



ANALISA PENGARUH JENIS ELEKTRODA, MEDIA PENDINGINAN, DAN TEMPERATUR PENDINGINAN QUENCHING TERHADAP STRUKTUR PERLITE DAN SIFAT KEKERASAN PADA BAJA CARBON ST 37 DI PROSES PENGELASAN SMAW

Ahmad Rizqi Maskuri (Mahasiswa), Ir. Gatut PU. M.Sc(Dosen Pembimbing)

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: ismaarrodiana@gmail.com

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, baja banyak digunakan untuk kegiatan produksi. Misalnya baja digunakan sebagai cetakan dan sebagai bahan utama, maka ada berbagai jenis baja yang digunakan dalam industri manufaktur, seperti baja karbon rendah dengan kandungan karbon hingga 0,30%, baja karbon sedang dengan kandungan karbon hingga 0,30%, dan kandungan karbon 0,30% ~ 0,70%, kandungan karbon baja karbon tinggi lebih besar dari 0,70%. Oleh karena itu terdapat beberapa metode penyambungan pada baja, salah satunya adalah dengan menggunakan metode las SMAW yang menggunakan api busur sebagai pemanas logam.

Hasil yang diperoleh dengan menggunakan bahan ST 37 pada penelitian ini adalah persentase perlit elektroda E7018 dengan media pendingin air 20°C paling tinggi yaitu 66%, dan nilai kekerasan paling tinggi yaitu 64,37 HRC, sedangkan Persentase perlit elektroda E6013 dengan media pendingin air cuka 40°C adalah yang tertinggi, persentase body 53%, dan nilai kekerasan minimum 52,5 HRC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pendingin dan temperatur media pendingin akan mempengaruhi perubahan struktur mikro dan nilai kekerasan sambungan las baja ST 37.

Kata kunci: *Baja Karbon, Baja ST 37, E7018, E6013, Temperatur*

ABSTRACT

In the manufacturing industry, steel is widely used for production activities. For example, steel is used as a mold and as a main material, so there are various types of steel used in the manufacturing industry, such as low carbon steel with a carbon content of up to 0.30%, medium carbon steel with a carbon content of up to 0.30%, and a carbon content of 0.30% ~ 0.70%, the carbon content of high carbon steel is greater than 0.70%. Therefore there are several methods of joining steel, one of which is by using the SMAW welding method which uses an arc flame as a metal heater.

The results obtained using ST 37 in this study were the highest percentage of pearlite E7018 electrode with 20°C water cooling medium, namely 66%, and the highest hardness value of 64.37 HRC, while the percentage of E6013 pearlite electrode with vinegar water cooling medium 40°C is the highest, body percentage is 53%, and the minimum hardness value is 52.5 HRC. The results showed that the cooling medium and the temperature of the cooling medium will affect changes in the microstructure and the hardness value of ST 37 steel welded joints.

Keywords: Carbon Steel, Steel ST 37, E7018, E6013, Temperature

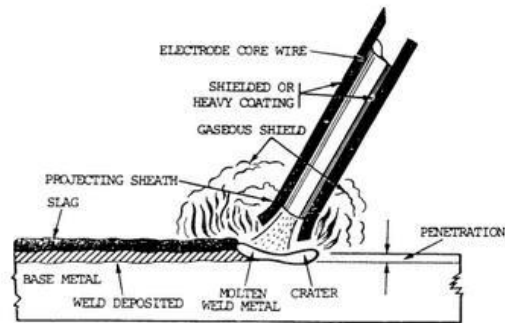
PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur, baja banyak digunakan untuk kegiatan produksi. Misalnya baja digunakan sebagai cetakan dan sebagai bahan utama, maka ada berbagai jenis baja yang digunakan dalam industri manufaktur, seperti baja karbon rendah dengan kandungan karbon hingga 0,30%, baja karbon sedang dengan kandungan karbon hingga 0,30%, dan kandungan karbon 0,30% ~ 0,70%, kandungan karbon baja karbon tinggi lebih besar dari 0,70%.

