J-Move: Jurnal Teknik Mesin, Vol. 8, No. 1, 2026
E-ISSN: 2656-1158

Pengaruh Media Pendingin pada Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 1020 dalam Proses Pengelasan SMAW

Muhammad Ichsan[1]*, Muhammad Halim Asiri[2], Kusno Kamil[2]

[1] *Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.*
[2,3] *Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.*
* *Penulis Korespondensi.*

Riwayat Artikel

Diterima: 3 Januari 2026
Selesai Revisi: 15 Februari 2026
Disetujui: 9 Maret 2026
Tersedia daring: 15 Maret 2026

Alamat *E-mail*

[1] muh.ichsan.xab.c@gmail.com
[2] muhammadhalim.asiri@umi.ac.id
[3] kusno.kamil@umi.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1020 dalam proses pengelasan dengan metode SMAW. Dalam proses pengelasan SMAW, variasi media pendingin seperti coolant, udara, dan oli digunakan untuk mempengaruhi sifat mekanik hasil las. Setelah proses pengelasan, pengujian kekerasan dilakukan pada area las dan HAZ menggunakan pengujian *Vickers*, pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan *Scenning elektron microscope* untuk menganalisis perubahan yang terjadi. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa pada pengelasan SMAW baja AISI 1020 terhadap daerah las dan HAZ lebih dominan fasa ferrite dibanding fasa pearlite, baja dengan karbon rendah akan mengandung lebih banyak ferrite dibanding pearlite dan proses pendinginan lambat setelah pemanasan juga dapat meningkatkan kandungan ferrite. Hal ini dapat dilihat pada nilai kekerasan pada daerah HAZ dengan media pendingin oli yang dimana memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan dengan pendinginan udara dan coolant. Hasil pengujian kekerasan pada daerah LAS memiliki nilai kekerasan rata-rata yang terbesar terdapat pada variasi pendinginan coolant sebesar 134,4 N/mm^2, sedangkan nilai kekerasan rata-rata yang terkecil terdapat pada pendinginan udara bebas sebesar 102,6 N/mm^2. Pada daerah HAZ memiliki nilai kekerasan rata-rata yang terbesar terdapat pada variasi pendingin oli sebesar 183,6 N/mm^2 dan nilai kekerasan rata-rata yang terkecil terdapat pada pendinginan udara bebas sebesar 99,8 N/mm^2.

Kata kunci: Pengelasan SMAW, Media Pendingin, Baja AISI 1020, Uji Kekerasan, Uji Struktur Mikro.

Abctract

This study aims to determine the effect of cooling media on the hardness and microstructure of AISI 1020 steel during SMAW welding. In the SMAW welding process, variations in cooling media, such as coolant, air, and oil, are used to affect the mechanical properties of the weld. After the welding process, hardness testing is performed on the weld area and HAZ using Vickers testing, and microstructure observation is carried out using a scanning electron microscope to analyze the changes that occur. The SEM test results show that in the welding of SMAW AISI 1020 steel, the weld area and HAZ are more dominant in the ferrite phase than in the pearlite phase. Steel with low carbon will contain more ferrite than pearlite, and slow cooling after heating can also increase the ferrite content. This can be seen in the hardness value in the HAZ area with oil cooling medium, which has the highest hardness value compared to air cooling and coolant. The results of the hardness test in the LAS area showed the largest average hardness value in the coolant-cooling variation at 134.4 N/mm^2, while the smallest average hardness value was found in the free-air cooling at 102.6 N/mm^2. In the HAZ area, the largest average hardness value is found in the oil-cooler variation at 183.6 N/mm^2, and the smallest average hardness value is found in free-air cooling at 99.8 N/mm^2.

Keywords: *SMAW Welding, Cooling Media, AISI 1020 Steel, Hardness Test, Microstructure Test.*

1. PENDAHULUAN

Proses pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan logam yang paling banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri otomotif, konstruksi, dan manufaktur. Salah satu jenis pengelasan yang populer adalah pengelasan busur manual (*Shielded Metal Arc Welding* atau SMAW), yang digunakan untuk menyambung berbagai jenis logam, termasuk baja karbon rendah seperti AISI 1020. Baja AISI 1020 adalah baja karbon rendah yang memiliki sifat mudah dibentuk, dapat dilas dengan baik, serta memiliki harga yang relatif terjangkau. Namun, dalam proses pengelasan, sifat mekanik dari baja ini, seperti kekerasan dan struktur mikro, dapat mengalami perubahan yang signifikan karena suhu tinggi yang terjadi selama proses pengelasan.

