



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 6 Tahun 2024 Page 9466-9474

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Korelasi Media Pendingin pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan Material ST 37 Post Preheating

Nitha<sup>1✉</sup>, Jhensen Sangkung<sup>2</sup>, Fikran<sup>3</sup>, Nofrianto Pasae<sup>4</sup>, Yafet Bontong<sup>5</sup>,  
Petrus Sampelawang<sup>6</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Toraja

Email: [Jhensenkjt228@gmail.com](mailto:Jhensenkjt228@gmail.com)<sup>✉</sup>

### Abstrak

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua material atau lebih, berupa logam, dengan menggunakan energi panas sampai material yang akan disambung tersebut meleleh (melted) kemudian berpadu (fused), dengan memberikan tekanan atau tidak, serta dengan memberikan bahan tambah (consumable). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendingin udara, air, oli SAE 20, oli SAE 30, terhadap kekerasan baja ST 37 post preheating, dan untuk mengetahui besar korelasi pengaruh media pendingin udara, air, oli SAE 20, oli SAE 30 terhadap kekerasan baja ST 37 post preheating. Pengujian ini menggunakan metode eksperimen yaitu memberikan perlakuan panas (heat treatment) pada material baja ST 37 dengan temperatur pemanasan sebesar 200°C, dengan holding time 15 menit. Dimana spesimen uji akan dilakukan proses penyambungan menggunakan proses pengelasan tipe SMAW menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2 mm dengan arus 120 A menggunakan kampuh V. Setelah itu, proses pendingin dilakukan dengan memvariasikan media pendingin berupa udara, air, oli SAE 20, dan oli SAE 30 yang akan diuji. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian kekerasan metode Rockwell. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa, media pendingin berpengaruh terhadap kekerasan baja ST 37 post preheating dimana nilai kekerasan terendah pada media pendingin udara dengan nilai kekerasan 107,3 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai kekerasan tertinggi pada media pendingin oli SAE 30 dengan nilai kekerasan 108,1 kg/mm<sup>2</sup>. Dan diperoleh juga bahwa media pendingin berkorelasi positif terhadap nilai kekerasan baja ST 37 post preheating dimana besar korelasi yang terjadi sebesar 99,76 % yang berarti media pendingin sangat mempengaruhi nilai kekerasan material post preheating pada proses pengelasan SMAW.

Kata Kunci : *Kekerasan, Korelasi Positif, Media Pendingin, Pengelasan SMAW, Material ST 37,*

Abstract

Welding is a process of joining two or more materials, in the form of metals, using heat energy until the material to be joined is melted (malted) and then combined (fused), by applying pressure or not, and by providing additional materials (consumable). This study aims to determine the effect of air conditioning media, water, SAE 20 oil, SAE 30 oil, on the hardness of ST 37 steel post preheating, and to determine the correlation of the influence of air conditioning media, water, SAE 20 oil, SAE 30 oil on the hardness of ST 37 steel post preheating. This test uses an experimental method, namely providing heat treatment (heat treatment) on ST 37 steel material with a heating temperature of 200°C, with a holding time of 15 minutes. Where the test specimen will be spliced using a SMAW type welding process using an E6013 electrode with a diameter of 3.2 mm with a current of 120 A using a voltage of V. After that, the cooling process is carried out by varying the cooling medium in the form of air, water, SAE 20 oil, and SAE 30 oil to be tested. Furthermore, the test was carried out using the Rockwell method hardness test. From the results of the study, it was obtained that the cooling medium had an effect on the hardness of ST 37 post preheating steel where the lowest hardness value in the air cooling medium with a hardness value of 107.3 kg/mm<sup>2</sup> and the highest hardness value in the SAE 30 oil cooling medium with a hardness value of 108.1 kg/mm<sup>2</sup>. And it was also obtained that the cooling medium was positively correlated with the hardness value of ST 37 steel post preheating where the correlation that occurred was 99.76% which means that the cooling medium greatly affected the hardness value of the post preheating material in the SMAW welding process.

