuatan tarik sambungan yang memadai. (Bhattacharjee *et al.*, 2025) Fluktuasi nilai kekuatan tarik antar pengulangan juga dapat muncul akibat variasi kondisi proses, seperti kestabilan tekanan, perbedaan kondisi permukaan, dan distribusi panas pada area kontak. (Adin & Okumuş, 2022) Penelitian lain menunjukkan bahwa pengendalian kondisi termal, termasuk pemanasan awal atau perlakuan pascalas, dapat memengaruhi mikrostruktur daerah sambungan dan berdampak pada kekuatan tarik yang dihasilkan. (Li *et al.*, 2020).

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kecepatan putar rendah dan tekanan rendah terhadap kekuatan tarik sambungan hasil pengelasan friksi pada material AISI 1018. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat berkontribusi bagi pengembangan metode pengelasan friksi, khususnya pada kondisi parameter putaran dan tekanan rendah dalam menentukan pengelasan yang lebih efektif, efisien, dan ekonomis.

## METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan variasi kecepatan putaran 360 rpm dan 560 rpm dari pengelasan friksi tekanan rendah pada

material baja AISI 1018 terhadap hasil pengujian kekuatan tarik.

## Tempat dan Waktu Penelitian

### a) Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di beberapa lokasi. Proses pengelasan dilaksanakan di Bengkel Bubut Tuggal Mandiri, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, sedangkan pengujian tarik dilakukan di Politeknik Negeri Malang

### b) Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung pada rentang waktu Desember 2025 sampai dengan Januari 2026

## Variabel Penelitian

### a) Variabel Bebas (*Independent*)

Variabel bebas dalam penelitian ini berupa variasi kecepatan putar, yaitu 360 rpm dan 560 rpm.

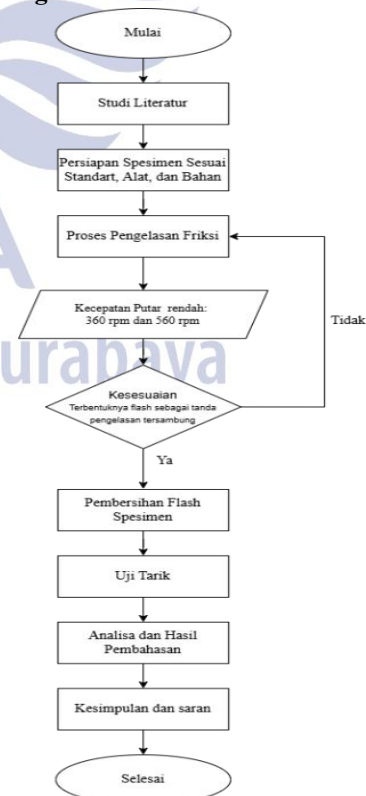
### b) Variabel Terikat (*Dependent*)

Variabel terikat yang diamati adalah hasil uji kekuatan tarik spesimen.

### c) Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini meliputi penggunaan proses pengelasan friksi dengan tekanan rendah, material baja AISI 1018, spesimen berbentuk silinder dengan panjang 200 mm dan diameter 20 mm, tekanan aksial sebesar 4,13 MPa, serta waktu penekanan selama 5 detik.

