

PENGARUH JENIS ELEKTRODA DAN VARIASI ARUS PADA PENGELASAN PIPA BAJA ASTM A53 TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Robin Haude Aries¹, Unung Lesmanah², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang

email : robinhaudearies05@gmail.com

²Universitas Islam Malang

email : unungunisma@gmail.com

³Universitas Islam Malang

email : artonor@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan adalah teknik penyambungan suatu logam dengan menggunakan energi panas hingga menjadi cair atau lumer. Saluran pipa adalah suatu alat transportasi untuk memindahkan cairan atau gas seperti minyak mentah, air, dan gas alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis elektroda dan arus pengelasan terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada pipa baja ASTM A53, dengan memvariasikan elektroda yaitu RB-26 E6013 dan LB-52 E7016, juga memvariasikan arus 90A, 100A, dan 110A. Penelitian ini menggunakan material pipa baja ASTM A53 dengan ketebalan 3,91 mm. Jenis sambungan yang digunakan adalah *double weld butt joint V-Groove* sudut 60°. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan *Vickers* dan uji metalografi. Hasil dari penelitian mendapatkan hasil kekerasan tertinggi terjadi pada proses pengelasan menggunakan elektroda RB-26 E6013 dan LB-52 E7016 pada arus 110A dengan hasil 152,3 HV, sedangkan nilai kekerasan terendah terjadi pada elektroda LB-52 E7016 dan LB-52 E7016 pada arus 90A dengan hasil 108,3 HV. Hasil dari pengujian struktur mikro pada elektroda RB-26 E6013 dan LB-52 E7016 butiran martensit paling banyak terdapat pada arus 110A pada *weld metal* dan juga *HAZ*, sedangkan pada elektroda LB-52 E7016 dan LB-52 E7016 butiran martensit pada *weld metal* paling banyak terlihat pada arus 110 dan pada *HAZ* pada arus 100A, dan pada elektroda RB-26 E6013 dan RB-26 E6013 butiran martensit paling banyak terdapat pada arus 90A pada daerah *weld metal* maupun *HAZ*.

Kata Kunci: Pengelasan SMAW, Arus Pengelasan, Elektroda, Kekerasan dan Struktur Mikro, Pipa Baja ASTM A53.

ABSTRACT

Welding is a technique of joining a metal using heat energy until it becomes liquid or melts. Pipeline is a means of transportation to move liquids or gases such as crude oil, water, and natural gas. This study aims to determine the effect of electrode type and welding current on the hardness value and microstructure of ASTM A53 steel pipes, by varying the electrodes, namely RB-26 E6013 and LB-52 E7016, also varying the current 90A, 100A, and 110A. This research uses ASTM A53 steel pipe material with a thickness of 3.91 mm. The type of connection used is double weld butt joint V-Groove angle 60°. The tests carried out were Vickers hardness test and metallographic test. The results of the study obtained the highest hardness results occurred in the welding process using RB-26 E6013 and LB-52 E7016 electrodes at a current of 110A with a result of 152.3 HV, while the lowest hardness value occurred in LB-52 E7016 and LB-52 E7016 electrodes at a current of 90A with a result of 108.3 HV. The results of microstructure testing on electrodes RB-26 E6013 and LB-52 E7016 martensite grains are most abundant at a current of 110A in the weld metal and HAZ, while on electrodes LB-52 E7016 and LB-52 E7016 martensite grains in the weld metal are most visible at a current of 110 and in the HAZ at a current of 100A, and on electrodes RB-26 E6013 and RB-26 E6013 martensite grains are most abundant at a current of 90A in the weld metal and HAZ areas.

Keywords: SMAW Welding, Welding Current, Electrode, Hardness and Microstructure, ASTM A53 Steel Pipe.

PENDAHULUAN

Pada dasarnya pipa adalah alat angkut yang digunakan untuk mengangkut cairan atau gas seperti minyak, air, dan gas alam. Dengan berkembangnya bidang desain dan rekayasa komponen, penggunaan proses pengelasan semakin meningkat. Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan meningkatkan permintaan akan standar kualitas las untuk menjamin kualitas.

Menurut Wiryosumarto (1996) dalam [1] mengatakan berdasarkan definisi *Deutsche Industrie Norman* (DIN) sambungan las ialah sambungan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dibuat dalam keadaan lumer. Pengelasan digunakan hampir di mana-mana dan di semua bidang kehidupan sehari-hari. Teknik pengelasan sering digunakan untuk menyambung pipa baja di industri konstruksi. Selain itu, penggunaan pipa baja pada *Hydrant and Sprinkler* pada bangunan menjadi semakin umum. Sistem perpipaan air untuk *Hydrant and Sprinkler* biasanya menggunakan baja karbon.