Deutsche Industrie Normen (DIN) dalam Harsono dkk (1991:1), mendefinisikan bahwa "Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair". Hal inilah yang

menginovasi teknik lasan ditekankan terhadap kecepatan produksi dan kualitas supaya mampu meningkatkan efisiensi dan menekan biaya produksi. Menurut *American Welding Society* (AWS) las merupakan teknik penyambungan logam melalui pemanasan lokal sampai titik leleh dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam pengisi. Pada kesempatan ini peneliti menggunakan las SMAW (*Sheild Metal Acr Welding*), yakni proses penyambungan logam menggunakan energi panas untuk mencairkan material dan elektroda sebagai pengisinya dari sambungan dua buah material tersebut.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan sifat mekanik dan struktur mikro pada area pengelasan adalah penggunaan media pendingin yang berbeda. Media pendingin berfungsi untuk mendinginkan material yang dipanaskan pada saat pengelasan, yang dapat mempengaruhi laju pendinginan dan akhirnya menentukan kekerasan serta struktur mikro pada zona pengelasan. Kecepatan pendinginan yang terlalu cepat atau terlalu lambat dapat menyebabkan terbentuknya mikrostruktur yang tidak diinginkan, seperti martensit yang terlalu keras atau struktur yang rapuh.

Penelitian mengenai pengaruh media pendingin pada kekerasan dan struktur mikro pada baja AISI 1020 dalam proses pengelasan SMAW masih terbatas, meskipun ada banyak penelitian terkait pengelasan dan peran pendinginan pada proses-proses pengelasan lainnya. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi bagaimana berbagai media pendingin, seperti air, minyak, atau udara, dapat mempengaruhi hasil pengelasan pada baja AISI 1020. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1020 pada proses pengelasan SMAW, serta untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam guna meningkatkan kualitas dan daya tahan hasil pengelasan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Teknik pengelasan banyak digunakan untuk penyambungan antar batang pada konstruksi mesin dan konstruksi bangunan baja. Pada proses pembuatan sambungan dibuat menggunakan teknik pengelasan yang lebih ringan dan sederhana.

Media pendingin merupakan suatu substansi yang berfungsi dalam menentukan kecepatan pendinginan yang dilakukan terhadap material yang telah diuji dalam perlakuan panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan dan pengamatan struktur mikro material baja AISI 1020 yang dipengaruhi media pendinginan coolant dan oli.

Penggunaan pelumas sebagai media pendingin dalam proses perlakuan akan menyebabkan timbulnya lapisan karbon pada bagian permukaan spesimen yang akan mempengaruhi sifat mekanis spesimen. Tingkat lapisan ini tergantung pada laju shear, yaitu kecepatan tiap tebal film pelumas. Kerusakan pada zat aditif pelumas karena peningkatan temperatur dapat menyebabkan terjadinya penurunan ketebalan lapisan karbon saat pelumas digunakan sebagai media pendingin. Penggunaan pelumas Mesran SAE 20W – 50 pada sebagian besar kendaraan bermotor mendorong peneliti untuk menggunakannya sebagai media pendingin.

Gambar 1. Spesimen Dengan Pendinginan Oli Mesran SAE 20W-50 dan Coolant Master Radiattor.

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis *cold roll steel* dengan kandungan karbon 0,08% - 0,3% yang biasa digunakan untuk body kendaraan. Baja AISI 1020 merupakan salah satu baja karbon rendah dengan unsur karbon (1,40-1,70) % Ni, (0,90-1,40) % Cr, dan (0,20-0,30) % Mo. Baja AISI 1020 setara dengan baja DIN CK22.C22, JIS S20C.

Kekerasan ialah salah satu bentuk sifat mekanik dari suatu pengujian material, dan didefinisikan sebagai ketahanan sebuah material (benda kerja) terhadap penetrasi atau daya tembus dari bahan lain yang akan lebih keras (penetrator) kekerasan merupakan suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur – unsur paduan dan kekerasan dari suatu bahan tersebut dapat berubah bila dikerjakan dengan cold worked seperti pengerolan, penarikan, pemakanan serta kekerasan dapat dicapai sesuai kebutuhan dengan perlakuan panas (Nasution, 2020).

