

Analisis Pengaruh Variasi Pendinginan Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja ST 42 Hasil Pengelasan SMAW

I Kadek Alit Mahayoga¹, I Gede Wiratmaja^{2*}, I Nyoman Pasek Nugraha³

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Ganesha^{1,2,3}

Alit.mahayoga@undiksha.ac.id¹, wiratmaja@undiksha.ac.id^{2*}, pasek.nugraha@undiksha.ac.id³

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi media pendinginan udara, air, dan oli SAE 40 terhadap tingkat kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan SMAW pada material baja ST 42. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan metode Kuantitatif. Hasil penelitian memaparkan variasi media pendingin berpengaruh signifikan terhadap kekerasan dan struktur mikro pada hasil pengelasan SMAW. Kekerasan tertinggi rata-rata dengan media pendingin air pada daerah logam las sebesar 125,080 Kgf/mm², daerah HAZ sebesar 111,375 Kgf/mm², daerah logam induk sebesar 129,429 Kgf/mm² sedangkan kekerasan terendah dengan media pendingin udara pada daerah logam las sebesar 93,205 Kgf/mm², daerah HAZ sebesar 99,806 Kgf/mm², daerah logam induk sebesar 121,893 Kgf/mm². selanjutnya hasil pengujian struktur mikro baja ST 42 hasil pengelasan SMAW dengan media pendinginan air daerah HAZ (Heat Affected Zone) menunjukkan lebih banyak dan rapat butir pearlite, Hal ini menunjukkan korelasi yang kuat antara banyaknya sebaran dan rapat butir pearlite dengan peningkatan kekerasan material baja ST 42 hasil pengelasan SMAW khususnya dengan media pendingin air.

Kata Kunci: baja ST 42, kekerasan, media pendinginan, SMAW

A. PENDAHULUAN

Memasuki era modernisasi ditandai dengan perkembangan IPTEK yang semakin berkembang. Adanya perkembangan IPTEK tersebut menuntut SDM (Sumber Daya Manusia) untuk mengimplementasikan kedalam pekerjaan yang ditekuninya. Pengelasan memiliki peran krusial dalam berbagai industri dan terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Proses pengelasan yang baik dapat memberikan struktur yang kokoh dan tahan lama, sementara pengelasan yang buruk dapat menyebabkan kegagalan struktural dan potensi risiko keamanan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang teknik pengelasan dan penerapannya adalah kunci untuk mencapai hasil yang optimal. Teknik ini umumnya digunakan dalam berbagai industri, seperti konstruksi, manufaktur, perkapalan, otomotif, dan lainnya.

Pengelasan sendiri merupakan perkembangan IPTEK pada bidang konstruksi mesin (Suyetno, 2020). Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan metode di yang dipergunakan dalam konstruksi ataupun industri terkait dengan pengelasan (Sebayang dkk., 2021). Metode ini juga dikenal sebagai pengelasan elektroda berlapis dan sering digunakan untuk menghubungkan material logam. Manfaat dari penggunaan las SMAW diantaranya adalah biaya investasi yang rendah, bersifat ekonomis, serta proses yang mudah. Akan tetapi, penggunaan dari las SMAW juga memiliki kekurangan yang ditinjau dari beberapa faktor diantaranya adalah kecepatan pengelasan, kuat arus, elektroda, dan juru las. Pemilihan parameter pengelasan, seperti arus las, perlu diperhatikan untuk memperoleh hasil pengelasan yang optimal dan memenuhi persyaratan sifat mekanik yang diinginkan. Selain itu, faktor keselamatan juga perlu diperhatikan saat proses pengelasan, dan pelatihan pengelasan SMAW dapat membantu meningkatkan keterampilan dan kesadaran keselamatan kerja dalam pengelasan.