Dalam penyambungan baja terdapat beberapa metode, salah satunya adalah las busur berpelindung yang menggunakan busur listrik sebagai sumber panas untuk melebur logam, atau yang biasa dikenal dengan las SMAW (shielded metal arc welding). Metode ini memiliki keuntungan dapat digunakan di mana saja, asalkan ada fluks sederhana pada elektroda, asalkan dipilih elektroda yang sesuai, dapat dilas di semua posisi, dan tidak ada batasan ketebalan maksimum. yang dapat dilas. Tetapi ada juga kerugiannya, yaitu konsumsi energi yang tinggi, kebutuhan untuk menempatkan benda yang lebih tebal, penggantian elektroda yang sering menyebabkan proses yang lambat, dan bahan non-besi tidak dapat dilas.

Baja karbon adalah baja paduan yang terdiri dari sekitar 97% besi (Fe) dan sekitar 0,2% hingga 2,1% karbon (C), tergantung pada tingkatannya. Diantaranya, besi adalah elemen dasar dan karbon adalah elemen paduan utama. Dalam proses pembuatan baja karbon, terdapat unsur kimia lain seperti Belerang (S), Fosfor (P), Silikon (Si), Mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya yang sesuai dengan sifat baja yang dibutuhkan. Baja karbon mengandung 0,2% hingga 2,14% karbon, di mana karbon bertindak sebagai penguat struktur baja. Baja karbon diklasifikasikan menjadi baja karbon rendah (Low Carbon Steel), baja karbon sedang

(Medium Carbon Steel), dan baja karbon tinggi (High Carbon Steel). (Nofri & Taryana 2017).



Operasi pengelasan dibagi menjadi 3 kelompok. Pengelasan cair, pengelasan tekanan, pengelasan solder. Peleburan logam dengan memberikan energi panas merupakan cara kerja yaitu pengelasan cair. Pengelasan busur dan pengelasan gas adalah salah satu proses pengelasan yang paling banyak digunakan. Ada 4 jenis las busur, yaitu las busur elektroda, las busur gas (TIG, MIG, las busur CO₂), las busur bebas gas dan las busur terendam. Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) adalah pengelasan elektroda busur berpelindung. (Budi Santoso dan Tri Hutomo 2015; Huda, Mulyo dan Purwanto 2018)

Perubahan metalurgi pada material terjadi karena input panas selama pengelasan, yang mempengaruhi siklus termal. Proses pemanasan dan pendinginan bahan melibatkan siklus termal. Pendinginan dapat dikontrol sedemikian rupa sehingga setelah perlakuan panas diberikan, proses pendinginan, yaitu pendinginan, dilakukan yang menyebabkan perubahan struktur dan sifat mekanik material. (Hamdani et al., 2021)

Kekerasan pada logam material dapat meningkat atau menurun disebabkan oleh proses pendinginan yang diberikan pada material. Air dapat memaksimalkan laju pendinginan pada material sehingga

menurunkan ukuran butir dan meningkatkan nilai kekerasan. (Yunus & Rughsi 2022).

Elektroda berselaput adalah kawat inti yang dilapisi salutan (Flux) yang terbuat dari bahan kimia yang di sesuaikan untuk jenis-jenis pengelasan biasanya elektroda ini disebut consumable electrode, karena dapat habis pada saat melakukan pengelasan. Kawat las SMAW yang kita gunakan biasanya merupakan elektroda berselaput.

Di dalam elektroda berselaput terdiri dari bagian yang memiliki fungsi yang berbeda- beda, yaitu :

1. Kawat inti memiliki fungsi sebagai penghantar listrik dan bahan tambah biasanya bahan kawat inti terbuat dari logam ferro dan non ferro, seperti: baja karbon, baja paduan, aluminium, kuningan dan lain-lain.
2. Bagian salutan memiliki fungsi sebagai gas pelindung pada logam yang dilas.
3. Bagian yang melapisi kawat atau (Flux) untuk membentuk busur yang fokus dan stabil untuk melindungi busur dan kolam las dengan gas yang dihasilkan. Flux terbuat dari bahan kimia kusus dengan presentase berbeda untuk setiap jenis elektroda.

