



## ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP NILAI KEKERASAN BAJA KARBON SEDANG

### *ANALYSIS OF THE EFFECT OF COOLING MEDIA TEMPERATURE ON THE SMAW WELDING PROCESS ON THE HARDNESS VALUE OF MEDIUM CARBON STEEL*

Jefri Aldo<sup>1)</sup>, Rijal Surya Rahmany<sup>2)\*</sup>

<sup>1,2</sup> Politeknik Batulicin, Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, Indonesia  
email: [jefrialdo7@gmail.com](mailto:jefrialdo7@gmail.com)<sup>1)</sup>, [rijalrahmany@gmail.com](mailto:rijalrahmany@gmail.com)<sup>2)</sup>

Received:  
31 Agustus 2022

Accepted:  
20 September  
2022

Published:  
30 Desember  
2022

© 2022 SJME  
Kinematika All  
Rights Reserved.

#### **Abstrak**

Riset ini bertujuan untuk menganalisa akibat dari perbandingan temperatur media pendingin yang digunakan pada proses pendinginan baja karbon sedang yang dilas menggunakan mesin las SMAW terhadap angka nilai kekerasan. Media pendingin yang dipakai ialah oli SAE 5W 30 dengan temperatur yang berbeda ialah 80°C, 90°C, 100°C. Riset dilaksanakan dengan metode melakukan cara pengelasan pada baja karbon sedang serta didinginkan dengan media oli dengan temperatur yang berlainan, setelah itu dicoba pengujian kekerasan vickers dengan beban 40 kgf. Periset menggunakan media pendingin oli tanpa pemanasan, serta temperatur ruang selaku pembeda, alhasil lewat riset ini diperoleh pada umumnya hasil yang berbeda-beda ialah angka kekerasan material non media 103, 584972 VHN, oli tanpa pemanasan 108, 127134 VHN, oli 80°C 108, 36668 VHN, oli 90°C 110, 5910479 VHN, oli 100°C 101, 4692936 VHN.

**Kata Kunci:** baja karbon sedang, pengelasan, pendingin, kekerasan.

#### **Abstract**

*This research aims to analyze the effect of the comparison of the temperature of the cooling medium used in the cooling process of medium carbon steel welded using a SMAW welding machine to the hardness values. The cooling medium used is SAE 5W 30 oil with different temperatures of 80°C, 90°C, and 100°C. The research was carried out by using the method of welding on medium carbon steel and cooling it with oil media at different temperatures, then testing the Vickers hardness with a load of 40 kgf. Researchers used oil cooling media without heating, and room temperature as a differentiator, as a result, through this research, generally different results were obtained, namely the hardness number of non-media materials 103, 584972 VHN, oil without heating 108, 127134 VHN, oil 80°C 108, 36668 VHN, 90°C 110 oil, 5910479 VHN, 100°C 101 oil, 4692936 VHN.*

**Keywords:** medium carbon steel, welding, cooling, hardness.

---

**How to cite:** Aldo, J. & Rahmany, R. S., “Analisis Pengaruh Temperatur Media Pendingin pada Proses Pengelasan SMAW terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Sedang”. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 7(2), 73-82, 2022.

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur pada saat ini sudah semakin maju dan berkembang seiring dengan berjalannya perkembangan zaman dan teknologi [1]. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat, menuntut industri untuk memegang peranan penting di dalamnya [2]. Seiring dengan munculnya banyak industri baru saat ini, akan memungkinkan terciptanya suatu produk baru yang lebih inovatif, sehingga dapat mendorong munculnya penemuan produk baru baik di bidang ilmu pengetahuan ataupun teknologi [3].

Industri yang terdapat disekitar kita tidak dapat bebas dari pemakaian material logam, hal ini bisa diamati dari banyaknya pemakaian material logam yang digunakan di dalam industri [4]. Logam ialah material yang amat berarti dalam bermacam kegiatan industri serta memiliki banyak manfaat sebab logam memiliki karakter material yang ulet serta logam juga merupakan salah satu penghantar panas serta listrik yang sangat bagus, dalam perkembangan teknologi sangat tergantung pada penggunaan dari fungsi logam[5]. Hingga saat ini ini belum terdapat material yang dapat jadi pengganti logam selaku faktor penting dalam rekayasa pabrik serta teknologi, oleh sebab itu wajib terdapat usaha dalam mengoptimalkan dalam peenggunaan logam[6].