Media pendingin memegang peran krusial dalam menentukan kualitas akhir dari sambungan las. Penggunaan media pendingin yang tepat dengan kontrol suhu yang baik dapat membantu menghindari masalah potensial dan mengoptimalkan sifat mekanis dari logam yang dilas. Pemahaman mendalam terhadap jenis media pendingin, prinsip kerjanya, dan dampaknya terhadap hasil pengelasan adalah kunci keberhasilan dalam mencapai sambungan las yang berkualitas tinggi (Maghfiroh dkk., 2019). Media pendingin dapat memengaruhi sifat mekanik material, seperti kekerasan. Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh variasi media pendingin terhadap sifat mekanik material. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa penambahan kadar garam dapur (NaCl) dalam media pendinginan air dapat meningkatkan kekerasan baja karbon rendah setelah proses perlakuan panas, di mana konsentrasi garam

tertinggi menghasilkan kekerasan terbaik. Selain itu terdapat analisis pengaruh variasi media pendingin air dan oli pada hasil pengelasan menggunakan las SMAW menunjukkan bahwa media pendingin dapat memengaruhi kekerasan dan kekuatan tarik material hasil pengelasan (Sultoni dkk., 2019). Selain kekerasan, pengaruh media pendingin juga dapat memengaruhi sifat mekanik lainnya, seperti keuletan dan regangan. Oleh karena itu, pemilihan media pendingin perlu diperhatikan dalam proses perlakuan panas atau pengelasan untuk memperoleh sifat mekanik yang diinginkan.

Pada penelitian ini dipakainya Baja ST 42 sebab jenis baja ini termasuk dalam baja karbon rendah yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan manufaktur. Baja ST 42 memiliki sifat mampu las dan kepekaan terhadap retak las, sehingga cocok untuk proses pengelasan plat tipis maupun plat tebal. Kekuatan tariknya berkisar antara 41 kg/mm² sampai 49 kg/mm², yang merupakan maksimum kemampuan sebelum material mengalami patah. Baja ST 42 juga telah digunakan dalam berbagai penelitian, seperti dalam pengelasan gesek untuk aplikasi spring pin mobil dan dalam analisis laju korosi menggunakan larutan asam sulfat dan asam asetat. Selain itu, telah dilakukan penelitian mengenai kekuatan tarik pada sambungan, nilai kekerasan, serta struktur mikro yang dipengaruhi oleh variasi waktu gesek pada baja karbon rendah ST 42 serta *stainless steel* 304 (Muddin dkk., 2021). Selain itu, telah dilakukan analisis kekerasan baja ST 42 dengan perlakuan panas menggunakan metode Taguchi. Terakhir, baja ST 42 juga telah diteliti dalam konteks pelapisan nikel krom menggunakan metode *electroplating*.

Permasalahan yang terjadi pada pengelasan umumnya terdapat pada faktor pendinginan. Metode pengelasan yang dilakukan tentu harus memperhatikan terkait dengan beberapa faktor misalnya dimensi, komposisi, sifat fisik, serta sifat mekanik. Dilihat dari pengalaman saat magang industri dan pengamatan di dunia pendidikan khususnya di jurusan Teknik Pengelasan, siswa melakukan proses pendinginan material las yang sudah di satukan dengan secara langsung mendinginkan atau melakukan pendinginan hasil pengelasan dengan menggunakan air keran, hal ini dapat menyebabkan proses pendinginan hasil pengelasan secara cepat, hal ini dapat berpengaruh pada kekerasan dan struktur mikro pada hasil daerah pengelasan. Diperlukan kajian penelitian lebih lanjut untuk menganalisis bagaimana pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan SMAW dengan tujuan memberikan rekomendasi kedepannya kepada dunia industri terkait pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ST 42 hasil pengelasan SMAW.

B. LANDASAN TEORI

1. Pengelasan

Welding atau pengelasan merupakan metode yang digunakan dalam proses penyambungan logam. Menurut studi literature yang dilakukan pada konstruksi mesin ataupun bangunan aluminium telah banyak dilakukan metode pengelasan sebagai metode penyambungan (Zulfikar dkk., 2019). Menurut (Pattiasina dkk., 2018) memaparkan terkait dengan klasifikasi pengelasan, yaitu:

- Submerged* (pengelasan busur rendam)
- Metal inert gas* (pengelasan busur gas MIG)
- Tungsten inert gas* (pengelasan busur gas TIG)
- Pengelasan busur Listrik.