## Rancangan Penelitian



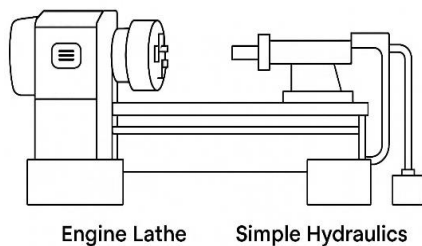
Gambar 1. Flowchart Penelitian

## Prosedur Peelitian

### A. Persiapan Alat dan Bahan

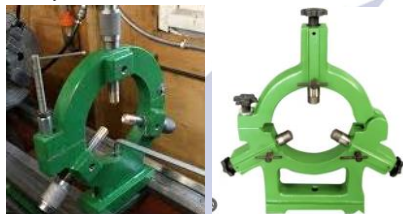
#### a) Alat yang digunakan

1. Mesin pengelasan friksi tekanan rendah



Gambar 2. Mesin Pengelasan Friksi Tekanan Rendah

2. *Steady rest*



Gambar 3. *Steady Rest*

3. *Universal testing machine (UTM)*



Gambar 4. *Universal Testing Machine*

#### b) Bahan yang digunakan

1. Baja As material AISI 1018



Gambar 5. Baja Karbon Rendah AISI 1018

### B. Proses Pengelasan *Rotary Friction*

- a) Seluruh alat dan material yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu sebelum pengelasan dimulai,
- b) Spesimen dipasang pada *chuck* secara baik dan kokoh, kemudian dikencangkan sampai posisi benar terkunci dengan kuat,
- c) Kecepatan putar spindle disetel mengikuti variasi parameter yang ditetapkan pada penelitian ini yaitu 360 rpm dan 560 rpm,
- d) Selama proses pengelasan berlangsung, tekanan diberikan dengan nilai yang dijaga tetap/konstan,

- e) Setelah pengelasan selesai, spesimen dibiarkan mengalami pendinginan secara alami pada suhu lingkungan

### C. Proses Pengujian Tarik

- a) Spesimen uji dipersiapkan terlebih dahulu, kemudian diberi identitas berupa tanda atau label,
- b) Mesin uji tarik dinyalakan, lalu dilakukan pengecekan untuk memastikan alat berada dalam kondisi siap digunakan,
- c) Spesimen dipasang pada penjepit/pencekam mesin dengan posisi yang tepat agar tidak terjadi ketidaksejajaran saat pengujian,
- d) Besarnya gaya pembebanan/parameter pengujian diatur sesuai kebutuhan, kemudian dilakukan *setting* pada mesin uji tarik,
- e) Setelah semua pengaturan sesuai, mesin dijalankan untuk memulai pelaksanaan uji tarik,
- f) Spesimen yang telah selesai diuji dilepas, lalu langkah-langkah yang sama diterapkan Kembali pada spesimen berikutnya secara berurutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Parameter Pengelasan

Dalam penelitian ini digunakan variasi kecepatan putar sebesar 360 rpm dan 560 rpm. Adapun parameter yang diterapkan selama proses pengelasan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter Pengelasan

| Pengelasan      | Pengelasan Friksi Tekanan Rendah            |
|-----------------|---------------------------------------------|
| Mesin Bubut     | Guangshou <i>Gap-Bed Lathe</i> C6240B       |
| Tekanan Aksial  | 600 Psi (4,13 MPa)                          |
| Material        | Baja Karbon AISI 1018                       |
| Bentuk Material | Baja As (bentuk Silinder)                   |
| Diameter        | 20 mm (bagian luar), 12,5 mm (bagian dalam) |

### B. Hasil Pengelasan

Setelah proses pengelasan pada material baja AISI 1018 dilakukan dengan variasi kecepatan putar 360 rpm dan 560 rpm, diperoleh hasil pengelasan sebagai berikut :



Gambar 6. Hasil Pengelasan Kecepatan Putaran 360 rpm



Gambar 7. Hasil Pengelasan Kecepatan Putaran 500 rpm

Berdasarkan hasil dokumentasi baja as yang telah mengalami proses pengelasan dengan variasi kecepatan putar 360 rpm dan 560 rpm, terlihat bahwa proses pengelasan berhasil menyatukan dua batang baja as yang disambung. Secara visual dengan pengamatan langsung, tidak tampak adanya kegagalan pada sambungan.

### C. Pengujian Tarik

#### a) Data Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kekuatan tarik sambungan hasil pengelasan dengan jumlah spesimen yang digunakan sebanyak enam buah, dengan variasi perlakuan terdiri dari tiga spesimen sehingga dapat diperoleh data yang lebih representative untuk setiap kondisi. Setelah proses pengelasan selesai, spesimen dibubut untuk membentuk benda uji tarik sesuai standar dimensi ASTM E8. Hasil pengujian tarik disajikan pada tabel dan gambar sebagai berikut:



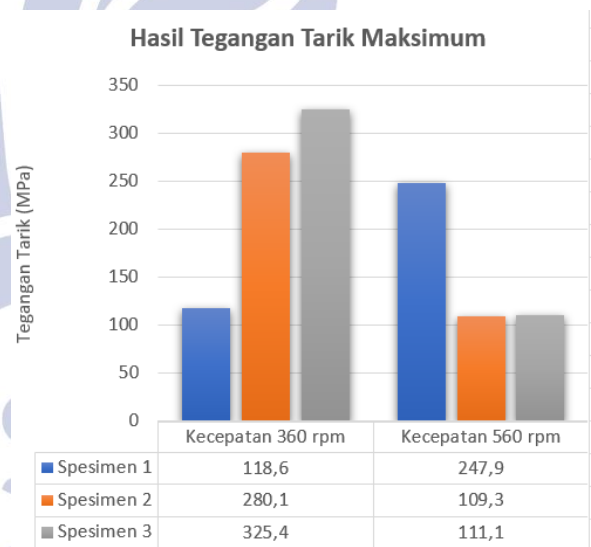
Gambar 8. Hasil pengujian tarik kecepatan 360 rpm



Gambar 9. Hasil Pengujian Tarik Kecepatan 560 rpm

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

| Variabel |    | Beban (N) | Tegangan Tarik (Mpa) | Modulus & Elastisitas (MPa) |
|----------|----|-----------|----------------------|-----------------------------|
| 360 rpm  | 1A | 14547,1   | 118,6                | 5156,5                      |
|          | 1B | 34366,4   | 280,1                | 9035,5                      |
|          | 1C | 39926,7   | 325,4                | 7656,5                      |
| 560 rpm  | 2A | 30416,3   | 247,9                | 9534,6                      |
|          | 2B | 12413,5   | 109,3                | 7935,7                      |
|          | 2C | 13627,3   | 111,1                | 5942,9                      |



Gambar 10. Grafik Hasil Uji Tarik

#### b) Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 10 dapat diketahui bahwa Pada variasi kecepatan 360 rpm, nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi diperoleh pada Spesimen 3 sebesar 325,4 MPa, sedangkan nilai terendah diperoleh pada Spesimen 1 sebesar 118,6 MPa. Data ini menunjukkan bahwa pada kecepatan 360 rpm terjadi peningkatan kekuatan tarik dari spesimen 1 ke spesimen 3, meskipun masih terdapat selisih yang cukup signifikan antar pengulangan.

Pada variasi kecepatan 560 rpm, nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi diperoleh

pada Spesimen 1 sebesar 247,9 MPa, sedangkan nilai terendah pada Spesimen 2 sebesar 109,3 MPa. Jika dibandingkan dengan variasi 360 rpm, nilai kekuatan tarik pada 560 rpm cenderung lebih rendah dan menunjukkan penurunan yang cukup signifikan pada dua spesimen.

Dari dua variasi kecepatan dan tiga pengulangan pada setiap variasi, hasil uji tarik yang diperoleh menunjukkan kecenderungan yang berfluktuasi. Pada kecepatan 360 rpm, nilai kekuatan tarik maksimum justru lebih tinggi dibandingkan 560 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putar tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan tarik sambungan. Perbedaan nilai antar spesimen dalam variasi yang sama dapat disebabkan oleh ketidakkonsistenan proses selama pengelasan, seperti distribusi panas, tekanan gesek, maupun waktu kontak yang mempengaruhi terbentuknya ikatan antar material.

Secara umum, berdasarkan grafik dapat diperoleh bahwa variasi kecepatan 360 rpm menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi dalam pengujian ini, sedangkan variasi 560 rpm menunjukkan kecenderungan penurunan nilai kekuatan tarik. Meskipun demikian, seluruh hasil masih menunjukkan bahwa sambungan berhasil terbentuk, namun dengan kualitas kekuatan tarik yang berbeda pada setiap parameter dan pengulangan.

## Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengelasan friksi putar dengan tekanan rendah, yang ditinjau melalui data uji tarik sebagaimana telah dijelaskan pada bagian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa variasi kecepatan putar memberikan pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik sambungan. Secara umum, kondisi kecepatan putar yang lebih rendah menunjukkan kecenderungan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan kecepatan putar yang lebih besar. Pada penelitian ini pengelasan friksi tekanan rendah dengan kecepatan putar 360 rpm memberikan hasil kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 325,4 MPa. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pemilihan parameter putaran lebih rendah pada kondisi tekanan rendah berpotensi menghasilkan kualitas sambungan yang lebih baik, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan parameter pengelasan yang efektif dan efisien untuk material baja AISI 1018.