*Keywords: Hardness, Positive Correlation, Cooling Media, SMAW Welding, ST 37 Material, Preheating Temperature*

PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu proses yang tidak terpisahkan yang memainkan peran penting dalam menghubungkan bagian-bagian struktural. Sifat mekanik dari material yang digunakan menentukan seberapa baik proses tersebut berjalan. Baja ST 37, juga dikenal sebagai baja karbon rendah, adalah material yang sering digunakan dalam konstruksi dan dapat digunakan dalam berbagai jenis proyek, seperti kapal dan bangunan umum (Nitha, 2019). Las pipa logam (SMAW) adalah jenis pengelasan yang paling umum digunakan karena hampir semua pengelasan ini mengalami pencairan karena busur listrik yang terbentuk antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja memanaskan. Busur listrik ini dihasilkan dari mesin las, yang merupakan sumber panas dari pengelasa (Boumerzoug et al., 2010).

Baja, yang merupakan logam paduan besi (Fe) sebagai unsur utama dan karbon (C) sebagai paduan utama, dapat menambah unsur lain sesuai dengan karakteristik logam yang akan dibuat. Baja karbon rendah memiliki kadar karbon berkisar <0,25% saat diproses logam (Ashby & Jones, 2012). Baja digunakan dalam berbagai bentuk, seperti baut, mur, ulir sekrup, dan komponen lain yang memberikan tekanan dan sering mengalami pembebanan lentur, atau bending. Komponen yang mengalami pembebanan berulang dipadukan, dalam jangka waktu lama berisiko tinggi mengalami kegagalan saat beroperasi. Oleh karena itu, pengujian prediktif terhadap kegagalan material sangat penting untuk menghindari kerusakan yang tak terduga selama penggunaan. Proses pembentukan bahan logam ini dilakukan oleh ahli logam dengan keterampilan khusus, termasuk melalui perlakuan khusus seperti proses preheating dan kekerasan. Material adalah segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang untuk perancangan dan perancangan di bidang teknik (Smallman, & Bishop, 1999).

Preheating adalah prosedur yang meningkatkan sifat mekanik suatu material, terutama kekuatan, dengan menggunakan berbagai teknik bersamaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan media pendingin. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menekankan penekanan tertentu pada benda uji dengan beban tertentu dan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atas benda uji. Kekerasan didefinisikan sebagai tahanan bahan terhadap desakan ke dalam perubahan yang tetap (Ashby & Jones, 2012).

Media pendingin, juga dikenal sebagai "media pendingin", adalah sekumpulan komponen tambahan yang digunakan pada mesin untuk mencegah mesin menjadi terlalu panas. Sistem ini menjaga temperatur mesin tidak terlalu tinggi. Oleh karena itu, suhu mesin tidak akan meningkat meskipun mesin dihidupkan selama waktu yang lama dengan kecepatan tinggi. Ini akan memastikan bahwa mesin akan tetap beroperasi dengan baik dan aman untuk waktu yang lama (Pasae et al., 2023). Secara umum, air dan udara digunakan. Ketika suhu mesin tinggi, media pendinginan akan menyerap panasnya. Sebuah bagian yang disebut radiator akan menerima media pendinginan tersebut (Bart et al., 2013; Borgnakke et al., 2009). Waktu penyimpanan, atau waktu penahanan, yang dibutuhkan untuk mendapatkan kekerasan paling tinggi dari suatu bahan selama proses perlakuan panas dengan menahan bahan pada temperatur pengerasan untuk mencapai pemanasan yang homogen, sehingga austenit menjadi homogen atau karbida larut dalamnya dan terjadi difusi karbon (Borgnakke et al., 2009; Fick, 1855).

Diciptakan oleh Karl Pearson pada awal tahun 1900, korelasi adalah istilah statistik

