

# **Pengaruh Temperatur *Preheating* terhadap *Dissimilar* Material Hasil Pengelasan Titik terhadap Kekuatan dan Kekerasan**

**Registo Anugra Donnallo<sup>1</sup>, Kristiana Pasau<sup>2</sup>, Salma Salu<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya Makassar, 90243  
Email korespondensi: kristiana@ukipaulus.ac.id

---

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur preheating terhadap sifat mekanis hasil pengelasan titik (spot welding) pada material mild steel dan stainless steel. Fokus penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana variasi temperatur preheating mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan hasil las, yang sangat penting dalam aplikasi industri. Dalam penelitian ini, digunakan variasi temperatur preheating sebesar 100 °C, 120 °C, dan tanpa preheating. Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Mei 2024 – Juli 2024 di Laboratorium Metalurgi Fisik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus, Workshop welding Politeknik Akademi Teknik Industri Makassar (ATIM), dan Balai Latihan Kerja (BLK) Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa preheating pada temperatur 100 °C secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan hasil las dibandingkan dengan preheating pada 120 °C atau tanpa preheating. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa preheating pada temperatur yang lebih rendah 100 °C memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan sifat mekanis hasil las, sementara preheating pada temperatur yang lebih tinggi 120 °C cenderung menurunkan kualitas sambungan. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk penggunaan temperatur preheating yang optimal dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai variasi temperatur lainnya serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi kualitas pengelasan.

**Kata Kunci:** **Preheating, Pengelasan Titik, Sifat Mekanis, Kekuatan Tarik, Kekerasan**

## **Abstract**

This research aims to analyze the effect of variations in preheating temperature on the mechanical properties of spot welding results on mild steel and stainless steel materials. The focus of this research is to understand how variations in preheating temperature affect the tensile strength and hardness of the weld, which is very important in industrial applications. In this research, preheating temperature variations of 100 °C, 120 °C and no preheating were used. This research was carried out starting in May 2024 - July 2024 at the Physical Metallurgy Laboratory, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Paulus Indonesian Christian University, Polytechnic Workshop, Makassar Industrial Engineering Academy (ATIM), and Makassar Job Training Center (BLK). The research results show that preheating at a temperature of 100°C significantly increases the tensile strength and hardness of the weld compared to preheating at 120 °C or without preheating. The conclusion of this research is that preheating at a lower temperature of 100 °C provides better results in improving the mechanical properties of the weld, while preheating at a higher temperature of 120 °C tends to reduce the quality of the joint. This research provides recommendations for the use of optimal preheating temperatures and opens up opportunities for further research regarding other temperature variations and other factors that influence welding quality.

**Keywords:** **Preheating, Spot Welding, Mechanical Properties, Tensile Strength, Hardness**

## I. PENDAHULUAN

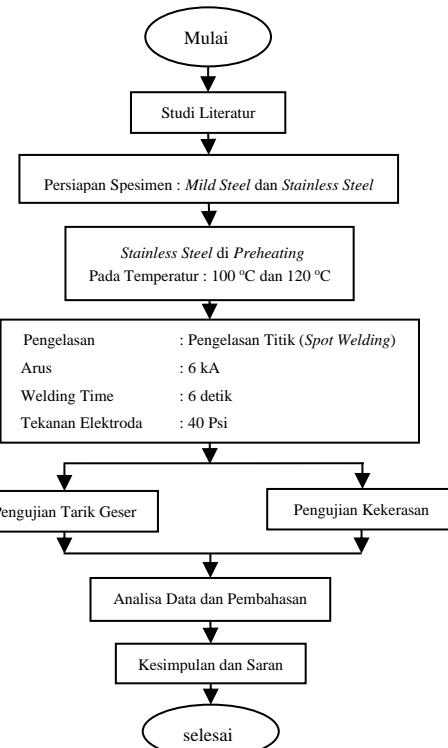
Kemajuan teknologi dalam bidang manufaktur, khususnya dalam proses penyambungan seperti pengelasan, telah mengalami perkembangan pesat selama beberapa dekade terakhir. Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan dalam industri adalah pengelasan titik atau *Spot Welding*. Metode ini menjadi pilihan utama dalam proses perakitan dan perbaikan karena memiliki berbagai keunggulan, termasuk hasil sambungan yang bersih, waktu proses yang cepat, kekuatan sambungan yang tinggi, dan tidak memerlukan logam pengisi yang rumit (Achmad Rizal, 2015; Wibowo, 2020).