Elektroda E6012 dan E6013 ini berjenis elektroda selaput rutil yaitu elektroda yang bisa digunakan untuk penembusan sedang, kedua elektroda ini bisa digunakan pada semua posisi pada saat pengelasan. Pada kedua elektroda ini mengandung kalium lebih banyak sehingga dapat digunakan pada mesin las yang memiliki voltage rendah dan biasanya elektroda ini digunakan untuk benda kerja tipis.

Elektroda jenis ini antara lain E7015, E7016, dan E7018 untuk elektroda ini memiliki kadar hydrogen rendah yaitu 0,5% sehingga dapat melakukan pengelasan bebas

dari porositas. Elektroda ini digunakan pada pengelasan berkualitas tinggi seperti bejana dan pipa bertekanan.

Mesin las SMAW yang baik akan menghasilkan arus yang setabil baik untuk bekerja pada ampere rendah ataupun ampere tinggi, sehingga memudahkan pengaturan arus, selain itu mesin las yang baik juga akan tahan jika digunakan untuk bekerja dengan waktu lama. Karena mesin las yang baik biasanya sudah dilengkapi dengan pendingin (*cooler*) yang berupa kipas atau cairan pendingin yang mendinginkan kumparan trafo sehingga mesin tahan untuk kerja berjam – jam.

Mesin Las AC (Alternating Current) Mesin las ini biasanya digunakan ditempat pengelasan yang tidak berpindah – pindah dan ditempat itu sudah tersedia instalasi listrik sebagai sumber tenaga.

Perubahan metalurgi pada material terjadi karena masukan panas pada proses pengelasan yang terjadi sehingga mempengaruhi siklus termal. Proses pemanasan dan pendinginan material termasuk siklus termal. Pendinginan dapat dikendalikan dengan salah satu cara yaitu setelah memberikan perlakuan panas dilakukan proses pendinginan tersebut yaitu quenching, dimana pada proses tersebut dapat menyebabkan perubahan terhadap struktur mikro, sehingga sifat mekanik material juga mengalami perubahan. (Hamdani et al. 2021)

Kekerasan pada logam material dapat meningkat atau menurun disebabkan oleh proses pendinginan yang diberikan pada material. Air dapat memaksimalkan laju pendinginan pada material sehingga menurunkan ukuran butir dan meningkatkan nilai kekerasan. (Yunus & Rughsi 2022)

Quenching yaitu pendinginan yang dilakukan secara cepat terhadap material yang telah mendapatkan perlakuan panas sampai suhu tertentu. Pada proses quenching dapat

menggunakan air, oli, dan lainnya. Proses quenching akan membuat material memiliki nilai kekerasan yang tinggi. (Yuko 2017).

1. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat permasalahan dalam metode pengelasan SMAW yaitu belum diketahui data struktur mikro dan nilai kekerasan dari dua jenis elektroda yang disebabkan oleh metode pendinginan yang berbeda

2. Batasan Masalah

Agar tetap fokus dalam penelitian ini maka penulis membatasi sebagai berikut:

1. Metode pendinginan.
2. Jenis elektroda
3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh data struktur perlite dan nilai kekerasan agar dapat menjadi acuan kekuatan pengelasan SMAW yang optimal, sehingga dapat digunakan dalam proses produksi yang menggunakan material baja karbon rendah.

PROSEDUR PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sambungan seam I pada benda kerja dengan metode SMAW (Shielded Metal Arc Welding), khususnya las busur listrik, proses ini melibatkan peleburan logam melalui panas yang dihasilkan oleh elektroda yang menyentuh logam benda kerja, sambungan seam I biasanya digunakan pada bahan yang tidak terlalu Pengelasan SMAW.