yang menunjukkan derajat hubungan linear antara dua variabel atau lebih. Karena itu, dikenal dengan nama Korelasi Pearson Product Moment (PPM). Salah satu metode analisis statistik yang paling umum adalah korelasi. Hubungan sebab akibat searah antara dua variabel bukan hubungan sebab akibat timbal balik (Wibowo & Kurniawan, 2022).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan metode eksperimen, yang dapat didefinisikan sebagai pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari suatu perlakuan terhadap variabel lain dalam suatu lingkungan yang dapat dikendalikan. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimental sesungguhnya (*true experimental research*) dengan tujuan untuk menghasilkan data yang valid sesuai dengan karakteristik variabel dan objek penelitian, karena informasi yang diperlukan hanya dapat diperoleh melalui serangkaian percobaan.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Metalurgi Fisik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Toraja. Pada tahap pengambilan data peneliti melakukan uji kekerasan baja ST 37 dengan cara memberikan perlakuan panas pada material baja ST 37 dengan temperatur preheating yaitu 200°C dengan *holding time* 15 menit. Dimana proses pendinginan dilakukan dengan menggunakan beberapa media pendingin yaitu udara, air, Oli SAE 20 dan Oli SAE 30 setelah itu dilakukan pengelasan dengan metode pengelasan SMAW. Setelah itu pengujian kekerasan menggunakan mesin *hardnes Rockwell* dengan beban penekanan 580 N.

Analisa data dilakukan dengan cara perhitungan korelasi pada material baja ST 37 dengan *holding time* 15 menit, temperatur *preheating* 200°C, dengan media pendingin udara, air, Oli SAE 20 dan Oli SAE 30 menggunakan rumus metode *last square* (Wibowo & Kurniawan, 2022) yaitu:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Dimana:

r = Koefisien korelasi

n = Jumlah spesimen

X = Nilai variabel x

Y = Nilai variabel y

## HASIL DAN PEMBAHASAN

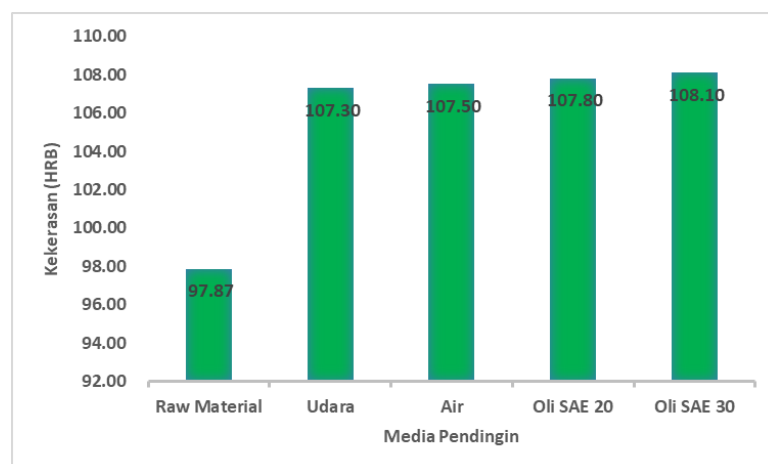
Hasil

Dari hasil penelitian dan pengujian kekerasan pada *post preheating* 200°C pada pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin diperoleh data seperti pada tabel 1:

Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan material baja ST 37 post preheating 200°C dengan variasi media pendingin dengan pengelasan SMAW

No	Media Pendingin	Spesimen	HRB 1	HRB 2	HRB 3	HRB Rata-rata	HRB Total
1	Raw Material	1	98.50	97.90	97.20	97.87	97.87
		1	107.30	106.00	106.10	106.40	
2	Udara	2	105.70	113.10	108.00	108.90	107.30
		3	105.10	107.10	108.00	106.70	
		1	102.60	110.70	106.50	106.60	
3	Air	2	107.50	110.70	111.50	109.90	107.50
		3	103.20	108.00	107.30	106.10	
		1	106.50	108.30	108.00	107.60	
4	Oli SAE 20	2	106.50	110.70	108.60	108.60	107.80
		3	104.20	110.50	107.70	107.40	
		1	105.20	106.70	109.60	107.10	
5	Oli SAE 30	2	108.20	109.60	109.70	109.20	108.10
		3	107.00	109.10	107.20	108.10	

Berdasarkan data pengujian nilai kekerasan seperti pada tabel 1, dapat juga dilihat kenaikan hasil pengujian nilai kekerasan yang terjadi karena adanya variasi media pendingin pada proses las SMAW post preheating baja ST 37 seperti pada gambar 1 berikut:



Gambar 1: Grafik nilai kekerasan material baja ST 37 post preheating 200°C dengan variasi media pendingin dengan pengelasan SMAW

