

## **Pengaruh Suhu *Pre-Heat Friction Welding* Terhadap Sifat Mekanis dan Morfologi Baja AISI 201**

Warso<sup>1</sup>, Sutarno<sup>2</sup>, Rivkih amanulloh<sup>3</sup>, Azis satria firmansyah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Mesin STT Wiworotomo Purwokerto

E-mail : [warso.januari@gmail.com](mailto:warso.januari@gmail.com), [sutarnopas@gmail.com](mailto:sutarnopas@gmail.com), [rivkih.amanu3003@gmail.com](mailto:rivkih.amanu3003@gmail.com),

[fazissatria@gmail.com](mailto:fazissatria@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dan morfologi pada Material Baja AISI 201. Tekanan tempa 80 Psi dengan menggunakan kecepatan putar mesin 5600 Rpm dan suhu *preheat* yang digunakan yaitu 400<sup>0</sup>C, 500<sup>0</sup>C, 600<sup>0</sup>C. Metode dalam penelitian menggunakan metode deskriptif. Hasil pengujian menghasilkan tegangan tarik rata-rata variasi suhu *preheat* 400<sup>0</sup>C sebesar 523.1 N/mm<sup>2</sup>, variasi *preheat* 500<sup>0</sup>C sebesar 534.3 N/mm<sup>2</sup>, variasi *preheat* 600<sup>0</sup>C sebesar 566.6 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 696.35 N/mm<sup>2</sup>. Untuk itu tegangan tarik rata - rata terbesar pada variasi *ini* raw material yaitu 696.35 N/mm<sup>2</sup> dan dari hasil data diperoleh hasil regangan tarik rata-rata variasi *preheat* 400<sup>0</sup>C sebesar 10.83 %, variasi *preheat* 500<sup>0</sup>C sebesar 11.05 %, variasi *preheat* 600<sup>0</sup>C sebesar 11.73 %, dan raw material 23.14 %. tegangan Bending rata-rata variasi suhu *preheat* 400<sup>0</sup>C sebesar 21.85N/mm<sup>2</sup>, variasi *preheat* 500<sup>0</sup>C sebesar 52.31 N/mm<sup>2</sup>, variasi suhu *preheat* 600<sup>0</sup>C sebesar 53,38 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 117.71N/mm<sup>2</sup>. Hasil tegangan tarik rata - rata terbesar pada variasi *ini* raw material yaitu 117.71N/mm<sup>2</sup>, pada pengujian kekerasan didapatkan nilai 294.7 VHN dan pengujian SEM pada *Specimen* dengan hasil yang terbaik terdapat didaerah HAZ yang di perbesar 5000x ,200 x,dan 100x , terlihat bahwa pada daerah HAZ pada penekanan *friction welding* terisi sempurna tanpa cacat las .

**Kata kunci** : Baja AISI 201, *friction welding*, *preheat*, , uji kekerasan, uji tarik

### **ABSTRACT**

*This study aims to determine the mechanical and morphological properties of AISI 201 Steel Material. The forging pressure is 80 Psi using a rotating speed of 5600 Rpm and the preheat temperature used is 400<sup>0</sup>C, 500<sup>0</sup>C, 600<sup>0</sup>C. The method in this research is descriptive method. The test results produce an average tensile stress of 400<sup>0</sup>C preheat temperature variation of 523.1 N/mm<sup>2</sup>, 500<sup>0</sup>C preheat variation of 534.3 N/mm<sup>2</sup>, 600<sup>0</sup>C preheat variation of 566.6 N/mm<sup>2</sup>, and raw material of 696.35 N/mm<sup>2</sup>. For this reason, the largest average tensile stress in this variation of raw material is 696.35 N/mm<sup>2</sup> and from the data results obtained the average tensile strain of 400<sup>0</sup>C preheat variation is 10.83%, 500<sup>0</sup>C preheat variation is 11.05%, 600<sup>0</sup>C preheat variation is 11.73%, and raw materials 23.14%. The average bending stress of the 400<sup>0</sup>C preheat temperature variation is 21.85N/mm<sup>2</sup>, the 500<sup>0</sup>C preheat variation is 52.31 N/mm<sup>2</sup>, the 600<sup>0</sup>C preheat variation is 53.38 N/mm<sup>2</sup>, and the raw material is 117.71N/mm<sup>2</sup>. The results of the largest average tensile stress in this variation of raw material are 117.71N/mm<sup>2</sup>, in the hardness test a value of 294.7 VHN is obtained and the SEM test on the specimen is the best in the HAZ area which is enlarged 5000x, 200x, and 100x, it can be seen that in the The friction welding penetration welding HAZ is completely filled with no weld defects.*