Material logam memiliki sifat karakteristik material komposisi yang lunak hingga dengan yang sangat keras, material baja yang terdapat serta bermacam sifat bentuk logam bisa dipakai buat kebutuhan tiap industri[7]. hal ini yang menyebutkan bahwa logam dibidang mempunyai material yang banyak dan kaya dengan sifat- sifat, dimana faktor paduan penting logam merupakan karbonium yang mempunyai faktor penting buat menguatkan logam, alhasil logam haruslah memiliki karbonium dengan kandungan khusus. Bersumber pada pengelompokan kandungannya logam bisa dibedakan jadi 3 tipe, ialah baja karbon rendah, baja karbon sedang, baja karbon tinggi[8].

Pengujian material ialah salah satu metode yang dipakai buat mengenali mutu material dan buat mengenali sifat- sifat dari sesuatu material. Sifat material tidak cuma terkait pada bentuk mikronya namun pula sesuatu paduan dengan susunan kimia yang serupa bisa mempunyai mikrostruktur yang berlainan serta mempunyai sifat material yang berbeda pula[9]. Bentuk mikro material terkait dari cara pengerjaannya, paling utama dikala perlakuan panas cara perlakuan panas ialah kombinasi cara pemanasan, pendinginan serta holding dengan kecekatan khusus yang dicoba pada metal ataupun paduan yang bermaksud buat membenarkan sifat material baja serta mikrostrukturnya[10]. Cara perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari sebagian langkah diawali dari pemanasan hingga temperatur khusus, setelah itu ditahan dalam temperatur khusus saat sebelum setelah itu didinginkan dengan kecekatan khusus[11].

Kekerasan buat menyatakan daya tahan terhadap deformasi serta dimensi daya tahan baja kepada ketahanan deformasi plastik ataupun deformasi permanen[12]. Dalam dunia keteknikan perancang yaitu insinyur, kekerasan kerap dimaksud selaku dimensi keringanan serta kuantitas yang membuktikan suatu situasi daya serta perlakuan panas dari sesuatu baja. Terdapat 3 tipe dimensi kekerasan, terkait gimana pada metode melaksanakan pengujian, ialah: (1) Kekerasan goresan (*scratch hardness*);(2) Kekerasan lekukan (*indentation hardness*);(3) Kekerasan pantulan (*rebound*)[13]. Pada material metal, cuma kekerasan lekukan yang banyak menarik atensi dalam kaitannya dengan aspek rekayasa. Terdapat sebagian berbagai percobaan kekerasan lekukan, antara lain: Percobaan kekerasan Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, serta serupanya[14].

Percobaan kekerasan vickers menggunakan perlengkapan indenter limas intan yang pada dasarnya berupa panjang sangkar dan besar ujung dampingi permukaan- permukaan limas yang saling berdekatan merupakan 1360[15]. Angka ini dipakai sebab mendekati beberapa besar angka analogi yang di idamkan antara garis tengah lekukan serta garis tengah bola penumbuk pada percobaan kekerasan brinell[16][17]. Nilai pada kekerasan vickers bisa dimaksud selaku bobot dibagi luas dataran lekukan. Pada praktiknya, besar ini dihitung dari pengukuran mikroskopik dengan jauh diagonal jejak[18].

Riset ini dilaksanakan periset dengan mempraktikkan bebrapa tahap, tahap awal yang dicoba mengakumulasi materi dengan detail yang dibutuhkan buat cara riset serta perlengkapan yang cocok dengan standar yang hendak dipakai dalam melakukan cara riset, periset mengawali cara perencanaan barang percobaan dengan membuat las pada barang dengan tipe kampuh V dengan daya ujung 60° buat sambungan butt joint pada cara pengelasan. Tahap selanjutnya periset hendak melaksanakan dengan cara pengelasan listrik ataupun SMAW (*Shielded Logam Arc Welding*) dengan memakai kokoh arus yang serupa ialah 60 Ampere, sehabis barang percobaan dicoba cara pengelasan selanjutnya dicoba cara pendinginan barang. Dalam riset ini hendak diperoleh 5 material percobaan pada cara pengelasan ialah material percobaan tanpa media pendingin, material percobaan dengan media pendingin oli yang tidak dipanaskan terlebih dulu serta barang percobaan dengan media pendinginan yang dipanaskan dengan alterasi temperatur ialah 80°C, 90°C, 100°C.