Elektroda

1. E6013 yang memiliki kekuatan tarik 60 ksi sama dengan 60000 psi, dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan, dan memiliki penetrasi las rendah, menggunakan daya AC/DC dengan kandungan serbuk besi di dalam selaputnya adalah 0-10% kalium titanara tinggi.
2. E7018 yang memiliki kekuatan tarik 70 ksi atau sama dengan 70000 psi, dapat

digunakan untuk semua posisi pengelasan, dan memiliki penetrasi sedang yang menggunakan daya AC/DC dengan kandungan serbuk besi 25-40% di dalam selaputnya, hidrogen rendah.

Perubahan metalurgi pada material terjadi karena masukan panas pada proses pengelasan yang terjadi sehingga mempengaruhi siklus termal. Proses pemanasan dan pendinginan material termasuk siklus termal. Pendinginan dapat dikendalikan dengan salah satu cara yaitu setelah memberikan perlakuan panas dilakukan proses pendinginan tersebut yaitu quenching, dimana pada proses tersebut dapat menyebabkan perubahan terhadap struktur mikro, sehingga sifat mekanik material juga mengalami perubahan. (Hamdani et al. 2021)

Kekerasan pada logam material dapat meningkat atau menurun disebabkan oleh proses pendinginan yang diberikan pada material. Air dapat memaksimalkan laju pendinginan pada material sehingga menurunkan ukuran butir dan meningkatkan nilai kekerasan. (Yunus & Rughsi 2022)

Quenching yaitu pendinginan yang dilakukan secara cepat terhadap material yang telah mendapatkan perlakuan panas sampai suhu tertentu. Pada proses quenching dapat menggunakan air, oli, dan lainnya. Proses quenching akan membuat material memiliki nilai kekerasan yang tinggi. (Yuko 2017)

Setelah material melalui proses pengelasan material akan diberikan proses quenching yang memiliki masing-masing temperatur pendinginan yaitu 20°C, 30°C, dan 40°C, sebelum dilakukan pengujian, media pendinginan yang dipakai ada tiga yaitu:

1. Pendinginan air
Media ini mudah diterapkan karena gratis dan juga memiliki laju pendinginan yang tinggi.
2. Pendinginan dengan pendinginan

Pendinginan ini dilakukan dengan menggunakan oli mesin SAE 40 dari PT. Pertamina yang memiliki kekentalan 40, oli ini digunakan karena dapat berfungsi sebagai pelumas di lingkungan yang memiliki temperatur tinggi.

3. Mendinginkan air cuka

Air cuka juga dapat digunakan sebagai media pendingin karena suhunya yang rendah, namun metode pendinginan ini memiliki kelemahan yaitu dapat menyebabkan korosi pada bahan karena kandungan asam larutan sebesar 9%.

Susunan struktur yang berada pada material logam yang berukuran sangat kecil dan tidak beraturan dapat disebut struktur mikro material. Karena struktur hanya dapat dilihat menggunakan lensa obyektif dan lensa okuler, yang menggunakan pembesaran 10x, dan pembesaran 10x sehingga pembesaran menjadi 100x pada material.

Ada beberapa kandungan yang terdapat pada baja karbon, yaitu:

1. Austenit (*Austenite*)

Austenit adalah larutan padat karbon bebas (ferit), dan besi dalam gamma, untuk pemanasan yang dilakukan pada baja selesai suhu kritis atas pembentukan struktur austenite yang keras, ulet, dan nonmagnetic. Austenit mampu melarutkan karbon dalam jumlah besar. Hal tersebut dikarenakan antara rentang kritis atau transfer selama pemanasan dan pendinginan baja. Austenit terbentuk dikarenakan logam baja mengandung karbon hingga 1,8% pada 1130 °C dan pada pendinginan dibawah 237°C.

2. Ferit (*Ferrite*)

Ferit mengandung sangat sedikit (atau tidak ada) karbon dalam zat besi. Ferit adalah namayang digunakan untuk sebuah kristal besi murni yang unak, dan ulet pendinginan yang lembut pada baja karbon rendah yang dimana suhu itu dibawah suhu kritis sehingga

menghasilkan ferit, Ferit juga tidak mengeras saat didinginkan secara cepat.