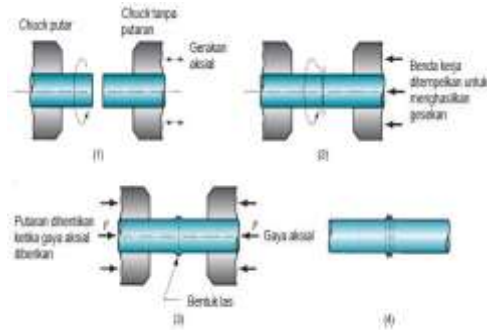
**Keywords:** AISI 201 steel, *friction welding*, *preheat*, hardness test, tensile test

### 1. Pendahuluan

Penggunaan teknologi pada sambungan logam sangat sering kali ditemui, dimana proses penyambungannya dengan cara mencairkan dua buah logam. Perkembangan tersebut memaksakan pada peningkatan kualitas produk dan kecepatan produksi guna meningkatkan efisien dan biaya produksi. Karakteristik dari hasil pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah parameter dalam pengelasan. Parameter proses sambungan yang dilakukan pada penelitian ini adalah perlakuan panas yang berpengaruh pada hasil *friction welding* pengelasan dimana dipengaruhi oleh waktu gesekan, tekanan gesek, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar, dalam prosesnya, pengelasan gesek atau *friction welding* memerlukan sedikit waktu lebih lama untuk menyatukan dua benda kerja, sebab untuk menyatukan dua benda kerja dalam *friction welding* memanfaatkan suatu gesekan yang nantinya akan menghasilkan panas yang mengakibatkan keadaan benda kerja tersebut mencapai titik leburnya dan kemudian ditempa-kan atau ditekan dan kemudian menyatu, hal tersebutlah yang mengakibatkan prosesnya memakan waktu sedikit agak lama. Maka dari itu dibutuhkan proses lain untuk membantu menekan waktu pengerjaan yang diharapkan akan mengurangi waktu pengerjaannya. pada penelitian ini peneliti menggunakan perlakuan *preheat* yang akan di kolaborasi *friction welding*.

#### 1.1. Friction Welding

*Friction welding* ialah sebuah proses sambungan yang diakibatkan oleh 2 buah logam yang digesekan dan diberi sebuah penakanan [1]. Gesekan yang terjadi pada permukaan logam maka terjadi peningkatan suhu dari kedua material tersebut. Setelah gesekan terjadi dan peningkatan suhu logam terjadi kemudian diberikan penekakan sehingga membentuk ikatan metalurgi. Pada pengelasan gesek sudah tidak dibutuhkan lagi *filler* (bahan otambah) dan *flux* [2]. Selain itu pengelasan gesek juga tidak menggunakan *shielding gas* serta tidak terjadi pencairan material. Seperti terlihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Friction Welding

Prinsip kerjanya *Friction Welding* yaitu dengan memanfaatkan panas yang di akibatkan oleh gesekan material yang berputar dengan material diam. Sehingga material akan meleleh dan akan tersambung.

Penelitian oleh Daryono mengenai *friction welding* pada material aluminium mendapatkan hasil ada pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan material yang dipengaruhi oleh putaran *spindle* [3]. Penelitian serupa oleh Teuku mengenai *friction welding* dilihat dari putaran *spindle* didapat hasil bahwa *friction welding* lebih cocok digunakan untuk material yang berbentuk silinder atau penyambungan pada poros [4]. Penelitian yang serupa oleh Budi pada pengelasan gesek material pipa dengan kadar baja karbon rendah, dimana gesekan yang terjadi pada saat penyambungan 35 detik dengan nilai tekanan gesek 15 kg/cm<sup>2</sup>, putaran 4125 rpm dan tekanan tempa 70 kg/cm<sup>2</sup> maka akan terjadi perubahan struktur mikro [5]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Muhammad Dzulfikar mengenai tekanan pada sambungan las gesek material aluminium AA1100 dengan hasil semakin besar penekanan maka akan ada pengaruh pada kekuatan sambungan las [6]