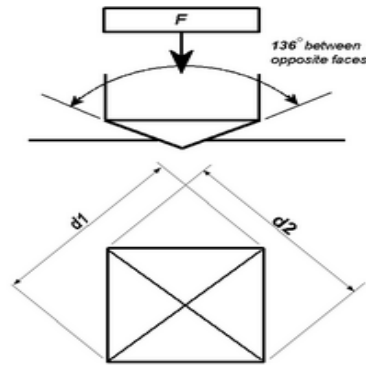
Berikutnya pada tahap terakhir dicoba cara pengujian kekerasan material dengan metode percobaan kekerasan vickers dengan diberikan bobot 40 kgf guna melihat angka kekerasan pada material percobaan sehabis dicoba dengan cara pengelasan serta pendinginan tanpa alat pendingin, dengan alat pendingin oli tanpa dipanaskan, serta dengan media pendingin oli pada temperatur 80°C, 90°C, serta 100°C.

### **METODE PENELITIAN**

Metodologi riset yang dipakai dalam riset ini merupakan tata cara riset yang dilakukan untuk mencari akibat sesuatu perlakuan tertentu kepada suatu yang lain dalam kondisi situasi yang teratasi[19]. Riset ini pula memakai ilustrasi percobaan yang berbentuk baja karbonium lagi( medium carbon steel). Periset pula melaksanakan tata cara cara pengelasan ialah dengan metode memakai mesin las SMAW (*Shielded Logam Arc Welding*) serta percobaan dilas dengan memakai satu kuat arus pengelasan yang serupa, setelah itu ilustrasi percobaan hendak dicoba lewat cara pendinginan ialah dengan memakai media pendingin berbentuk oli dengan viskositas yang berlainan dengan macam- macam temperatur ialah 80°C, 90°C, 100°C serta sehabis dicoba cara pengelasan serta pendinginan ilustrasi pada percobaan setelah itu ilustrasi percobaan berikutnya hendak dicoba cara observasi ataupun pengetesan buat memperoleh angka kekerasan serta pada baja karbonium lagi.

Setelah dicoba cara pengelasan serta pendinginan dengan memakai media pendingin oli dengan viskositas yang berlainan serta dengan tipe temperatur. Dalam cara buat mendapatkan angka kekerasan yang sudah terjadi pada baja karbon sedang setelah dicoba cara pengelasan serta pendinginan berikutnya hendak dicoba pada 3 wilayah pengelasan ialah heat affected zone, base logam, fushion zone.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengujian Vickers yang mempunyai beberapa kelebihan antara lain materialnya yang lunak dan juga pada pengujian Vickers dapat dilakukan pada bahan material yang memiliki sifat keras. Penghancuran bahan yang dilakukan pada percobaan pengujian Vickers relatif sedikit dan kekerasan dapat diukur dengan gaya yang relatif kecil pada permukaan spesimen yang tipis. Adapun skema pengujian Vikers dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema uji vickers dan pengukuran dimensi

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854) P}{d^2} \quad (1)$$

Keterangan:

P = beban yang digunakan (kg)

$\Theta$  = sudut puncak indenter ( $136^\circ$ )

D = panjang diagonal rata-rata (mm)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian didapatkan hasil percobaan dengan uji spesimen dengan non media, oli tanpa pemanasan dan oli dengan pemanasan dengan suhu  $80^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $100^\circ$  pada tiga daerah yaitu logam induk, HAZ dan logam las. masing-masing spesimen di uji dengan menggunakan alat uji kekerasan Vickers yang diberikan beban sebesar 40 kgf dan menghasilkan nilai perbedaan untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bentuk Tabel 1 dibawah.