Untuk mengetahui besar korelasi yang terjadi akibat pengaruh variasi media pendingin terhadap hasil pengelasan SMAW pada material baja ST 37 *post preheating* 200°C adalah dengan metode analisa korelasi linear sederhana dan diolah dalam bentuk tabel untuk memudahkan pengelompokan data variabel seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data analisa korelasi nilai kekerasan dengan variasi media pendingin pada proses pengelasan SMAW post preheating 200°C

No	X	Y	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	32.00	97.87	3131.84	1,024.00	9,578.54
2	200.00	107.30	21460	40,000.00	11,513.29
3	200.00	107.50	21500	40,000.00	11,556.25
4	200.00	107.80	21560	40,000.00	11,620.84
5	200.00	108.10	21620	40,000.00	11,685.61
n=5	832	528.57	89271.84	161024	55954.5269

Berdasarkan data korelasi pada tabel 2 dapat ditentukan nilai koefisien korelasi sebesar:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

$$r = \frac{5 \cdot 89271,84 - (832 \cdot 528,57)}{\sqrt{(5 \cdot 161024 - (832)^2)(5 \cdot 55954,5269 - (528,57)^2)}}$$

$$r = \frac{6588,96}{6604,683}$$

$$r = 0,9976$$

Sehingga besarnya determinan yang terjadi adalah:

$$R = r^2 \times 100\%$$

$$R = 0,9976 \times 100\%$$

$$R = 99,76\%$$

Berdasarkan hasil determinasi diperoleh bahwa media pendingin sangat mempengaruhi nilai kekerasan pada proses pengelasan SMAW post preheating 200°C sebesar 99,76% ini sejalan dengan hasil penelitian (Wibowo & Kurniawan, 2022) bahwa jika

nilai koefisien korelasi mendekati +1 dalam hal ini sebesar 0,9976 maka semakin erat pula hubungan/pengaruh variabel X terhadap variabel Y dalam Hal ini media pendingin terhadap kekerasan.

#### Pembahasan Hasil Uji Kekerasan

Material yang diteliti pada pengujian ini adalah baja ST 37 yang dipotong menjadi 13 spesimen. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 1 proses analisa kekerasan pada pengujian pada *raw material* dan material Baja ST 37 temperatur *preheating* 200°C kemudian dilakukan pengelasan metode SMAW menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2 mm dengan arus 120A dengan penyambungan material menggunakan kampuh V serta bervariasi media pendingin udara, air, oli SAE 20 dan oli SAE 30 dimana diperoleh bahwa pada *raw material* dengan nilai 97,87 kg/mm<sup>2</sup> dan pada temperatur *preheating* 200°C dengan menggunakan media pendingin udara, nilai kekerasan yakni 107,3 kg/mm<sup>2</sup>, media pendingin air 107,5 kg/mm<sup>2</sup>, media pendingin oli SAE 20 nilai kekerasan yakni 107,8 kg/mm<sup>2</sup>, dan media pendingin oli SAE 30 nilai kekerasan yakni 108,1 kg/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan tabel 1, nilai kekerasan rata-rata tertinggi untuk material yang diberikan proses perlakuan panas adalah terjadi pada proses perlakuan panas dengan media pendingin oli SAE 30. Hal ini terjadi karena temperatur, media pendingin, pemanasan dan penahanan dalam tungku, dan adanya proses pengelasan SMAW pada material uji. Pada Penelitian ini mengacu pada pengaruh media pendingin terhadap kekerasan. Hal ini meningkatkan nilai kekerasan material uji, hal ini dikarenakan dari tingkat kekentalan dari media pendingin yang mempengaruhi kecepatan pendinginan yang terjadi, semakin kental media pendingin maka semakin lambat proses pendinginan yang terjadi (Koretsky, 2004; Smith et al., 2005). Dengan semakin lambatnya kecepatan pendingin maka penyatuan struktur atom akan menyatu sempurna, dimana terbentuknya struktur yang keras karena jarak antar molekul semakin rapat sehingga kemampuan kekerasannya tinggi atau meningkat (Bart et al., 2013). Penelitian ini berjalan sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh (Napitupulu et al., 2022; Nitha et al., 2023)

Pengujian kekerasan yang dilakukan pada Baja ST 37 post *preheating* 200°C, diperoleh data hasil pengujian nilai kekerasan dengan media pendingin udara, air, oli SAE 20, dan oli SAE 30. Dari pengujian kekerasan digunakan rumus metode *least square* untuk mengetahui korelasi yang terjadi.