#### 1.2. Material Baja Stainless Steel

Material Baja *Stainless Steel* adalah material yang tahan karat yang didapat dari lapisan film oksida kromium. seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Stainless Steel

1.3. Preheating

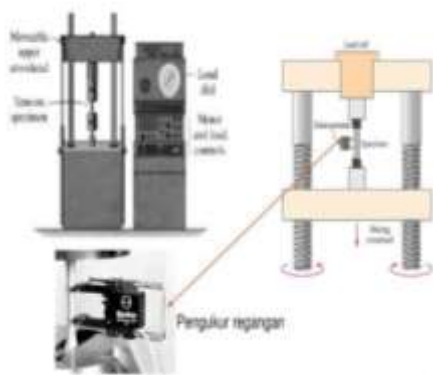
Menurut *American Welding Societ (AWS)* bahwa *preheat* adalah suatu perlakuan panas yang diberikan kepada loga yang akan disambung untuk mendapatkan *preheat temperature* yang diinginkan. Sedangkan untuk *preheat temperature* adalah sebuah *base metal* didaerah atau sekitar area yang akan disambung atau dilas sebelum proses sambungan dimulai.

Penelitian oleh Dimas yaitu pengaruh proses *preheat* pada pengelasan gesek didapat hasil bahwa ada pengaruh pada material setelah dilakukan proses *preheat* [7]. Penelitian serupa dilakukan oleh Andry mengenai variasi sudut *chamfer* dan variasi *preheating* pada pengelasan gesek ST 60 mendapatkan hasil yaitu sudut *chamfer* dan suhu *preheating* mempengaruhi hasil kekuatan tarik pada material [8]

1.4. Uji Material

1.4.1 Uji Tarik

Sebuah pengujian dilakukan untuk mendapatkan kekuatan material, dengan cara menarik material atau bahan tersebut maka didapatkan perpanjangan material dalam bereaksi sampai dengan material tersebut putus atau patah. Pengujian tarik bisa dilihat pada gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Mesin Uji Tarik

Dalam pengujian, spesimen uji dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tarikannya dapat dihitung dengan persamaan :

- Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \tag{1}$$

Dimana:

- F : beban (kgf)
- A<sub>0</sub> : luas mula dari penampang batang uji (mm<sup>2</sup>)

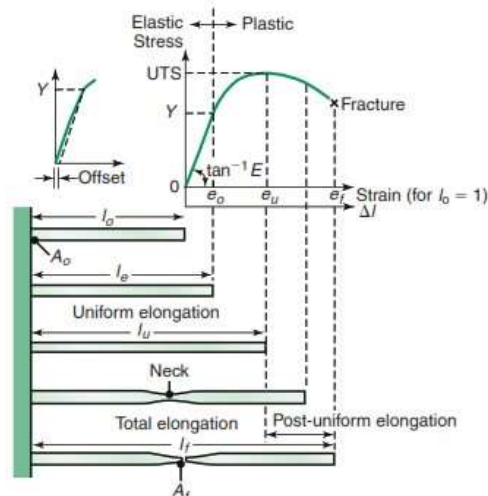
- Regangan

$$\epsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \tag{2}$$

Dimana :

- L<sub>0</sub> = panjang mula dari batang uji (mm)
- L = panjang batang uji yang dibebani (mm)

Hubungan antara tegangan dan regangan pada pengujian tarik, dimana titik P memperlihatkan batas proporsi sedangkan pada titik E adalah batas *elastic* yaitu batas bila beban diturunkan ke nol maka tidak akan terjadi perpanjangan material. Batas *elastic* memiliki perpanjangan tetap yaitu 0,005 - 0,01 %. Seperti pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Kurva tegangan dan regangan

1.4.2 Uji tekuk (*bending test*)

Merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pada penelitian ini menggunakan pengujian *face transversal bending*.