3. Sementit (*Cementite*)

Sementit adalah senyawa kimia karbon dengan besi dan dikenal sebagai besi karbida (Fe_3C). Besi cor yang memiliki 6,67% karbon memiliki struktur sementit yang lengkap. Sementit bebas, ditemukan di semua baja yang mengandung lebih dari 0,83% karbon. Sementit juga berfungsi sebagai mengurangi kekuatan dan kerapuhan besi cor. Sementit terbentuk pada saat karbon membentuk kombinasi yang pasti dengan besi pada bentuk besi karbida yang sangat keras di dalam sementit juga memiliki sifat magnetic ketika berada pada temperatur dibawah 200 °C.

4. Perlit (*Perlite*)

Perlit adalah paduan autectoid dari ferit dan sementit perit akan mudah terbentuk pada baja karbon rendah dalam campuran mekanik antara ferit dan sementit dalam perbandingan 87:13 kekerasannya akan meningkatkan dengan proporsi perlit dalam besi, perlit berbentuk seperti pelat-pelat yang disusun secara bergantian antara Sementit dan Ferit. Fasa Perlit ini terbentuk pada saat kandungan karbon mencapai 0,76% C, besi pada fase Perlit akan memiliki sifat keras, ulet dan kuat Martensit.

Analisis struktur mikro dimaksudkan untuk mengetahui dan menganalisis perubahan struktur yang terjadi pada daerah logam las. Prosedur ini melibatkan penggantian spesimen, ini termasuk:

Bahan las yang telah dilumuhkan I dan media pendinginnya adalah air, minyak dan cuka, ini memiliki suhu 20 °C, 30 °C, 40 °C. Spesimen akan dipotong sesuai ukuran yang direkomendasikan oleh staf lab untuk memudahkan proses pengujian pada mesin dan mempermudah area yang akan diuji.

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa

perubahan struktur yang terjadi pada daerah logam las. Untuk pengujian ini spesimen harus diraparsi yang meliputi:

1. Material yang sudah mengalami pengelasan sambungan kumpuh I dan media pendinginan air, oli, dan cuka yang mempunyai temperatur 20°C, 30°C, 40°C. Spesimen akan dipotong sesuai ukuran yang disarankan oleh petugas lab untuk menyesuaikan mesin penguji dan memudahkan menentukan daerah yang akan diuji.
2. Setelah dipotong sesuai ukuran spesimen akan diampas dari kekerasan ampas 220 sampai dengan 2000 bertujuan agar spesimen memiliki permukaan yang rata.
3. Setelah proses pengamplasan selesai spesimen akan dipoles dengan auto sol yang bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa pengamplasan dan spesimen memiliki permukaan yang seperti kaca.
4. Setelah dipoles maka spesimen akan dilakukan proses etsa yang bertujuan untuk membersihkan permukaan agar tidak ada yang menutupi pada saat pengambilan gambar struktur spesimen tersebut.
5. Setelah semua proses raparasi sudah dilakukan maka spesimen akan dilanjutkan ke proses pengujian struktur mikro.

Pada pengujian kekerasan ini menggunakan alat rockwell scale testing machine (HRC) digunakan beban intan berbentuk kerucut yang memiliki sudut 120 derajat. Beban awal adalah 10 kilogram, dan beban akhir adalah 140 kilogram. Total beban adalah 150 kilogram. Setelah spesimen dimuat, pengamatan harus dilakukan mengenai kekerasan material dan nilai kekerasan yang ditunjukkan mesin. Bentuk dari metode intrusi resistensi permukaan ada beberapa metode adalah:

2. Ball Identification Test (Brinell)
3. Pyramida Identification Test (Vickers)

4. Cone Identification Test (Rockwell)
Pengujian dengan metode Cone Identification Test (Rockwell), memakai skala yang biasa digunakan dalam pengujian yaitu:
 - a. HRa (Digunakan pada material yang memiliki kekerasan yang tinggi)
 - b. HRb (Digunakan pada material yang memiliki kekerasan yang rendah) untuk indentor yang digunakan berupa bola baja dengan diameter 1/16 Inch dan menggunakan beban uji 100 Kgf.