Terakhir, tutup bagian kajian pustaka dengan menyatakan secara eksplisit di mana posisi penelitian Anda dalam konteks literatur yang ada. Misalnya, Anda bisa menjelaskan bahwa penelitian ini mengisi gap tertentu, mengembangkan pendekatan baru, atau menguji kembali suatu konsep dalam konteks yang berbeda.

Metalografi adalah metode yang digunakan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro hal ini struktur logam dan paduannya. Dengan pengujian mikrografi ini kita dapat mengetahui struktur dari suatu logam dengan memperjelas batas-batas butir logam dalam setiap butir, semua sel satuan teratur dalam satu arah dan satu pola tertentu. Analisis struktur mikro digunakan untuk menentukan apakah parameter struktur berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian digunakan untuk menentukan perubahan-perubahan struktur mikro yang terjadi sebagai akibat komposisi atau perlakuan panas. Dengan analisa struktur mikro, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat fisis. (Andika Wisnujati 2017).

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah

mikroskop yang menggunakan elektron untuk menguji suatu obyek. Elektron ditembakkan dan berinteraksi dengan sampel sehingga menghasilkan sinyal yang berisi informasi tentang permukaan sampel meliputi topografi, morfologi, komposisi serta informasi kristalografi. Interaksi elektron dengan atom sampel akan menghasilkan berbagai macam sinyal diantaranya, *secondary electron* (SE), *back-scattered electron* (BSE), sinar-X karakteristik, elektron Auger serta *cathodaluminance*.

3. METODOLOGI

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental di laboratorium dengan metode kuantitatif untuk memperoleh data nilai kekerasan dan Sruktur mikro. Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Universitas Muslim Indonesia, Laboratorium Material Politeknik ATI Makassar, serta Laboratorium Mikro Struktur Universitas Muslim Indonesia.

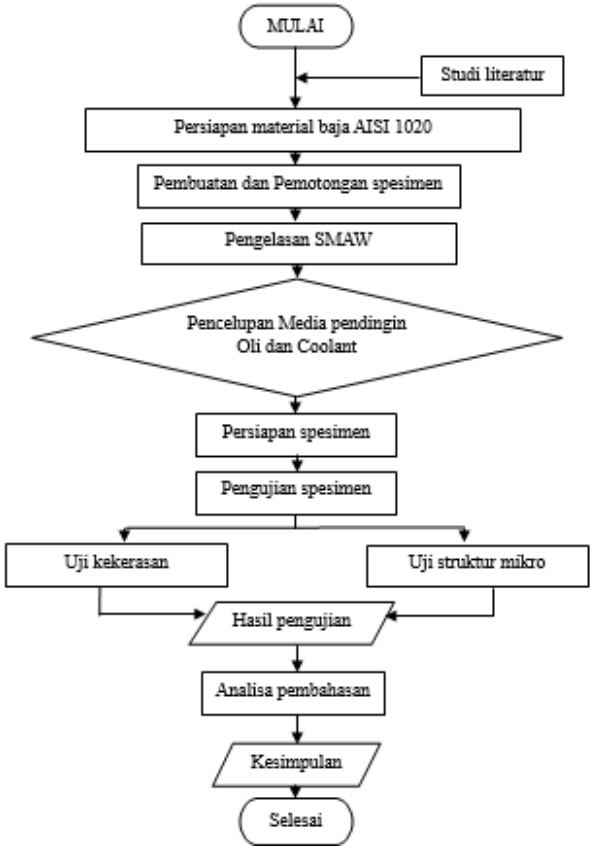
3.2. Variabel dan Parameter Penelitian

Variasi media pendingin pada hasil las-an akan menghasilkan nilai kekerasan dan hasil struktur mikro yang berbeda.

3.3. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi oli mesran SAE 20W-50, *coolant* master radiator, elektroda RD-460 E6013, dan baja AISI 1020, sedangkan alat yang digunakan meliputi mesin las SMAW, alat uji kekerasan dan alat *Scanning electron microscope,* gerinda, mata gerinda potong dan asah, mistar baja dan ragum.