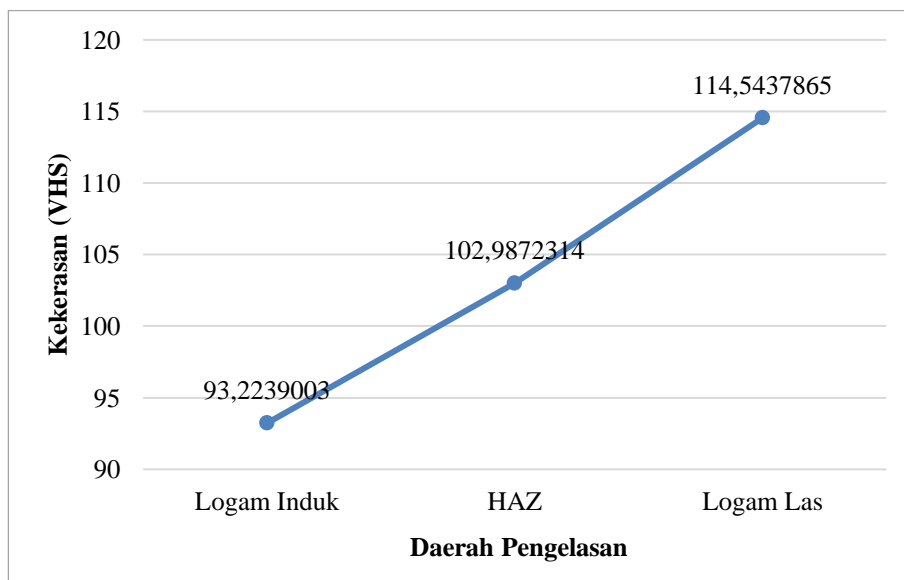
Tabel 1. Nilai Kekerasan Material

No	Media	Daerah	Beban	VHN
1	Non Media	Logam Induk	40 kgf	93, 2239003
		HAZ	40 kgf	102, 9872314
		Logam Las	40 kgf	114, 5437865
Rata-rata				103,584972
2	Oli Tanpa Pemanasan	Logam Induk	40 kgf	91,7653200
		HAZ	40 kgf	116, 2376511
		Logam Las	40 kgf	116, 3784321
Rata-rata				108,127134
3	Oli $80^\circ\text{C}$	Logam Induk	40 kgf	107,2311587
		HAZ	40 kgf	111,3015495
		Logam Las	40 kgf	106,5673332
Rata-rata				108,36668
4	Oli $90^\circ\text{C}$	Logam Induk	40 kgf	101, 3219383
		HAZ	40 kgf	109, 3214689
		Logam Las	40 kgf	121, 1297365
Rata-rata				110,5910479
5	Oli $100^\circ\text{C}$	Logam Induk	40 kgf	92, 6571222
		HAZ	40 kgf	100, 4532911
		Logam Las	40 kgf	111. 2974674
Rata-rata				101,4692936

Perbedaan nilai kekerasan disebabkan oleh pemotongan spesimen sebelum proses pembersihan (*mounting*) sehingga menyebabkan terjadinya panas pada daerah tersebut dan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang tidak diinginkan, secara kumulatif untuk daerah logam induk nilai kekerasan tertinggi terletak pada spesimen yang didinginkan menggunakan oli tanpa pemanasan dengan nilai kekerasan yaitu 107,2311587 VHN, sedangkan untuk daerah HAZ yang mengalami siklus termal sehingga tingkat kekerasannya lebih tinggi jika dibandingkan dengan tingkat kekerasan pada daerah logam induk dengan nilai kekerasan tertinggi yaitu pada spesimen menggunakan oli tanpa pemanasan dengan nilai 116,2376511 VHN, untuk daerah logam las yang mengalami pencairan dan pengerasan secara bersamaan tingkat kekerasannya lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah logam induk dan HAZ dengan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen yang menggunakan oli tanpa pemanasan dengan nilai kekerasan yaitu 116,3784321 VHN.

### Hasil Uji Kekerasan dengan Non Media

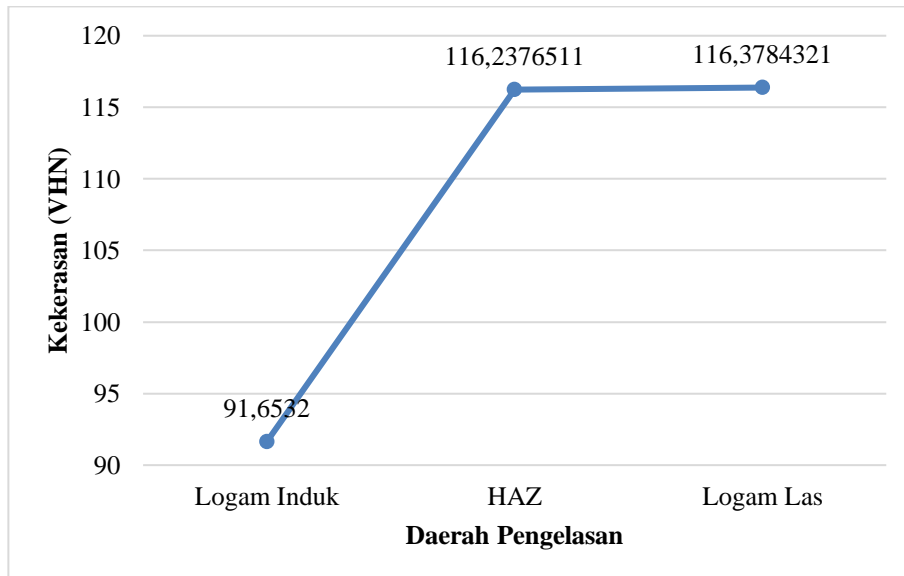
Pada Gambar 2 bisa diamati diagram angka kekerasan baja karbon sedang yang dilas serta didinginkan tanpa memakai media pendingin. Angka kekerasan paling tinggi terletak pada wilayah metal las ialah dengan angka kekerasan 114, 5347865 VHN disusul daerah HAZ ialah dengan angka kekerasan 102, 9872314 VHN serta angka kekerasan terkecil terdapat pada wilayah logam induk ialah dengan angka kekerasan 93, 2239003 VHN.