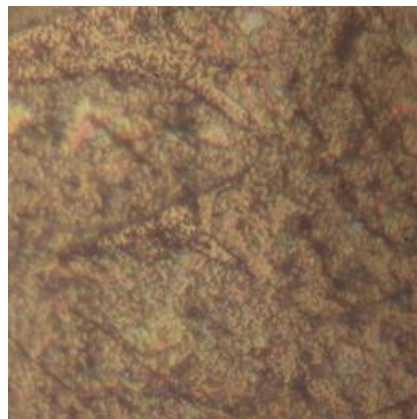
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Struktur Mikro

Pada pengujian struktur mikro ini menggunakan pembesaran 500x objektif agar mendapatkan gambar perubahan dan perbedaan struktur pada masing-masing variasi. Untuk daerah yang diambil gambar strukturnya yaitu logam las.



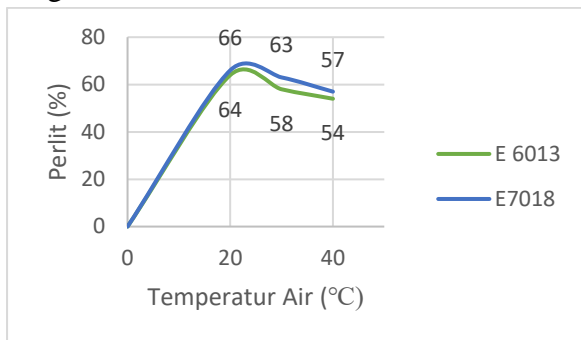
A



B

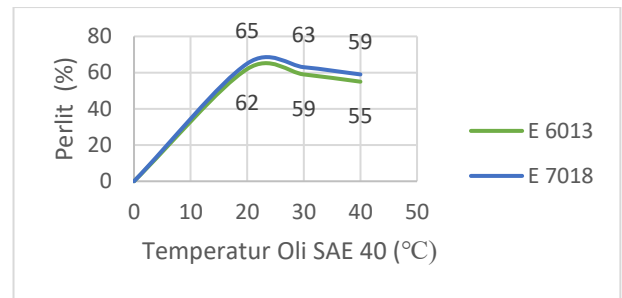
Gambar 4. Hasil Uji Struktur Mikro Material ST 37 Elektroda E6013 dan E7018

Struktur Austenit akan terbentuk pada baja yang mempunyai kandungan karbon sebesar 1,8% pada temperatur 1130°C. Saat pendinginan mencapai dibawah temperatur 723°C Austenit akan mengalami perubahan dan menjadi perlit dan ferrit. Struktur ferrit dihasilkan saat baja karbon melakukan pendinginan secara lambat dibawah suhu kritis, sedangkan struktur perlit terjadi karena baja karbon rendah memiliki bentuk campuran mekanik ferrit dan sementit, pada gambar hasil pengujian struktur mikro dapat diketahui bahwa struktur ferrit mempunyai warna putih, sedangkan struktur perlit berwarna agak kehitaman atau tampak bergaris.



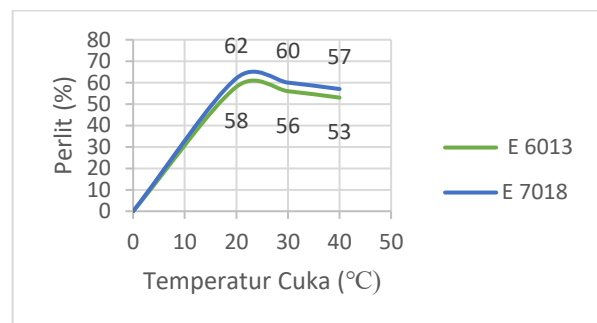
Analisa dari grafik diatas adalah:

- Jumlah persentase perlit tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan air terdapat pada elektroda E 7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki persentase perlit 66%.
- Jumlah persentase perlit terendah dari 3 variasi temperature pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan air terdapat pada elektroda E 6013 dengan temperature pendinginan 40°C yang memiliki persentase perlit 54%.