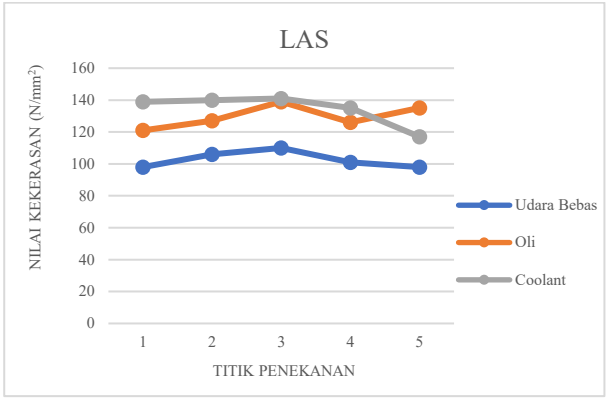
3.4. Prosedur Penelitian



3.5. Metode Analisis Data

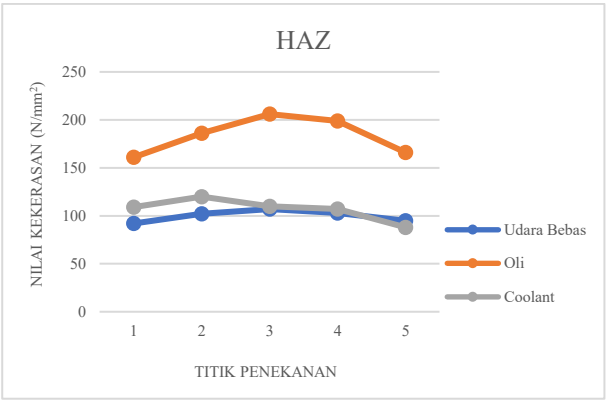
Data diperoleh dari dua metode yakni metode literatur dan metode eksperimental. Pada metode literatur, data diperoleh dengan cara mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal-jurnal, dan mengacu pada standar pengujian Internasional ASTM E92 untuk uji kekerasan sebagai pedoman dalam pelaksanaan pengujian. Pada metode eksperimental, data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium dan selanjutnya diolah, dihitung dan disajikan dalam bentuk grafik menggunakan Microsoft Excel versi 2507 *build* 16.0.19029.20136 untuk mempermudah proses pembacaan. Data yang telah diolah kemudian dianalisis secara sistematis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Nilai Kekerasan pada Daerah LAS

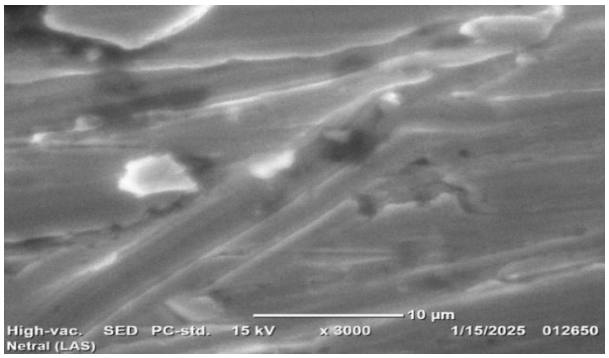
Berdasarkan Gambar 2. grafik pengujian kekerasan pengelasan SMAW pada daerah LAS memiliki nilai kekerasan rata-rata yang terbesar terdapat pada variasi pendinginan coolant sebesar 134,4 N/mm^2, dan nilai kekerasan rata-rata yang terkecil terdapat pada pendinginan udara bebas sebesar 102,6 N/mm^2.



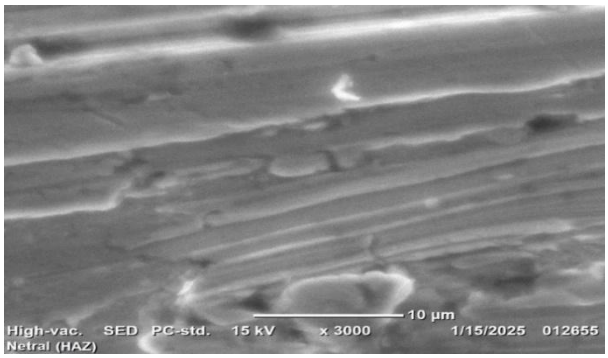
Gambar 3. Nilai Kekerasan Pada Daerah HAZ

Berdasarkan Gambar 3, grafik pengujian kekerasan pengelasan SMAW pada daerah HAZ memiliki nilai kekerasan rata-rata yang terbesar terdapat pada variasi pendingin oli sebesar 183,6 N/mm2, dan nilai kekerasan rata-rata yang terkecil terdapat pada pendinginan udara bebas sebesar 99,8 N/mm2.