Gambar 2. Hasil Uji Kekerasan Non Media

### Hasil Uji Kekerasan dengan Menggunakan Media Oli Tanpa Pemanasan

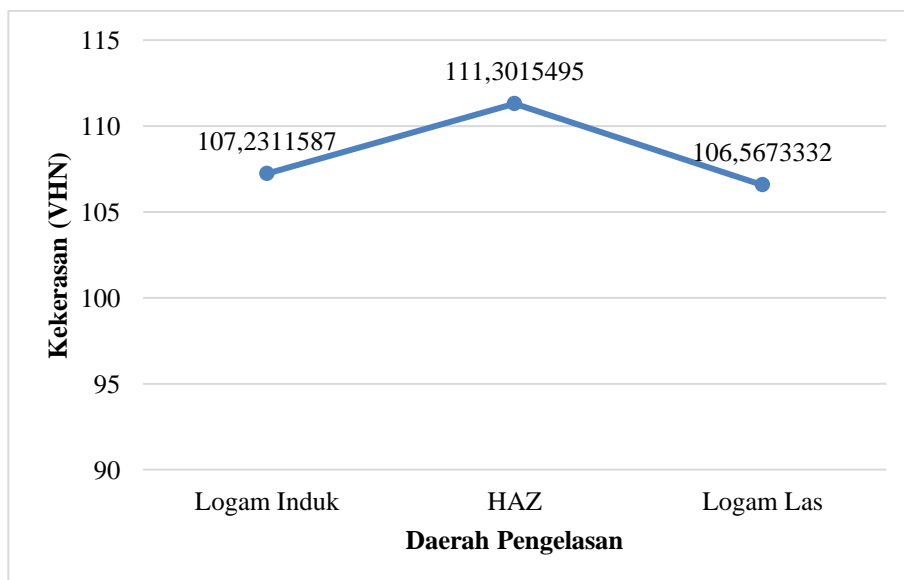
Pada Gambar 3 bisa diamati diagram angka kekerasan material yang dilas dan didinginkan memakai media pendingin oli tanpa dipanaskan terlebih dulu. Angka kekerasan paling tinggi ialah pada logam las ialah 116, 3784321 VHN, dan disusul dengan wilayah HAZ ialah dengan angka kekerasan 116, 2376511 VHN serta nilai kekerasan terkecil ialah pada wilayah logam induk dengan angka 91, 6532 VHN.



Gambar 3. Hasil Uji menggunakan Oli Tanpa Pemanasan

### Hasil Uji Kekerasan Menggunakan Media Oli dengan Suhu 80°

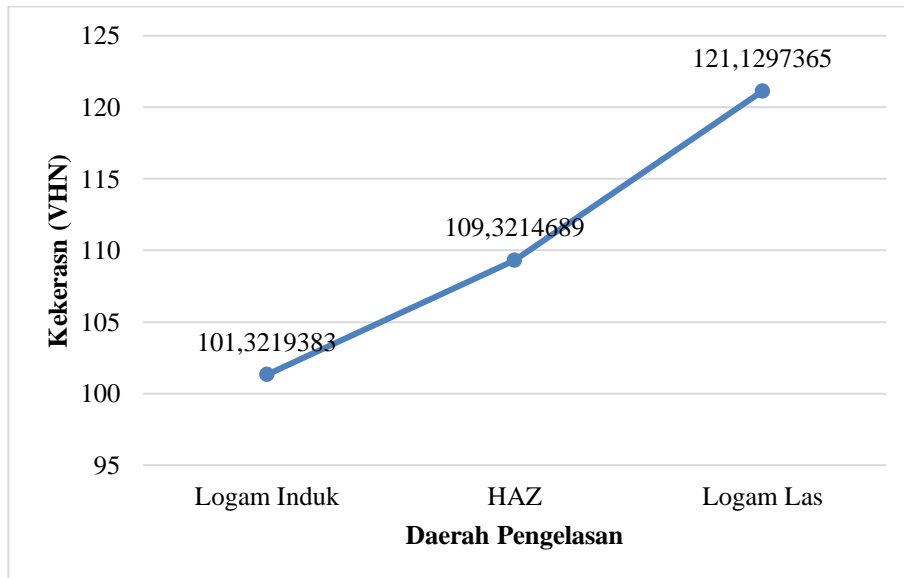
Pada Gambar 4 bisa diamati diagram angka kekerasan dari material yang dilas serta didinginkan memakai media pendingin oli yang dipanaskan hingga dengan temperatur 80°C. Angka kekerasan paling tinggi terdapat pada wilayah HAZ yaitu 111, 3015495 VHN, serta disusul dengan wilayah logam induk ialah 107, 2311587 VHN serta angka kekerasan terkecil terdapat pada wilayah logam las ialah 106, 5673332 VHN.