Analisa dari grafik diatas adalah:

- Jumlah persentase perlit tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan oli SAE 40 terdapat pada elektroda E 7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki persentase perlit 65%.
- Jumlah persentase perlit terendah dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan air terdapat pada elektroda E 6013 dengan temperature pendinginan 40°C yang memiliki persentase perlit 55%.



Analisa dari grafik diatas adalah:

- Jumlah persentase perlit tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan cuka terdapat pada elektroda E7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki persentase
- Jumlah persentase perlit terendah dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan cuka terdapat pada elektroda E6013 dengan temperature pendinginan 40°C yang memiliki persentase perlit 53%.

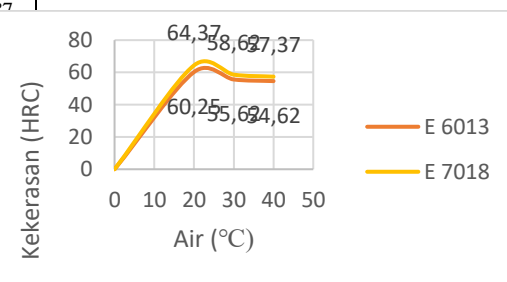
Hasil Uji Kekerasan Rockwel (HRC)

Pengujian kekerasan rockwell dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada suatu material uji. Pengujian ini dilakukan setelah pengujian struktur mikro dengan cara membersihkan permukaan material uji lalu memberikan gaya tekan pada daerah logam lasan menggunakan beban, sebesar 150 kgf dengan waktu 5 detik.

Tabel 4.4 Rata-Rata Nilai Pengujian Kekerasan Rockwel HRC.

NO.	BENDA UJI	KONDISI INDENSITAS	INDENSITAS	HRC	HRC RATA-RATA
ELEKTRODA E6013 MEDIA PENDINGINAN AIR (A)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	60,5 61 60 59,5	60,25
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55,5 59 57 56	55,62
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	56 55 54,5 53	54,62
ELEKTRODA E6013 PENDINGINAN OLI SAE 40 (B)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	57 58 55 55	56,25
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55 53,5 51 54	53,37
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	54 52 54,5 51	52,87
ELEKTRODA E6013 PENDINGINAN CUKA (C)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	57,5 56,5 53 55,5	55,5
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	53 56 54 53,5	54,25
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	53 51,5 52,5 53	52,5
ELEKTRODA E7018 PENDINGINAN AIR (D)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	63 65,5 66	64,37

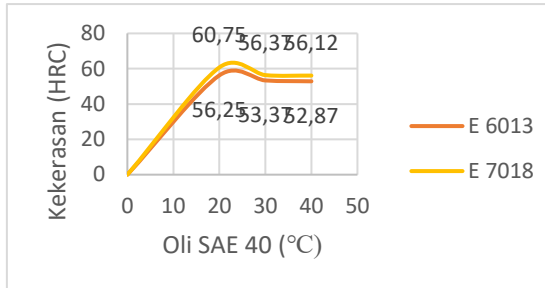
				63	
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	59 59 57 59,5	58,62
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55 61 58,5 55	57,37
ELEKTRODA E7018 PENDINGINAN OLI SAE 40 (E)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	59 64 61 59	60,75
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55 59 54,5 57	56,37
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55 58,5 57 54	56,12
ELEKTRODA E7018 PENDINGINAN CUKA (F)					
1.	20°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	57 64 58,5 56	58,87
2.	30°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	58,5 55 57 55	56,37
3.	40°C	P= 150 Kgf t= 5 Detik	Diamond cone (Skala Hitam)	55 55 54 57	55,25



Analisa dari grafik diatas adalah:

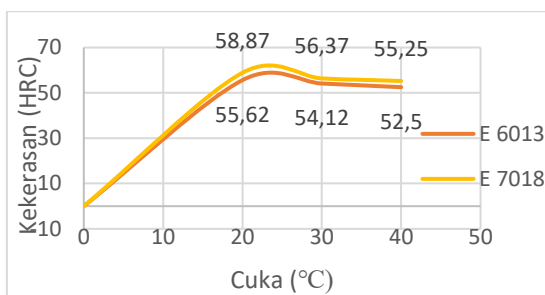
- a) Nilai kekerasan tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan air terdapat pada elektroda E7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki nilai kekerasan 64,37 HRC.