Pengukuran kekuatan *flexural* yang terjadi pada spesimen dilakukan melalui persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{M \times c}{I} \tag{3}$$

Dimana :

- σ : Kekuatan *flexural* (Pa)
  - M : Momen lentur pada penampang melintang yang ditinjau (Nm)
  - c : Jarak dari sumbu netral ke elemen yang ditinjau (m)
  - I : Momen inersia penampang (m<sup>4</sup>)
- Nilai momen lentur pada penampang melintang dapat dirumuskan sebagaiberikut :

$$M = \frac{P \times L}{4} \tag{3}$$

M : momen lentur pada penampang melintang yang ditinjau (Nm)

P : beban yang diberikan (N)

L : panjang spesimen (m)

$$I = \frac{\pi \times r^2}{4} \tag{4}$$

Dimana:

I : momen inersia penampang (m<sup>4</sup>)

r : jari – jari lingkaran (m)

π : konstanta yang mempunyai nilai 3.14

$$c = \frac{d}{2} \tag{5}$$

Sedangkan untuk penampang berbentuk lingkaran mempunyai rumus  $c = r$

### 1.4.3 Uji kekerasan

Pada pengujian ini identornya menggunakan intan kasar yang di bentuk menjadi piramida. Bentuk lekukan intan tersebut adalah perbandingan diagonal panjang dan pendek dengan skala 7:1. Pengujian ini untuk menguji suatu material adalah dengan menggunakan beban statis.

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{d^2} \tag{6}$$

Dimana:

P : beban indentasi (kgf),

d : rata – rata diameter bekas indenter (mm).

### 1.4.4 SEM (Scanning Electron Microscope)

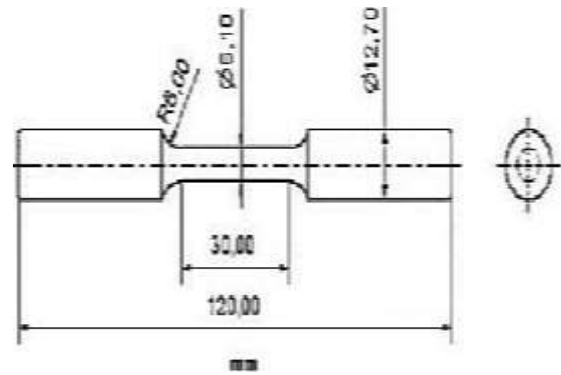
Pengujian jenis mikroskop electron yang menghasilkan gambar permukaan sampai dengan pembesaran tertentu. seperti konduktivitas listrik.

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini, peneliti menerapkan metode penelitian deskriptif. Metode analisis deskriptif berlaku untuk umum atau general. Dalam penelitian ini terdapat 3 variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel control.

**Tabel 1.** Parameter Penelitian dan Variabel Bebas

No	Pengujian	Putaran (rpm)	Raw Material	Tekanan	Suhu Preheat
1	Uji Tarik				
2	Uji Bending				400 °C
3	Uji Kekerasan	5600	Baja AISI 201	80 Psi	500 °C
4	Uji SEM				600 °C