Gambar 4. Hasil Uji menggunakan Oli dengan Suhu 80°

### Analisis Uji Kekerasan Menggunakan Media Oli dengan Suhu 90°

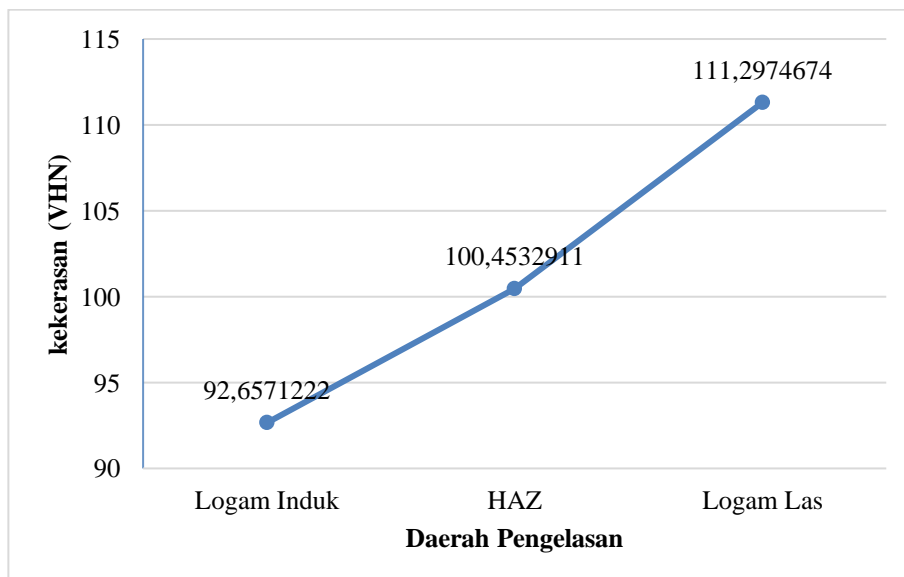
Pada Gambar 5 bisa diamati diagram angka kekerasan dari material yang dilas serta didinginkan memakai media pendingin oli yang dipanaskan hingga dengan temperatur 90°C. Angka paling tinggi terdapat pada wilayah logam las ialah 121, 1297365 VHN disusul dengan wilayah HAZ ialah dengan angka kekerasan 109, 3214689 VHN serta nilai kekerasan terkecil terdapat pada wilayah logam induk ialah 101, 3219383 VHN.



Gambar 5. Hasil Uji menggunakan Oli dengan Suhu 90°

### Analisis Uji Kekerasan Menggunakan Media Oli dengan Suhu 100°

Pada Gambar 6 bisa diamati diagram angka kekerasan material yang dilas dan didinginkan memakai media pendingin oli yang dipanaskan hingga dengan temperatur 100°C. Angka kekerasan paling tinggi terdapat pada wilayah logam las yaitu dengan angka kekerasan 111, 2974674 VHN disusul dengan wilayah HAZ ialah dengan angka kekerasan 100, 4532911 VHN serta angka kekerasan terkecil ialah pada wilayah logam induk dengan angka kekerasan 92, 6571222 VHN.