- b) Nilai kekerasan terendah dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan air terdapat pada elektroda E6013 dengan temperature pendinginan 40°C yang memiliki nilai kekerasan 54,62 HRC.



Analisa dari grafik diatas adalah:

- a) Nilai kekerasan tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan Oli SAE 40 terdapat pada elektroda E7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki nilai kekerasan 60,75 HRC.
- b) Nilai kekerasan terendah dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis elektroda pada media pendinginan Oli SAE 40 terdapat pada elektroda E6013 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki nilai kekerasan 52,87 HRC.



Analisa dari grafik diatas adalah:

- a) Nilai kekerasan tertinggi dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis Elektroda pada media pendinginan Cuka terdapat pada Elektroda E7018 dengan temperature pendinginan 20°C yang memiliki nilai kekerasan 58,87 HRC.

- b) Nilai kekerasan terendah dari 3 variasi temperatur pendinginan dan 2 jenis Elektroda pada media pendinginan Cuka terdapat pada Elektroda E7018 dengan temperature pendinginan 40°C yang memiliki nilai kekerasan 52,5 HRC.

KESIMPULAN

Setelah semua data hasil pengujian yang telah dilakukan didapat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Temperatur media pendinginan quenching akan mempengaruhi sifat material yang sudah dilakukan proses pengelasan SMAW. Pendinginan menggunakan media Air, Oli SAE 40, dan Cuka mempunyai kekerasan yang tidak terlalu signifikan, disebabkan karena panas yang sulit terhidrasi. Temperatur quenching dapat mempengaruhi sifat kekerasan material disebabkan dari laju pendinginan.

Pada hasil pengujian ini semakin rendah temperature quenching maka persentase perlit meningkat dan nilai kekerasan meningkat, contoh seperti pada elektroda E7018 menggunakan pendinginan air dengan temperature 20°C memiliki persentase perlit 66% dan memiliki nilai kekerasan 64,37 HRC, Sedangkan pada temperature quenching tinggi maka persentase perlit menurun dan nilai kekerasan menurun contoh seperti pada Elektroda E7018 menggunakan pendinginan air dengan temperature 40°C memiliki persentase perlit 57% dan memiliki nilai kekerasan 64,37 HRC, hal ini disebabkan karena laju pendinginan dimana semakin cepat pendinginan atau lambat pendinginan akan merubah struktur perlit dan nilai kekerasan.

REFERENSI

Budi Santoso, T. & Tri Hutomo, P., 2015, 'PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK

- PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E7016', *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1), 56–64.
- Hamdani, Jufriadi, Ariefin, Saputra, E. & Ghiffari, M., 2021, 'PENGARUH PENGELASAN DAN MEDIA QUENCHING TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN MATERIAL ASTM A 36', *Jurnal Teknologi*, 21(2), 65–69.
- Huda, M., Mulyo, S. & Purwanto, H., 2018, 'PENGELASAN PLAT KAPAL DENGAN VARIASI JENIS ELEKTRODA DAN MEDIA PENDINGIN', *Momentum*, 14(2), 50–56.
- Nofri, M. & Taryana, A., 2017, 'ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA SKD 61 DENGAN BAJA ST 41 DILAKUKAN HARDENING DENGAN VARIASI TEMPERATUR', *Bina Teknika*, 13(2), 189–199.
- Yuko, K.R., 2017, *PENGARUH TEMPERATUR AUSTENISASI DAN PROSES PENDINGINAN TERHADAP STRUKTURMIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA PADUAN 05CCrMnSi* – PhD thesis .
- Yunus & Rughsi, M.R.N., 2022, 'PENGARUH PROSES QUENCHING MEDIA AIR DENGAN VARIASI TEMPERATUR TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN HASIL LAS MIG (METAL INERT GAS) BAJA KEYLOS 50', *Jurnal Teknik Mesin*, 10(03), 15–24.