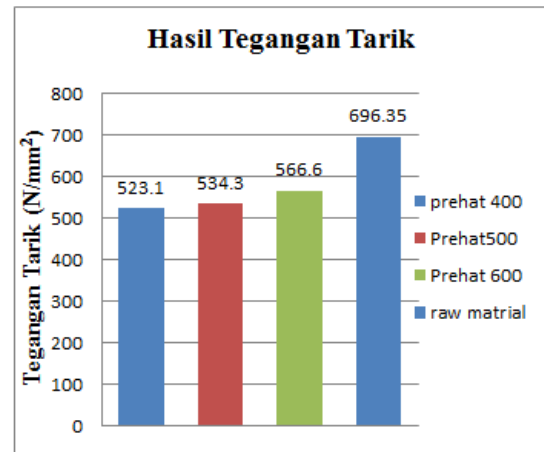


**Gambar 5.** Spesimen ASTM E406

## 3. Analisa dan Pembahasan

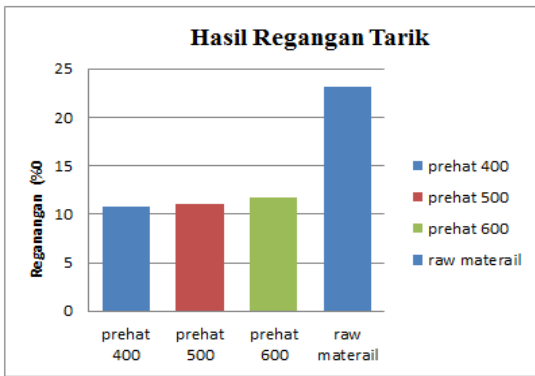
### 3.1 Hasil Uji Tarik

Berdasarkan Dari hasil data pengujian maka diperoleh hasil tegangan tarik rata-rata variasi suhu preheat 400<sup>0</sup>C sebesar 523.1 N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 500<sup>0</sup>C sebesar 534.3 N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 566.6 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 696.35 N/mm<sup>2</sup>. Untuk itu tegangan tarik rata - rata terbesar pada variasi ini raw material yaitu 696.35 N/mm<sup>2</sup> seperti yang terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik tegangan tarik

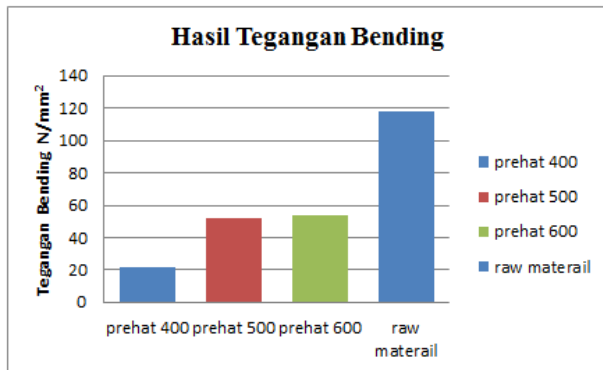
Dari hasil data diatas maka diperoleh hasil regangan tarik rata-rata variasi preheat 400<sup>0</sup>C sebesar 10.83 %, variasi preheat 500<sup>0</sup>C sebesar 11.05 %, variasi preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 11.73 %, dan raw material 23.14 %. Untuk itu regangan tarik rata - rata terbesar pada variasi ini raw material yaitu 23.14 % seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik regangan tarik

### 3.2 Tegangan bending

Berdasarkan Dari hasil data maka diperoleh hasil tegangan Bending rata-rata variasi suhu preheat 400<sup>0</sup>C sebesar 21.85N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 500<sup>0</sup>C sebesar 52.31 N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 53,38 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 117.71N/mm<sup>2</sup>. Untuk itu tegangan tarik rata - rata terbesar pada variasi ini raw material yaitu 117.71N/mm<sup>2</sup> seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik tegangan bending

### 3.3 Hasil Uji Kekerasan

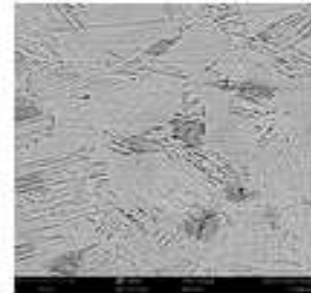
Berdasarkan hasil dari pengujian kekerasan yang dilakukan dengan menggunakan specimen yang terbaik pada proses pengelasan *Friction Welding* variasi preheat 500<sup>0</sup>C, mendapatkan hasil nilai kekerasan seperti pada Gambar 9 dibawah ini:



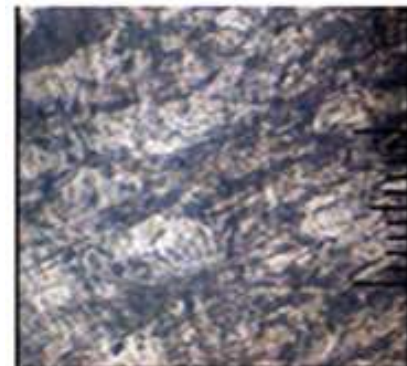
Gambar 9. Hasil uji kekerasan

### 3.4 Hasil Uji SEM

Pengujian SEM sendiri dilaksanakan di Laboratorium uji material teknik mesin jurusan D III Universitas Gajah. Dilakukan pengujian SEM didapat dari data dan hasil perhitungan dari hasil pengujian tarik *Stainless Steel 201* yang terbaik dapat diperjelas atau dapat diketahui hasil SEM suhu preheat yang terbaik, dari Ketiga pengujian tarik ini mempunyai tampilan pada Gambar 10, 11 dan 12. dibawah ini:



Gambar 10. Uji SEM pembesaran 5000 kali



Gambar 11. Uji SEM pembesaran 100 kali



Gambar 12. Uji SEM pembesaran 200 kali

## 2 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan pengujian terhadap specimen dimana pengujian tersebut meliputi pengujian tarik, pengujian bending pengujian kekerasan, dan SEM, setelah mengamati data-data hasil pengujian yang dihasilkan maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian tarik menunjukkan

adanya perbedaan kekuatan tarik dari hasil tegangan tarik tertinggi pada preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 566.6 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 696.35 N/mm<sup>2</sup> dan tegangan tarik rata - rata terbesar pada variasi ini raw material yaitu 696.35 N/mm<sup>2</sup> dan dari hasil data diperoleh hasil regangan tarik variasi preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 11.73 %, dan raw material 23.14 %.

pada pengujian bending rata-rata variasi suhu preheat 400<sup>0</sup>C sebesar 21.85N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 500<sup>0</sup>C sebesar 52.31 N/mm<sup>2</sup>, variasi preheat 600<sup>0</sup>C sebesar 53,38 N/mm<sup>2</sup>, dan raw material sebesar 117.71N/mm<sup>2</sup>.

Hasil pengujian kekerasan yang dilakukan dengan menggunakan specimen yang terbaik pada proses pengelasan *Friction Welding* variasi *preheat* 500<sup>0</sup>C, mendapatkan hasil nilai kekerasan 294.7 VHN.

Hasil pengujian SEM yang dilakukan dengan specimen yang terbaik pada variasi suhu preheat 500<sup>0</sup>C terdapat didaerah HAZ yang di perbesar 5000x ,200 x,dan 100x , terlihat bahwa pada daerah HAZ penetrasi pengelasan *friction welding* terisi sempurna tanpa cacat las.

#### Daftar Pustaka

- [1] K. Serope, *Manufacturing Engineering and Technology*. Bandung: Pearson, 2014.
- [2] O. T. Harsono, W., & Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, Delapan. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2000.
- [3] D. Handoko, T. Prihantono, A. Setiawan, and J. T. Mesin, “Analisa Variasi Putaran Friction Welding Terhadap Kekerasan Logam Aluminium Paduan Seri 1100-H18,” *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 15–20, 2022, doi: 10.35970/accurate.
- [4] T. H. Derniawan, N. Nurdin, F. Fakhriza, and M. Mawardi, “Analisa Pengaruh Putaran Spindel Pada Friction Welding Terhadap Tensile Strength Aluminium 6061,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 46, 2021, doi: 10.30811/jmst.v5i1.2143.
- [5] B. L. Sanyoto, N. Husodo, S. Bangun, and S. Mahirul, “Penerapan Teknologi Las Gesek ( Friction Welding ) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah,” *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no. Oktober, pp. 51–60, 2012.
- [6] M. Dzulfikar, H. Purwanto, and M. A. Munif, “Pengaruh Tekanan terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Sambungan Las Gesek Aluminium AA1100,” *Pros. Semin. Nas. Teknoka ke - 5*, vol. 5, 2020.
- [7] D. Adi Perwira and H. Widya Prasetya, “Pengaruh Variasi Bentuk Permukaan Forging Dan Suhu Preheat Terhadap Kekuatan Tarik Friction Welding,” *V-MAC (Virtual Mech. Eng. Artic.*, vol. 5, no. 2, pp. 47–49, 2020, doi: 10.36526/v-mac.v5i2.1068.
- [8] A. D. Saputro and F. Rahmadianto, “Analisis Pengaruh Variasi Sudut Chamfer dan Variasi Preheating terhadap Uji Tarik Hasil Pengelasan Gesek Baja ST 60 dengan Metode Taguchi,” *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 1, pp. 193–198, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i1.4927.