2. Las SMAW

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan metode di yang dipergunakan dalam konstruksi ataupun industri terkait dengan pengelasan. Metode ini juga dikenal sebagai pengelasan elektroda berlapis dan sering digunakan untuk menghubungkan material logam. Manfaat dari penggunaan las SMAW diantaranya adalah biaya investasi yang rendah, bersifat ekonomis, serta proses yang mudah. Akan tetapi, penggunaan dari las SMAW juga memiliki kekurangan yang ditinjau dari beberapa faktor diantaranya adalah kecepatan pengelasan, kuat arus, elektroda, dan juru las. Pemilihan parameter pengelasan, seperti arus las, perlu diperhatikan untuk memperoleh hasil pengelasan yang optimal dan memenuhi persyaratan sifat mekanik yang diinginkan. Selain itu, faktor keselamatan juga perlu diperhatikan saat proses pengelasan, dan pelatihan pengelasan SMAW dapat membantu meningkatkan keterampilan dan kesadaran keselamatan kerja dalam pengelasan.

3. Tenaga Listrik Pengelasan SMAW

Berikut dipaparkan terkait dengan pengelasan SMAW yang bersumber dari 3 jenis tenaga listrik, yaitu:

a. Mesin las arus AC

Dalam mesin las SMAW dengan arus bolak balik, busur listrik terbentuk ketika ujung elektroda bersentuhan dengan bahan kerja. Pada bagian positif siklus AC, elektroda pelapis melepaskan partikel-partikel positif yang membantu membersihkan permukaan pengelasan. Pada bagian negatif siklus AC, busur listrik menyebabkan elektroda meleleh dan deposit logam pelapis pada bahan kerja.

b. Mesin las arus DC

Mesin las SMAW dapat menggunakan arus searah (DC), yang berarti arus listrik mengalir dalam satu arah. Arus searah dapat berasal dari sumber daya listrik yang menyediakan tegangan konstan. Pemilihan arus searah dibandingkan dengan arus bolak-balik (AC) dapat memberikan keuntungan dalam kontrol lebih baik atas busur listrik dan karakteristik pengelasan

c. Mesin las arus AC dan DC

Mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan kombinasi arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) menggabungkan kelebihan dari kedua jenis arus tersebut untuk meningkatkan fleksibilitas dan kinerja pada proses pengelasan

4. Elektroda

Pada pengelasan terdapat kawat las yang disebut dengan elektroda. Dalam proses pengelasan terdapat suatu komponen penting yang disebut dengan elektroda sebagai elemen kunci. Elektroda SMAW terdapat beberapa jenis, diantaranya adalah elektroda besi tuang, aluminium, nikel, dan baja lunak. Secara umum, elektroda terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

a. Elektroda berselaput

b. Elektroda polos

Selanjutnya berikut adalah jenis elektroda baja lunak, yaitu:

a. Selaput Selulosa (E 6010 dan E 6011).

b. Selaput Rutil (E 6012 dan E 6013).

c. Selaput Oksida Besi dan Mangan (E 6020).

d. Selaput Besi (E 6027, E 7014, E 7018, E 7024, dan E 7028).

e. Hydrogen Rendah (E 7015, E7016, dan E 7018).