## Saran

Adapun beberapa saran atau masukan yang dapat dijadikan pertimbangan bagi peneliti dalam melakukan penelitian terkait pengelasan friksi dengan tekanan rendah adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian berikutnya, peneliti disarankan untuk menetapkan *proses pre-heat* dengan temperature

yang lebih tinggi serta mengatur waktu pengelasan yang lebih optimal.

2. Penelitian lanjutan diharapkan dapat dilakukan dengan kondisi mesin bubut dan sistem hidrolik yang lebih stabil dan kaku.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada mas choirul Hamzah selaku pemilik Bengkel Bubut Mandiri atas izin dan kesempatan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan di bengkel tersebut. Selain itu saya juga menyampaikan terima kasih kepada Bu Hanna Zakiyya, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Ahmad Saepudin, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan evaluasi, arahan, dan berbagai masukan yang konstruktif. Saran-saran yang diberikan menjadi bahan perbaikan penting dalam penyempurnaan penelitian tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adin, M. Ş., & Okumuş, M. (2022). Investigation of Microstructural and Mechanical Properties of Dissimilar Metal Weld Between AISI 420 and AISI 1018 STEELS. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(7), 8341–8350. <https://doi.org/10.1007/s13369-021-06243-w>
- Alghazalah, S. A. S., & Mala Ali, S. M. J. (2023). Effect of Forging Pressure on Mechanical Properties of Two Dissimilar Welded Joints of Austenitic Stainless Steel AISI304 and Low Carbon Steel ST-37 Using Rotary Friction Welding Techniques. *Universal Journal of Mechanical Engineering*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.13189/ujme.2023.110101>
- ASTM Internasional, E. / E. 8M-3. (2003). Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. In *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM International.
- Bhatia, A., Wattal, R., Kumar, R., Agrawal, A. P., & Dewangan, S. (2025). Optimization of friction stir welding parameters for enhanced mechanical properties of AISI 1018 carbon steel. *Scientific Reports*, 15, 31632. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-16668-0>
- Nurchahyo, J., & Rasyid, A. H. A. (2025). PENGARUH PUTARAN TERHADAP KEKUATAN TARIK PENGELASAN FRIKSI TEKATAN RENDAH MATERIAL AISI 1018. 14.
- Ou, Y., Deng, Y., Zhang, W., Zhao, Y., & Zeng, J. (2023). Effect of friction time on heat distribution, material flow, and microstructure of friction welding of dissimilar steels. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials:*

*Design and Applications*, 237(2), 437–450.  
<https://doi.org/10.1177/14644207221117671>

Ramesh, A. P., Subramaniyan, M., & Eswaran, P. (2019). Review on Friction Welding of Similar/Dissimilar Metals. *Journal of Physics: Conference Series*, 1362, 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1362/1/012032>

Soomro, I. A., Solangi, S., Ali, I., Aftab, U., Zhao, L., Abbas, Z., Hassan, A., & Alam, M. A. (2024). Postweld heat treatment of rotary friction welded AISI 1018 steel: Microstructure, mechanical properties and corrosion resistance evaluation. *Welding International*, 38(12), 835–846. <https://doi.org/10.1080/09507116.2024.2435481>

Suwanda, T., Yulianto, T., Nugroho, A. W., & Ardiyansyah, N. (2024). Effect of Friction Pressure on the Mechanical Properties of CDFW Dissimilar Aluminium 6061-T6 and Stainless steel 304 Welding Joints. *Semesta Teknika*, 27(1), 1–9. <https://doi.org/10.18196/st.v27i1.18534>

Switzner, N., Yu, Z., Eff, M., Lienert, T., & Fonseca, A. (2018). Microstructure and mechanical property variations within inertia friction-welded joints of stainless steel to steel: Within-joint microstructure and mechanical property distributions must be considered when designing novel applications for dissimilar friction welding. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(9–12), 4327–4340. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1568-3>

Thirumalaikkannan, D. K., Paramasivam, S., Visvalingam, B., Sonar, T., Ivanov, M., & Murugaesan, S. (2023). Microstructural characteristics and mechanical properties of rotary friction-welded dissimilar AISI 431 steel/AISI 1018 steel joints. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials*, 32(1), 20220273. <https://doi.org/10.1515/jmbm-2022-0273>

Żurawski, P. (2022). Perspectives of the Low Force Friction Welding Process. *Manufacturing Technology*, 22(5), 633–643. <https://doi.org/10.21062/mft.2022.067>