Besar pengaruhnya dapat diketahui berdasarkan nilai determinasi dan koefisien penentu sebesar 99,76%, artinya variasi media pendingin berpengaruh terhadap kekerasan

baja karbon rendah sebesar 99,76%. Hal ini dibuktikan dengan analisa data berdasarkan tabel 2 dan perhitungan nilai koefisien korelasi dengan metode *least square*. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai koefisien korelasinya sebesar 0,9976 yang berarti bahwa temperatur pemanasan dengan media pendingin berpengaruh terhadap kekerasan baja karbon rendah dan berkorelasi positif artinya media pendingin berpengaruh sangat erat terhadap nilai kekerasan material pengelasan SMAW post preheating 200°C. Besarnya pengaruh media pendingin terhadap kekerasan sebesar 99,76%.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan perhitungan pada proses pengelasan metode SMAW baja ST 37 post preheating 2000C dengan memvariasikan media pendingin udara, air, oli SAE 20, dan oli SAE 30 terhadap nilai kekerasan dapat disimpulkan:

1. Media pendingin berpengaruh terhadap kekerasan baja ST 37 post preheating 2000C dimana kekerasan terendah pada media pendingin udara sebesar 107,3 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai kekerasan tertinggi pada media pendingin oli SAE 30 sebesar 108,1 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Media pendingin berkorelasi positif terhadap nilai kekerasan Baja ST 37 post preheating 2000C dimana besar korelasi yang terjadi sebesar 99,76%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ashby, M. F., & Jones,. (2012). Engineering Materials 1. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64288-4>
- Bart, J. C. J., Gucciardi, E., & Cavallaro, S. (2013). Biolubricants: Science and technology. Woodhead publ.
- Borgnakke, C., Sonntag, R. E., Van Wylen, G. J., & Sonntag, R. E. (2009). Fundamentals of thermodynamics (7th ed). Wiley.
- Boumerzoug, Z., Derfouf, C., & Baudin, T. (2010). Effect of Welding on Microstructure and Mechanical Properties of an Industrial Low Carbon Steel. Engineering, 02(07), 502–506. <https://doi.org/10.4236/eng.2010.27066>
- Fick, A. (1855). Ueber Diffusion. Annalen Der Physik, 170(1), 59–86. <https://doi.org/10.1002/andp.18551700105>

- Koretsky, M. D. (2004). *Engineering and chemical thermodynamics*. Wiley.
- Napitupulu, R. A. M., Manurung, C. S. P., & Sembiring, C. (2022). Laju Keausan dan Kekerasan Kampas Rem Pada Sistem Pengereman Sepeda Motor. *SPROCKET JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, 4(1), 10–19. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v4i1.748>
- Nitha, N. (2019). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik, Dan Struktur Mikro Hasil Las SMAW. *Mechanical Engineering Science (MES) Journal*, 1(2), 19–28.
- Nitha, N., Arma, L. H., Sutresman, O. S., & Aminy, A. Y. (2023). Identifying of chemical composition changes during the carburizing process of carbon steel under tension. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(12 (124)), 26–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286199>
- Pasae, N., Rante, M., Sampelawang, P., Nitha, N., Bontong, Y., Fikran, F., & Layuk, R. B. (2023). Penerapan Teknologi Tepat Guna Mesin Perontok Padi Berpenggerak Motor Honda 100 CC Di Kelurahan Nanggala Sangpiak Salu. 3.
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. (1999). *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-4564-5.X5000-9>
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (2005). *Introduction to chemical engineering thermodynamics* (7th ed). McGraw-Hill.
- Wibowo, R. A., & Kurniawan, A. A. (2022). Analisis Korelasi Dalam Penentuan Arah Antar Faktor Pada Pelayanan Angkutan Umum Di Kota Magelang. *Journal of Electrical Engineering*.