5. Media Pendingin

Media pendingin merupakan pendinginan logam yang baru saja dilelehkan dan disambungkan, Pendinginan ini membantu mengurangi deformasi, mencegah retakan, dan meningkatkan kekuatan serta ketahanan sambungan las (Ardiansah & Yunus, 2019). Beberapa jenis media pendingin yang digunakan dalam pengelasan diantaranya adalah:

a. Media pendingin udara

Pendinginan udara bertujuan untuk mendinginkan logam yang baru saja dilelehkan selama proses pengelasan. Penggunaan media pendingin udara dapat membantu mengurangi deformasi, mencegah retakan, dan meningkatkan kekuatan serta ketahanan sambungan las

b. Media pendingin air

Air memberikan pendinginan yang sangat cepat. Cocok untuk pekerjaan pengelasan yang memerlukan pendinginan cepat untuk mencegah deformasi atau retakan. Namun penggunaan air dapat meningkatkan resiko terbentuknya ketegangan internal atau retakan hydrogen (Sultoni dkk., 2019).

c. Media Pendingin Oli SAE

Penggunaan oli SAE sebagai media pendinginan memiliki beberapa keuntungan, terutama ketika dibandingkan dengan media pendingin lainnya seperti air atau udara. Oli memiliki pendinginan yang lebih rendah dibandingkan dengan air jadi dapat memberikan pendinginan yang lebih terkontrol, media pendingin oli juga mencegah retakan hydrogen, adanya perlindungan terhadap oksidasi, dan mengurangi resiko korosi (Irzal dkk., 2021).

6. Kekerasan

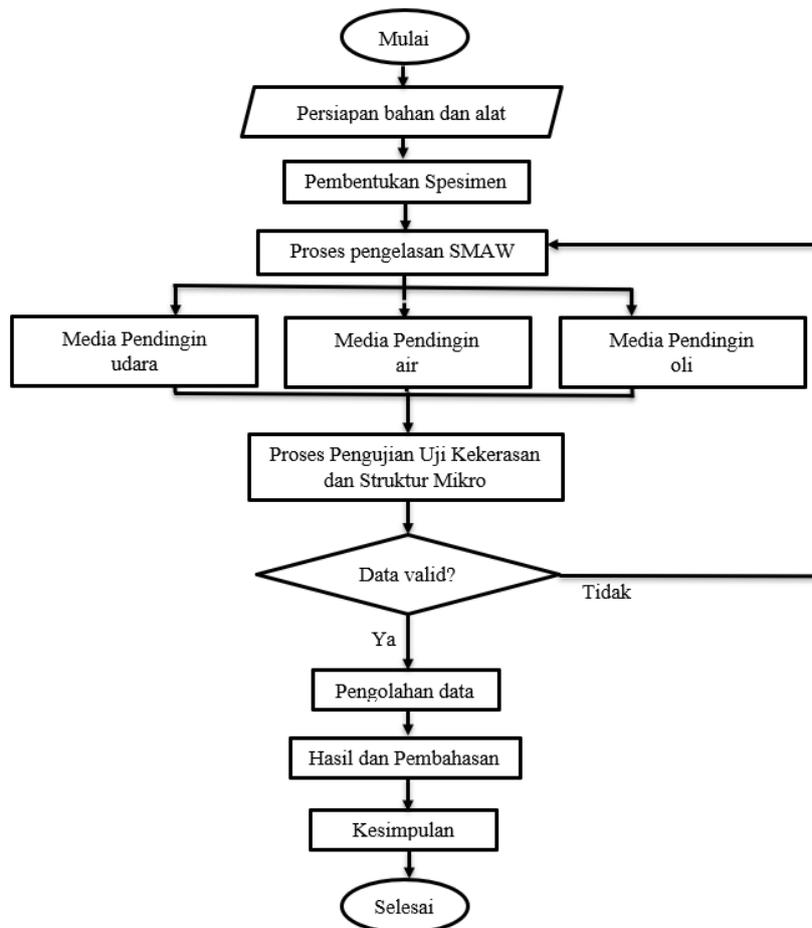
Kekerasan dalam pengelasan adalah suatu fenomena yang dapat terjadi selama atau setelah proses pengelasan logam. Kekerasan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk suhu tinggi

selama pengelasan, pendinginan cepat setelah pengelasan, atau perubahan struktur mikrologam (Abidin & Sutarto, 2023).