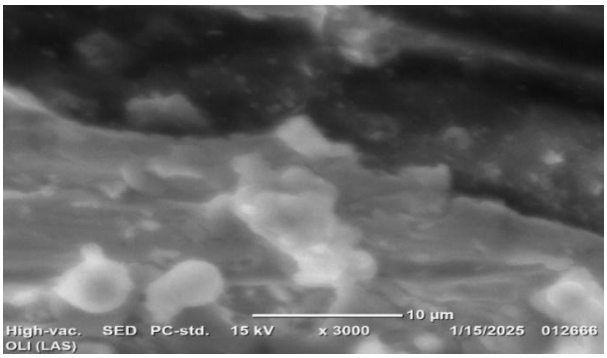
4.1. Uji *Scanning Elektron Microscope*



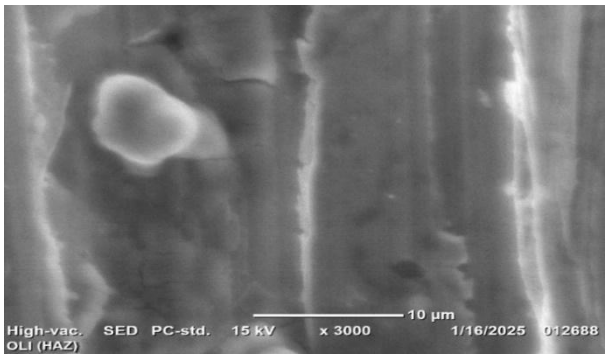
Gambar 4. *Scanning Elektron Microscope* Daerah LAS Pada Pendinginan Udara Bebas



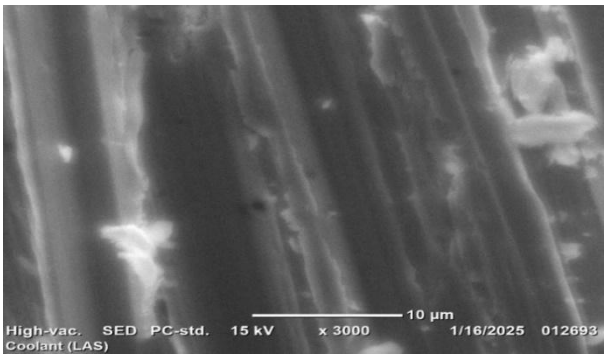
Gambar 7. *Scanning Electron Microscope* Daerah HAZ Pada Pendinginan Udara Bebas



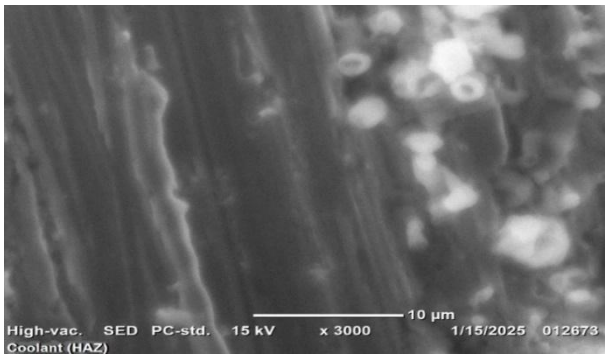
Gambar 5. *Scanning Elektron Microscope* Daerah LAS Pada Pendinginan Oli



Gambar 8. *Scanning Elektron Microscope* Daerah HAZ Pada Pendinginan Oli



Gambar 6. *Scanning Elektron Microscope* Daerah LAS pada Pendinginan *Coolant*



Gambar 9. *Scanning Elektron Microscope* Daerah HAZ Pada Pendinginan Coolant

Hasil persentase pada daerah las didapatkan hasil yaitu pada pendinginan udara bebas mendapatkan nilai fasa ferrite 78,9 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 21,1 %, pada pendinginan oli mendapatkan nilai fasa ferrite 77,8 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 22,2 % dan pada pendinginan coolant mendapatkan nilai fasa ferrite 75,5 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 24,5 %. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil nilai kekerasan daerah las yang dimana pendinginan udara bebas mendapatkan nilai rata-rata 102,6 N/mm^2, pendinginan oli mendapatkan nilai rata-rata 129,6 N/mm^2 dan pendinginan coolant mendapatkan nilai rata-rata 134,4 N/mm^2.