Meskipun demikian, efektivitas dan keberhasilan proses pengelasan titik sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter, salah satunya adalah temperatur *preheatin*. Temperatur *preheating* yang bervariasi dapat berdampak signifikan pada sifat mekanis sambungan, termasuk kekuatan tarik geser dan kekerasannya. Pengelasan yang tidak mempertimbangkan parameter temperatur *preheating* yang optimal dapat mengakibatkan terjadinya cacat pada sambungan, yang pada akhirnya menurunkan kualitas dan kekuatan sambungan tersebut (William F. Smith & Javad Hashemi, t.t.; Harsono dkk, 1991).

Penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh variasi temperatur *preheating* terhadap hasil pengelasan titik pada material *Mild Steel* dan *Stainless Steel*. Memahami pengaruh variasi temperatur ini sangat penting dalam konteks industri agar sambungan yang dihasilkan memiliki kualitas dan kekuatan yang optimal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam menentukan kondisi *preheating* yang tepat untuk berbagai aplikasi pengelasan, terutama untuk metode pengelasan titik (K.E. Easterling, t.t.).

## II. METODE PENELITIAN

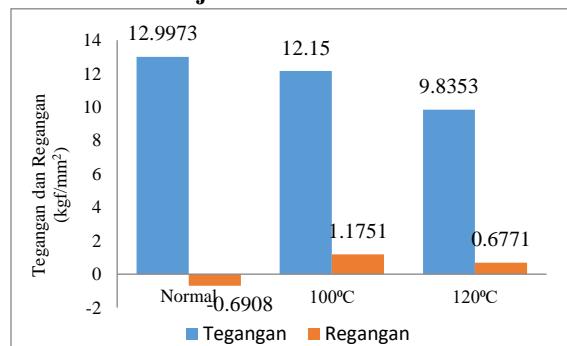
Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Mei–Juli 2024 di Laboratorium Metalurgi Fisik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus, Workshop Welding Politeknik Akademi Teknik Industri Makassar (ATIM), dan Balai Latihan Kerja (BLK) Makassar.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Data Uji Kekuatan Tarik Geser



Gambar 2. Grafik Tegangan Tarik dan Regangan

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, regangan pada hasil penyambungan *Spot Welding* menunjukkan nilai tertinggi pada material dengan temperatur *preheating* 100 °C dan waktu penekanan 6 detik dengan nilai 1,1751 kgf/mm². Regangan terendah diperoleh pada material tanpa *preheating* dengan nilai -0,6908 kgf/mm², sedangkan variasi temperatur *preheating* 120 °C mene urutan kedua dalam hal nilai regangan tarik dengan nilai 0,6771 kgf/mm².

Adapun tegangan rata-rata pada hasil penyambungan dengan *spot welding* menunjukkan nilai tertinggi pada material tanpa *preheating* dengan waktu penekanan selama 6 detik, nilai yang diperoleh 12,9973 kgf/mm². Variasi temperatur *preheating* 100°C menghasilkan tarik tertinggi kedua

dengan nilai  $12,1500 \text{ kgf/mm}^2$ . Sementara itu tegangan terendah diperoleh dari perlakuan *spot welding* dengan variasi temperatur *preheating*  $120^\circ\text{C}$

| Spesimen  | Tanpa Preheat                  |              | Preheat $100^\circ\text{C}$    |              | Preheat $120^\circ\text{C}$    |              |
|-----------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
|           | Tegangan ( $\text{kgf/mm}^2$ ) | Regangan (%) | Tegangan ( $\text{kgf/mm}^2$ ) | Regangan (%) | Tegangan ( $\text{kgf/mm}^2$ ) | Regangan (%) |
| 1         | 11.6310                        | -0.8767      | 11.3690                        | 0.8231       | 9.2707                         | 0.6373       |
| 2         | 13.3540                        | -0.6377      | 14.4940                        | 1.8324       | 12.2190                        | 0.9294       |
| 3         | 14.0070                        | -0.5580      | 10.7540                        | 1.0091       | 9.6553                         | 0.6638       |
| 4         |                                |              | 11.9830                        | 1.0356       | 8.1962                         | 0.4780       |
| Rata-rata | 12.9973                        | -0.6908      | 12.1500                        | 1.1751       | 9.8353                         | 0.6771       |