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Universitas Udayana. Subyek penelitian ini ialah penggunaan material baja ST 42. Sedangkan obyek penelitiannya ialah daerah pengelasan logam induk, HAZ, dan logam pengisi hasil pengelasan Baja ST 42. Alay yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah mesin gerinda, mesin las, elektroda, mesin gerinda tangan, jangka sorong, termogun, kamera, dan alat bantu keselamatan kerja. Selanjutnya bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya adalah air, oli SAE, dan baja ST 42.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui kegiatan dokumentasi dan observasi. Setelah data terkumpul dilanjutkan dengan teknik analisis data dengan menggunakan *software microsoft excel for Windows* dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro pada material. Dimana cara yang dilakukan adalah mengolah data yang didapat dari hasil observasi yang berupa data dari masing-masing sampel yang di ujikan. Kemudian data tersebut dimasukan ke dalam tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik. Berikut adalah pemaparan terkait dengan alur penelitian sebagaimana ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Vickers

Berikut adalah Tabel 1 yang memaparkan terkait dengan hasil pengujian vickers dengan menggunakan media pendingin udara, yaitu:

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Vickers Variasi Media Pendingin Udara

Kekuatan Kekerasan (VHN)						
Spesimen	Beban Uji (Kgf)	Titik Daerah Uji	d1 (mm)	d2 (mm)	d (mm)	HVN (kgf/mm ²)
1	10	Logam Induk	0.4	0.42	0.39	121.893
	10	HAZ	0.4	0.42	0.395	118.827
	10	Logam Las	0.4	0.43	0.43	100.270
2	10	Logam Induk	0.4	0.4	0.38	128.393
	10	HAZ	0.4	0.51	0.47	83.929
	10	Logam Las	0.5	0.45	0.48	80.469
3	10	Logam Induk	0.4	0.42	0.4	115.875
	10	HAZ	0.4	0.42	0.42	105.102
	10	Logam Las	0.4	0.46	0.44	95.764
4	10	Logam Induk	0.4	0.42	0.4	115.875
	10	HAZ	0.4	0.37	0.395	118.827
	10	Logam Las	0.5	0.42	0.44	95.764
5	10	Logam Induk	0.4	0.4	0.38	128.393
	10	HAZ	0.5	0.48	0.475	82.172
	10	Logam Las	0.5	0.42	0.44	95.764

Selanjutnya Tabel 2 yang memaparkan terkait dengan hasil pengujian vickers dengan menggunakan media pendingin air, yaitu:

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Vickers Variasi Media Pendingin Air

Kekuatan Kekerasan (VHN)						
Spesimen	Beban Uji (Kgf)	Titik Daerah Uji	d1 (mm)	d2 (mm)	d (mm)	HVN (kgf/mm ²)
1	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.385	125.080
	10	HAZ	0.4	0.41	0.415	107.650
	10	Logam Las	0.4	0.39	0.385	125.080
2	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.38	128.393
	10	HAZ	0.4	0.4	0.405	113.032
	10	Logam Las	0.4	0.38	0.385	125.080
3	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.38	128.393
	10	HAZ	0.4	0.41	0.41	110.291
	10	Logam Las	0.4	0.38	0.385	125.080
4	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.385	125.080
	10	HAZ	0.4	0.4	0.405	113.032
	10	Logam Las	0.4	0.38	0.385	125.080
5	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.38	128.393
	10	HAZ	0.4	0.4	0.405	113.032
	10	Logam Las	0.4	0.39	0.385	125.080

Selanjutnya Tabel 3 yang memaparkan terkait dengan hasil pengujian vickers dengan menggunakan media pendingin oli SAE 40, yaitu:

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Vickers Variasi Media Pendingin Oli SAE 40