Hasil persentase pada daerah HAZ didapatkan hasil yaitu pada pendinginan udara bebas mendapatkan nilai fasa ferrite 80 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 20 %, pada pendinginan oli mendapatkan nilai fasa ferrite 75,1 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 24,9 % dan pada pendinginan coolant mendapatkan nilai fasa ferrite 78 % sedangkan nilai fasa pearlitenya 22 %. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil nilai kekerasan daerah las yang dimana pendinginan udara bebas mendapatkan nilai rata-rata 99,8 N/mm^2, pendinginan oli mendapatkan nilai rata-rata 183,6 N/mm^2 dan pendinginan coolant mendapatkan nilai rata-rata 106,8 N/mm^2

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

a) Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa media pendingin oli bagian HAZ memiliki kekerasan tertinggi dibandingkan pendinginan lainnya, dengan nilai kekerasan dari 161 N/mm^2 hingga 206 N/mm^2.

Sedangkan pada bagian las media pendingin coolant memiliki kekerasan tertinggi dibandingkan pendingin lainnya, dengan nilai kekerasan dari 117 N/mm^2 hingga 141 N/mm^2. Secara keseluruhan, untuk pengujian kekerasan pada bagian HAZ media pendingin oli adalah material dengan nilai kekerasan tertinggi, sedangkan untuk pengujian kekerasan pada bagian las media pendingin coolant adalah material dengan nilai kekerasan tertinggi.

b) Hasil uji SEM menunjukkan bahwa pada pengelasan SMAW baja AISI 1020 terhadap daerah las dan haz lebih dominan fasa ferrite dibanding fasa pearlite, sehingga baja akan lebih lunak, ulet dan mudah dibentuk, tetapi dengan kekuatan dan kekerasan yang lebih rendah. Dikarenakan kandungan ferrite yang lebih tinggi menunjukkan kadar karbon yang lebih rendah (di bawah 0,8% C), baja dengan karbon rendah akan mengandung lebih banyak ferrite dibanding pearlite dan proses pendinginan lambat setelah pemanasan juga dapat meningkatkan kandungan ferrite.

5.2. Saran

a) Perlu adanya penelitian lebih lanjut setelah pengelasan SMAW untuk mengetahui apakah ada cacat las atau tidak.
b) Melakukan analisis untuk menentukan komposisi unsur suatu material.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, R., Rosadi, M. M., & Hadi, F. S. (2023). Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST-37 Menggunakan Pengelasan SMAW. *Jurnal MOTION (Manufaktur, Otomasi, Otomotif, dan Energi Terbarukan)*, *2*(1), 26-32.

Bisri, H., & Yunus, Y. (2022). Pengaruh Media Pendinginan pada Proses Pengelasan Smaw Material Baja SS400 Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, *10*(03), 55-60.

Damai, R., Rijanto, A., & Hakim, L. (2022). Analisis Pengaruh Media Pendingin Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah Plate Baja Aisi 1020. *Majamecha*, *4*(1), 51-59.

Farikhin, F., & Joko Sedyono, S. T. (2016). *Analisa scanning electron microscope komposit polyester dengan filler karbon aktif dan karbon non aktif* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

HIDAYAT, S. (2022). Skripsi Analisis Pengelasan Smaw pada Sambungan Baja St 37 dengan Variasi Jenis Elektroda.

Miftakhuddin, N. (2006). Pengaruh Temper dengan Quench Media Oli Mesran Sae 20W-50 terhadap Karakteristik Medium Carbon Steel. *Skripsi sarjana FT Negeri Semarang*.

Saputro, B. H., & Drastiawati, N. S. (2023). Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Proses Pengelasan Smaw Untuk Material Baja Astm A36 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, *12*(01), 21-28.

Zandroto, J. Y. B., & Kartikasari, R. (2022). Pengaruh Waktu Proses Austemper Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Kekuatan Paduan Fe-1Al-6, 9C. *ReTII*, 9-15.

Zulkifli, Z., Dahlan, B., & Fatimah, N. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Mekanik Pada Hasil Pengelasan Metode Smaw Material Baja St 52. *Journal of Welding Technology*, *1*(2), 48-51.

Zuriatni, Y., Sofyan, M., Putri, P. S., Rokhman, A., & Kustanrika, I. W. (2023). Analisis SEM-EDS Beton Normal yang Menggunakan Superplasticizer. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, *7*(3), 290-299.