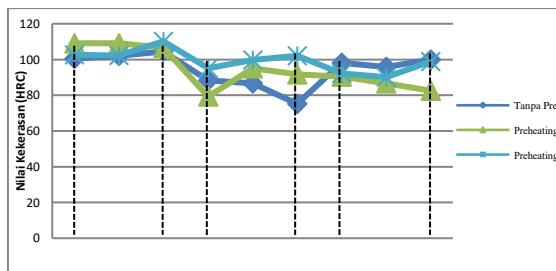
disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur *preheating*, semakin rendah kekuatan tegangan tarik yang dihasilkan.

### Hasil Pengujian Kekerasan (Rockwell)

Pada pengujian ini Spesimen yang di uji berjumlah 3 buah, yaitu terdiri dari satu spesimen yang tidak di *preheating*, satu spesimen yang mengalami *preheating* hanya pada *Stainless Steel* dengan temperatur  $100^\circ\text{C}$  dan satu spesimen yang mengalami *preheating* hanya di bagian *Stainless Steel* dengan temperatur  $120^\circ\text{C}$ . Setiap spesimen akan dikenai tiga titik injakan, sehingga menghasilkan data harga kekerasan seperti grafik dibawah ini.

Tabel 2. Data Hasil Penelitian Uji Kekerasan

| Daerah pengujian | Nilai Kekerasan (HRC) |                                |                                |
|------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                  | Tanpa Preheating      | Preheating $100^\circ\text{C}$ | Preheating $120^\circ\text{C}$ |
| Las              | 100.4                 | 109.1                          | 102.7                          |
|                  | 102                   | 109.1                          | 102.2                          |
|                  | 104.5                 | 106.6                          | 110.2                          |
| Rata-rata        | 102.3                 | 108.2                          | 105                            |
| HAZ              | 88.2                  | 79.3                           | 95.1                           |
|                  | 86.6                  | 95.1                           | 99.7                           |
|                  | 75.2                  | 91.7                           | 102.1                          |
| Rata-rata        | 83.3                  | 88.7                           | 98.9                           |
| Logam            | 98.2                  | 90.5                           | 92.2                           |
| Induk            | 95.8                  | 86.7                           | 90.1                           |
|                  | 100                   | 82.6                           | 98.8                           |
|                  | Rata-rata             | 98                             | 86.6                           |
|                  |                       |                                | 93.7                           |



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Arus Dengan Nilai Kekerasan Pada Daerah Las, HAZ, Dan Logam Induk

Berdasarkan Gambar 3, didapatkan hasil nilai kekerasan pada daerah las tanpa *preheating* dengan tiga daerah pengujian, yaitu sebesar 100,4; 102; dan

dan waktu penekanan 6 detik nilai yang di peroleh 9,8353  $\text{kgf/mm}^2$ . Dari hasil ini dapat

104,5 HRC. Nilai kekerasan ini mengalami peningkatan pada temperatur *preheating*  $100^\circ\text{C}$ , dengan tiga daerah pengujian sebesar 109,1; 109,1; dan 106,6 HRC. Namun, terjadi penurunan nilai kekerasan pada temperatur *preheating*  $120^\circ\text{C}$ , dengan tiga daerah pengujian sebesar 102,7; 102,2; dan 110,2 HRC. Secara umum, semakin tinggi temperatur *preheating*, hasil nilai kekerasan akan cenderung meningkat.

Pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) spesimen tanpa *preheating*, nilai kekerasan di tiga titik pengujian tercatat sebesar 88,2; 86,6; dan 75,2 HRC. Nilai kekerasan ini meningkat pada temperatur *preheating*  $100^\circ\text{C}$ , dengan nilai sebesar 79,3; 95,1; dan 91,7 HRC. Kemudian, terjadi peningkatan lebih lanjut pada temperatur *preheating*  $120^\circ\text{C}$ , dengan nilai sebesar 95,1; 99,7; dan 102,1 HRC. Dari hasil ini terlihat bahwa terjadi peningkatan kekerasan pada daerah HAZ seiring dengan meningkatnya temperatur *preheating* dari spesimen tanpa *preheating* hingga ke temperatur  $120^\circ\text{C}$ .

Pada daerah logam induk, spesimen tanpa *preheating* memiliki nilai kekerasan di tiga titik pengujian sebesar 98,2; 95,8; dan 100 HRC. Namun, nilai kekerasan ini mengalami penurunan pada temperatur *preheating*  $100^\circ\text{C}$ , dengan nilai sebesar 90,5; 86,7; dan 82,6 HRC. Kemudian, terjadi peningkatan nilai kekerasan kembali pada temperatur *preheating*  $120^\circ\text{C}$ , dengan nilai sebesar 92,2; 90,1; dan 98,8 HRC.S

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Temperatur *Preheating* berpengaruh terhadap kekuatan tarik geser, dimana diperoleh kekuatan tarik geser tertinggi sebesar  $12,150 \text{ kgf/mm}^2$  terjadi pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  Temperatur *Preheating* berpengaruh terhadap kekerasan. Kekerasan tertinggi sebesar 108,2 HRC Pada temperatur *Preheating*  $100^\circ\text{C}$  pada daerah las.

Penelitian ini menyarankan untuk menambah variasi temperatur *preheating* agar lebih banyak perbandingan yang diteliti. Ucapan Terima Kasih

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Barokah, Afarat Gilang. 2019. *Pengujian Kekerasan untuk Sifat Mekanis Material*. Surabaya: Pustaka Teknik.
- Rokhman, S. 2015. *Indentor Uji Kekerasan Rockwell: Dasar dan Penerapannya*. Jakarta: Penerbit Teknik Indonesia.
- Rozikin, Ali. 2019. *Skema Pengelasan Titik (Spot Welding)*. Bandung: Penerbit Teknik.
- Saniharto. 2013. *Teori Dasar Stainless Steel: Struktur dan Penerapan*. Bandung: Metalurgi Indonesia.
- Wibowo. 2020. *Las Titik: Prinsip dan Syarat Las untuk Produksi Baja Karbon Rendah*. Jakarta: Pustaka Metal.
- William F. Smith & Javad Hashemi. *Pengaruh Preheating pada Sifat Mekanis Baja: Panduan untuk Insinyur Material*.
- Easterling, K.E. *Ketahanan dan Kelebihan Stainless Steel dalam Aplikasi Industri*. Tidak diterbitkan. Diakses tanggal 4 Juli 2024.
- Harsono, dkk. 1991. *Pengelasan dalam Industri: Teknik dan Prinsip Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lunto, M. 2019. *Analisis Kurva Tegangan – Regangan pada Uji Tarik Geser*. Depok: Universitas Indonesia.
- Musofi, M., Warso, W., Sutarno, S., & Prabowo, N. R. 2022. "Pengaruh Variasi Waktu Penekanan dan Temperatur Pre-Heating Friction Welding Terhadap Sifat Mekanis dan Morfologi Struktur Mikro Baja Stainless Steel 201." *Iteks*, 14(1), 78-88.
- Pribadi, Bangun, dkk. 2009. *Pengujian Kekerasan Rockwell pada Material Baja*. Semarang: Penerbit Teknik.
- PT. Tata Rapika Globalindo. 2021. *Komposisi Mild Steel dalam Aplikasi Industri*. Rendy Yuman, M. 2010. *Alat Las Titik: Prinsip dan Aplikasi dalam Proses Produksi*. Surabaya: Teknik Pustaka.
- Purwanto. 2008. *Metode Pengujian Tarik Geser dan Aplikasinya dalam Rekayasa Teknik*. Jakarta: Penerbit Engineering.
- Rizal, Achmad. 2015. *Spot Welding dalam Industri dan Proses Perakitan*. Jakarta: Gramedia.