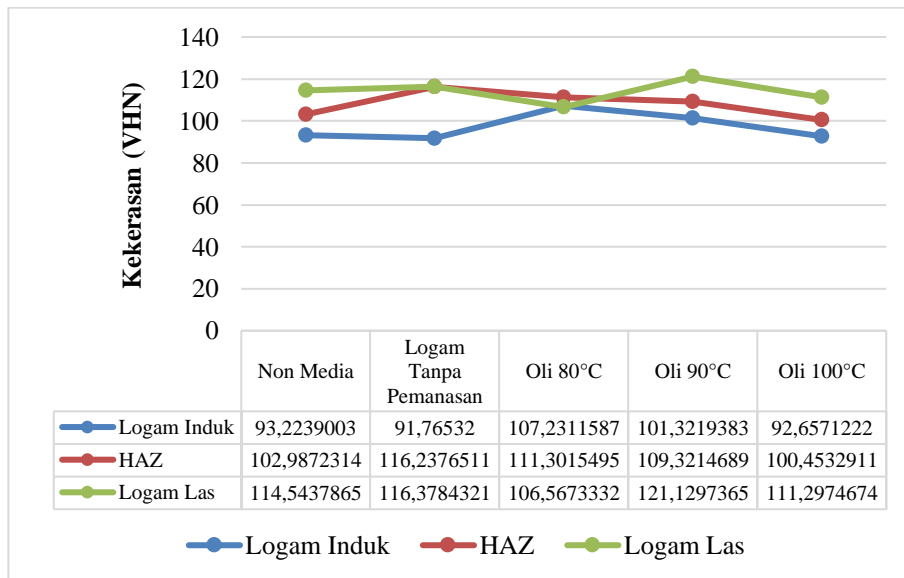


Gambar 6. Hasil Uji menggunakan Oli dengan Suhu 100°

### Hasil Nilai Keseluruhan Uji Kekerasan Material

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat untuk nilai keseluruhan pengujian kekerasan dengan menggunakan 5 media uji pada percobaan ialah baja karbon sedang yang dilas serta didinginkan menggunakan media pendingin oli tanpa pemanasan, oli yang dipanaskan hingga mencapai temperatur 80°C, 90°C, 100°C serta material uji yang didinginkan tanpa media pendingin, bisa diamati kalau wilayah logam induk (*base metal*) yang nilai kekerasannya sangat besar ialah pada material uji baja karbon sedang yang dilas dan didinginkan

menggunakan media pendingin oli 80°C ialah dengan angka kekerasan 107, 2311587 VHN, setelah itu pada wilayah HAZ (*heat affected zone*) bisa diamati yang mempunyai angka kekerasan sangat besar ialah material baja karbon sedang yang dilas serta didinginkan menggunakan media baja tanpa pemanasan dengan angka kekerasan 116, 2376511 VHN, setelah itu pada wilayah logam las (*fushion zone*) bisa diamati yang mempunyai angka kekerasan sangat besar ialah material baja karbon sedang yang dilas serta didinginkan menggunakan media pendingin oli yang dipanaskan hingga temperatur 90°C dengan angka kekerasan 121, 1297365 VHN.



Gambar 7. Hasil Nilai Keseluruhan Uji Kekerasan Material

### KESIMPULAN

Akibat temperatur oli selaku media pendingin memberikan akibat pada angka kekerasan material, akhirnya dengan angka kekerasan pada material yang didinginkan menggunakan media oli yang dipanaskan lebih kecil dibanding dengan material yang didinginkan menggunakan oli tanpa pemanasan serta temperatur ruang, alhasil angka kekerasan relatif naik berbanding lurus dengan ekskalasi temperatur media pendingin, namun pada riset ini ada anomali pada titik temperatur 90°C serta 100°C. Periset menggunakan media pendingin oli tanpa pemanasan, serta temperatur ruang selaku pembeda, alhasil lewat riset ini diperoleh hasil yang berbeda- beda ialah angka kekerasan ilustrasi non media 103, 584972 VHN, oli tanpa pemanasan 108, 127134 VHN, oli 80°C 108, 36668 VHN, oli 90°C 110, 5910479 VHN, oli 100°C 101, 4692936 VHN.

### REFERENSI

- [1] R. A, I. Irzal, W. Waskito, and R. Mulyadi, "Pengaruh Jenis Media Pendingin Air Garam, Air Sumur, Oli Terhadap Hardness Pada Hasil Pengelasan Baja S45C Menggunakan Las Smaw," *J. Vokasi Mek.*, vol. 3, no. 2, pp. 34–40, 2021, doi: 10.24036/vomek.v3i2.201.
- [2] F. D. Ayu V and S. Sumiati, "Desain Eksperimen Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Bahan St 41 Pada Proses Heat Treatment," *Juminten*, vol. 1, no. 3, pp. 104–115, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i3.125.
- [3] M. Anhar and B. S. E. Polonia, "The Effect Of Addition Of Limestone Powder And Gypsum As Isolator Media On Low Carbon Steel SMAW Welding," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 94–102, 2021, doi: 10.37385/jaets.v2i2.223.