Kekuatan Kekerasan (VHN)						
Spesimen	Beban Uji (Kgf)	Titik Daerah Uji	d1 (mm)	d2 (mm)	d (mm)	HVN (kgf/mm ²)
1	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.375	131.840
	10	HAZ	0.4	0.42	0.41	110.291
	10	Logam Las	0.4	0.42	0.425	102.644
2	10	Logam Induk	0.4	0.36	0.365	139.163
	10	HAZ	0.4	0.41	0.415	107.650
	10	Logam Las	0.4	0.43	0.425	102.644
3	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.385	125.080
	10	HAZ	0.4	0.4	0.41	110.291
	10	Logam Las	0.4	0.43	0.435	97.979
4	10	Logam Induk	0.4	0.39	0.385	125.080
	10	HAZ	0.4	0.42	0.41	110.291
	10	Logam Las	0.4	0.42	0.415	107.650
5	10	Logam Induk	0.4	0.38	0.385	125.080
	10	HAZ	0.4	0.41	0.415	107.650
	10	Logam Las	0.4	0.43	0.425	102.644

Tabel 4 dibawah ini memaparkan terkait dengan hasil perhitungan data uji kekerasan vickers pada logam las, haz dan logam induk, yaitu:

Tabel 4. Rata-Rata Hasil Perhitungan Data Uji Kekerasan Vickers Pada Logam Las, HAZ dan Logam Induk

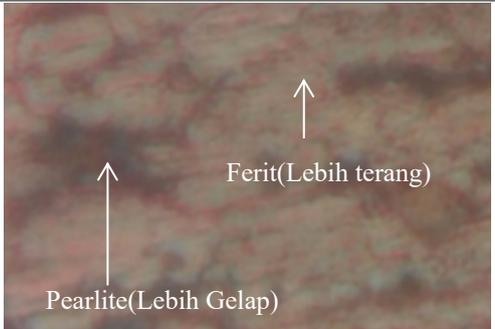
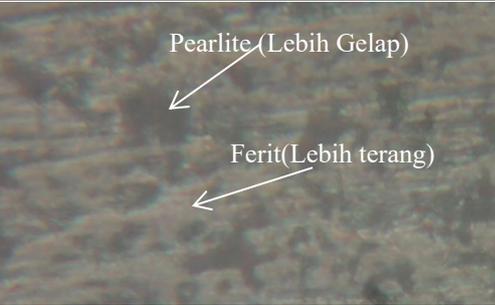
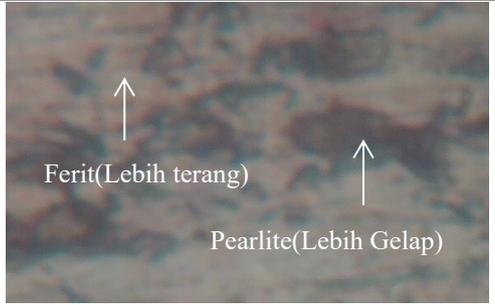
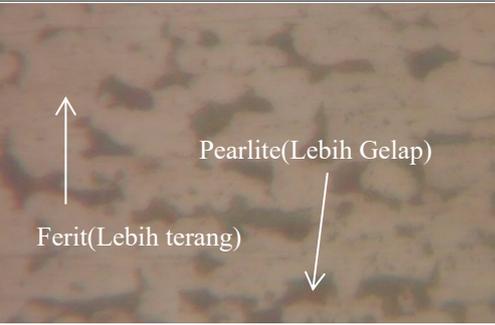
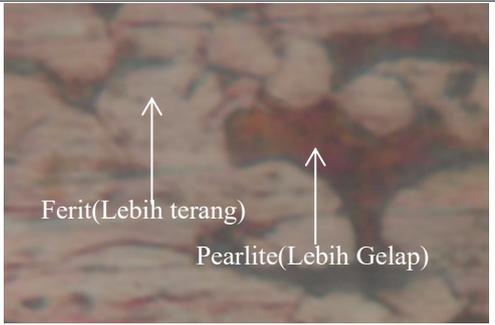
Kekuatan Kekerasan (VHN)									
Spesi- men	Udara			Air			Oli		
	Logam Induk	HAZ	Logam Las	Logam Induk	HAZ	Logam Las	Logam Induk	HAZ	Logam Las
	Kgf/mm ²								
1	121.893	118.827	100.270	125.080	107.650	125.080	131.840	110.291	102.644
2	128.393	83.929	80.469	128.393	113.032	125.080	139.163	107.650	102.644
3	115.875	105.102	95.764	128.393	110.291	125.080	125.080	110.291	97.979
4	115.875	118.827	95.764	125.080	113.032	125.080	125.080	110.291	107.650
5	128.393	82.172	95.764	128.393	113.032	125.080	125.080	107.650	102.644
Rerata	122.086	101.771	93.607	127.068	111.407	125.080	129.249	109.235	102.712

Berdasarkan dari hasil penelitian diperoleh data bahwa terdapat perbedaan kekerasan yang signifikan khususnya pada daerah HAZ dan logam las. Nilai rata-rata tingkat kekerasan material tertinggi pada daerah logam las terdapat pada material Baja ST 42 dengan variasi media pendinginan air dengan nilai kekerasan 125.080 kgf/mm², sedangkan untuk nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada daerah HAZ terdapat pada variasi media pendinginan air yang mempunyai nilai kekerasan 111.407 kgf/mm². Selanjutnya untuk nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada logam induk terdapat pada variasi media pendinginan oli dengan nilai kekerasan sebesar 129.249 kgf/mm². Kekuatan sambungan las dipengaruhi oleh berbagai faktor. Pada penelitian ini, kekerasan yang paling tinggi terdapat pada media pendinginan air khususnya pada daerah logam las dan daerah HAZ. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh penelitian (Effendi, 2019) dan (Sultoni dkk., 2019) yang menjabarkan bahwa air memiliki densitas paling tinggi diantara media pendingin lainnya sehingga membuat proses pendinginan material menjadi lebih cepat dan efektif.

2. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Heat affected zone (daerah pengaruh panas) merupakan daerah yang diamati pada proses penyambungan hasil pengelasan. Penggunaan alat dalam menghasilkan struktur mikro berupa foto metalografi terkait hasil sambungan dengan 3 jenis media pendinginan air, udara dan oli dengan diameter bahan 20 mm pada material baja karbon ST 42 dan menggunakan arus 95 ampere. Foto struktur mikro baja ST 42 dengan variasi media pendinginan dan variasi pembesaran dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Foto Struktur Mikro Baja ST 42 Daerah HAZ Pembesaran 200x dan 400x

Gambar struktur mikro baja ST 42		
Variasi Pendinginan	Pembesaran 200x	Pembesaran 400x
Udara		
Air		
Oli		

Gambar 5 di atas adalah merupakan hasil dari foto struktur mikro baja karbon rendah ST 42 pada pembesaran 200x dan 400x. Daerah yang diuji struktur mikronya yaitu daerah HAZ dikarenakan ada kendala pada spesimen yang berbentuk silinder sehingga terjadi kesulitan dalam mencari fokus gambar struktur mikro sehingga untuk foto struktur mikronya diambil hanya pada daerah HAZ saja. Struktur mikro yang diamati adalah ferit dan pearlite. Menurut (Ardiansah & Yunus, 2019) butir-butir ferit berwarna terang sedangkan pearlite berwarna gelap atau kelabu. Gambar 5 di atas merupakan hasil dari foto struktur mikro baja ST 42 menunjukkan daerah daerah ferit yang terpisah. Setelah mengetahui struktur butir mikro dari ketiga variasi media pendingin tersebut yang dimana struktur butir material dengan variasi pendinginan air memiliki unsur pearlite yang lebih banyak dan rapat. Hal ini sesuai dengan uji kekerasan material dengan media pendinginan air yang memiliki kekuatan rata-rata sebesar

111.407 kgf/mm² yang mana terlihat bahwa material baja ST 42 yang didinginkan dengan menggunakan media pendinginan air memiliki nilai kekerasan yang lebih besar khususnya di daerah HAZ dan logam las dibandingkan dengan menggunakan media pendinginan udara dan oli. Hal ini juga diperkuat dengan penetiannya (Winardi dkk., 2020) yang menyatakan bahwa ferit mempunyai sifat liat dan lunak, memiliki beberapa sel kubus yang berasal dari larutan padat atom murni. Pearlite mempunyai sifat lebih keras dan kuat dibandingkan ferit. Selain itu pearlite juga memiliki beberapa lapisan halus. Hal tersebut terjadi pada saat proses pengelasan yang disebabkan oleh perbedaan temperatur yang terjadi pada proses pengelasan SMAW.

E. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan dari kajian pengaruh media pendinginan terhadap nilai kekerasan spesimen baja ST 42 hasil pengelasan SMAW adalah nilai rata-rata kekerasan tertinggi terdapat pada daerah logam Las dan HAZ dengan variasi media pendinginan air. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada Logam Induk terdapat pada variasi pendinginan oli SAE 40. Nilai rata-rata kekerasan terendah pada daerah las, HAZ, dan Logam induk terdapat pada variasi media pendingin udara. Selanjutnya dari hasil uji struktur mikro pada spesimen dengan media pendinginan air memiliki pearlite yang lebih besar, banyak dan lebih rapat. Pearlite berperan penting dalam meningkatkan kekerasan pada material maka jika pearlite lebih banyak dan rapat maka semakin keras pula material tersebut. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan menambah variasi media pendinginan dalam mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap nilai kekerasan spesimen uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. H. Z., & Sutarto, E. (2023). Pengaruh variasi jenis arus las SMAW terhadap keretakan hasil pengujian bending dan struktur mikro pada material AISI 1010. *Simetris*, 17(2), 46–51.
- Ardiansah, A., & Yunus. (2019). Studi Hasil Proses Pengelasan FCAW (Flux Cored Arc Welding) Pada Mterial ST 41 Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 9–16.
- Effendi, N. (2019). Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja S45C Pada Pengelasan Smaw Dengan Variasi Media Quench. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, 12(1), 30–37.
<https://doi.org/10.20961/jiptek.v12i1.28916>
- Irzal, I., Waskito, W., & Mulyadi, R. (2021). Pengaruh Jenis Media Pendingin Air Garam, Air Sumur, Oli Terhadap Hardness Pada Hasil Pengelasan Baja S45C Menggunakan Las Smaw. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(2), 34–40. <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i2.201>
- Maghfiroh, M. R., Soebiyakto, G., & Farid, A. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las SMAW. *Proton*, 11(1), 35–42.
- Muddin, S., Jamaluddin, J., Eka Putra, R., & Sahrul, S. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Pengaruh Perlakuan Panas Hasil Pengelasan Kampuh V Baja 42 Dengan Media Pendingin Air Dan Oli. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 16(1), 6–10. <https://doi.org/10.47398/iltek.v16i1.584>
- Pattiasina, N. H., Holle, S., & Keppy, I. H. (2018). Pelatihan Proses Pengelasan Menggunakan Mesin Las Listrik dalam Upaya Peningkatan Ketrampilan Pekerja di Desa Rumahtiga. *Jurnal Simetrik*, 8(1), 77–83.
<https://doi.org/10.31959/js.v8i1.90>
- Sebayang, A., Tarigan, E., & Siahaan, S. (2021). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Baja ST 37 dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) Menggunakan Arus 140 A dan 120 A. *Jurnal Ilmiah Core IT*, 9(6), 1–8.
- Sulton, Finahari, N., & Sahbana, A. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las SMAW. *Proton*, 11(1), 35–42.
- Suyetno, A. (2020). Pengembangan Massive Open Online Courses (MOOCs) pada Materi Pengelasan. *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran*, 2(2), 141–152. <https://doi.org/10.17977/um054v2i2p141-152>
- Winardi, Y., Fadelan, F., Munaji, M., & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 86–93. <https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27772>
- Zulfikar, A., Sasria, N., Putri, M., Lubis, D., & Dewanto, H. A. (2019). Pelatihan Dasar Dasar Pengelasan Bagi Warga Karang Joang Km 15, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Prosiding Sepakat Institut Teknologi Kalimantan*, 1(1), 1–6.