- [4] I. Teknik, T. N. Wibowo, and N. Hidayati, "Pengaruh Variasi Temperatur Media Pendingin Pengelasan GMAW Terhadap Sifat Mekanis Baja ST 40," vol. 12, no. 1, pp. 103–111, 2020.
- [5] S. Roy, N. Romualdi, K. Yamada, W. Poole, M. Militzer, and L. Collins, "The Relationship Between Microstructure and Hardness in the Heat-Affected Zone of Line Pipe Steels," *Jom*, vol. 74, no. 6, pp. 2395–2401, 2022, doi: 10.1007/s11837-022-05280-6.
- [6] A. Mahgoub, A. Bazoune, N. Merah, F. Al-Badour, and A. Shuaib, "Effect of Welding Parameters on the Mechanical and Metallurgical Properties of Friction Stir Spot Welding of Copper Lap Joint," *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 44, no. 2, pp. 1283–1292, 2019, doi: 10.1007/s13369-018-3472-z.
- [7] A. P. Nugraha, F. Fadelan, and Y. Winardi, "Pengaruh Media Pendingin Pada Pengelasan Dissimilar Baja Aisi 1045 Dengan Ss 202 Menggunakan Pengelasan Smaw," *Komputek*, vol. 4, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.24269/jkt.v4i1.348.
- [8] S. Teknika, "Pengaruh Proses Hardening Pada Hasil Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Oli Gardan , Serbuk Arang, dan Air Temperatur Rendah," *Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan*, vol. 7, pp. 24–31, 2020.
- [9] A. Wisnujati and J. Andryansyah, "Analysis Of Mechanical Properties SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Welding Joints Of Portable Electric Hydraulic Jack Frame," *INTEK J. Penelit.*, vol. 7, no. 2, p. 155, 2021, doi: 10.31963/intek.v7i2.2134.
- [10] S. Sultoni, N. Finahari, and M. A. Sahbana, "Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las Smaw," *Proton*, vol. 11, no. 1, 2020.
- [11] A. Azwinur, M. Yudi, and Z. Zulkifli, "Pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan hasil pengelasan material AISI 1050 pada proses las MAG," *J. POLIMESIN*, vol. 18, pp. 124–130, 2020,
- [12] G. G. P. A. S. B, "J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin Effect of Cooling Media Variations on the Tensile Strength of AISI 1045 Steel," vol. 5, no. 1, pp. 20–25, 2021.
- [13] F. B. Susetyo, I. Basori, and J. T. Simanjuntak, "Pengaruh Polaritas Dan Temperatur Media Quenching Air Terhadap Kekerasan dan Korosi Deposit Lasan Baja Karbon Rendah Yang Dihasilkan Dari Proses SMAW Menggunakan Elektroda JIS Z 3251 DF2A-450-R," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 39–43, 2021, doi: 10.52447/jktm.v6i1.4395.
- [14] M. N. Erizal Maulana, "Pengaruh Proses Hardening dan Variasi Suhu Tempering pada Kekerasan dan Kuat Impact Baja SS 201," *J. Tech. Eng. Pist.*, vol. 3, no. 2, pp. 21–25, 2020.
- [15] M. Anhar, "Pendinginan Pengelasan dengan Metode SMAW pada Kekerasan Baja Karbon ST37 dengan Media Serbuk Semen Abu-Abu pada Beban Rockwell 100 kgf," *Rotasi*, vol. 21, no. 3, p. 140, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.3.140-146.
- [16] E. Rianto and B. Harjanto, "Pengaruh Temperatur Quenching Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Baja Keylos 50," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 72–79, 2014.
- [17] S. Ramadhani, Basyirun, Rusiyanto, and Sunyoto, "Pengaruh Variasi Temperatur Preheat Pada Pengelasan Smaw Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Karbon Ss400," vol. 7, no. April, pp. 12–20, 2022.
- [18] W. Wijoyo, M. Mujahid, A. Nurhidayat, E. Surjadi, and I. Saefuloh, "The effect of current strength on tensile strength and impact toughness of cast iron welded joints," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, p. 125, 2021, doi: 10.36055/tjst.v17i2.11216.

- [19] Sugiyono, *Metodelogi penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 2015.