Baja tersebut merupakan campuran Fe dan C dengan karbon tidak lebih dari 2%. Ada banyak varian baja yang beredar di pasaran, perbedaannya terletak pada komposisi kimianya dan proses perlakuan panasnya. Paduan baja dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah. Baja karbon bisa diklasifikasikan menurut kandungan karbonnya, baja karbon rendah disebut baja ringan atau baja perkakas, karena kandungan karbon rendah tidak lebih dari 0,3% , Baja karbon sedang yang memiliki karbon 0,3 hingga 0,6 % memungkinkan pengerasan sebagian baja dengan perlakuan panas yang sesuai, Baja karbon tinggi yang mengandung 0,6-1,5% karbon diproduksi dengan pengerjaan panas [2]. Metode penyambungan baja yang umum digunakan adalah metode las.

Salah satu proses pengelasan yang paling umum digunakan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) adalah proses penyambungan logam dimana benda kerja dan elektroda (bahan pengisi) dilebur oleh energi panas. Dalam pengelasan SMAW, energi panas dihasilkan ketika ion listrik (katoda dan anoda) melompat pada ujung elektroda dan permukaan benda. Dalam pengelasan SMAW, *fluks* pada elektroda bertindak sebagai pelindung. *Fluks* elektroda SMAW berguna untuk melindungi logam las cair selama proses pengelasan. Aliran ini menjadi terak ketika padat [3]. Arus yang terkandung dalam elektroda SMAW dirancang untuk menciptakan gas pelindung dan mengandung elemen korektif untuk melindungi tetapan logam las pada elektroda.

Butt joint adalah sambungan yang dibentuk dengan menggabungkan ujung dua bagian. Pada *butt joint weld*, kedua bagian benda yang akan dilas diletakkan pada satu bidang dan berdampingan. Dalam aplikasinya, *butt joint* ini merupakan sambungan paling sederhana yang digunakan untuk menyambung benda yang dilas. Menurut [4], sambungan V pada *butt weld* memiliki kecenderungan yang rendah untuk mengalami deformasi dan oleh karena itu cocok untuk digunakan pada sambungan material yang berbeda dibandingkan dengan sambungan lainnya.

Kekerasan adalah salah satu cara tercepat dan termurah untuk mendapatkan sifat mekanik pada material yang diuji. Kekerasan bukan merupakan konstanta fisik, nilainya tidak hanya tergantung pada material yang diuji, tetapi juga pada metode pengujian. Dengan beberapa cara pengujian berbeda, hasil sifat mekanik juga berbeda. Ada berbagai jenis kekerasan, yaitu uji deteksi bola (*Brinell*), deteksi piramida (*Vickers*), uji deteksi kerucut dan bola (*Rockwell*), uji kekerasan *Knoop*. Cara ini berbeda tergantung pada lekukan yang digunakan dan beban uji [5].

Metalografi adalah studi tentang struktur mikro logam dan sifat-sifatnya. Metalografi penting untuk menentukan besarnya butir, distribusi fasa dan ada atau tidak inklusi (kotoran) pada logam. Hasil metalografi merupakan parameter untuk menentukan apakah material tersebut memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan atau untuk menjelaskan proses yang terjadi material tersebut [6].

METODE PENELITIAN

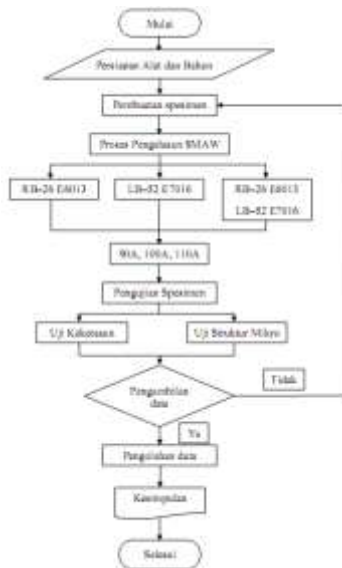
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen dalam bentuk kajian teori. Metode deskriptif eksperimen digunakan dalam pengolahan data dalam penelitian ini. Pengamatan pada benda uji berupa uji kekerasan dan struktur mikro dilakukan dengan dua elektroda LB - 52 E7016 dan RB - 26 E6013 dengan perubahan arus 90A, 100A dan 110A pada sambungan pipa baja ASTM A53.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan mengambil data Uji Kekerasan dan Uji Mikrostruktur di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Jalan Teknik Mesin Brawijaya, Ketawanggede, Lowokwaru, Kota Malang. Penelitian dilakukan pada bulan September 2022 sampai bulan Oktober 2022

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas
Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis elektroda yaitu LB - 52 E7016 dan RB - 26 E6013 dan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A.
2. Variabel terikat
Variabel terikat yang ada pada penelitian kali ini adalah nilai kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan sambungan pada pipa baja ASTM A53.
3. Variabel terkontrol
Variabel terkontrol pada penelitian kali ini yaitu posisi pengelasan 5G Up Hill, menggunakan kampuh V - Groove dengan sudut 60°, bahan yang digunakan pipa baja karbon tinggi ASTM A53 Grade A berdiameter 2 inch, pengelasan menggunakan Shielded Metal Arc Welding (SMAW).



Gambar 1. Diagram alir

DESAIN SPESIMEN

Dalam penelitian ini desain spesimennya menggunakan kampuh single “V” Groove pada pengelasan SMAW, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Desain spesimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Kekerasan Vickers

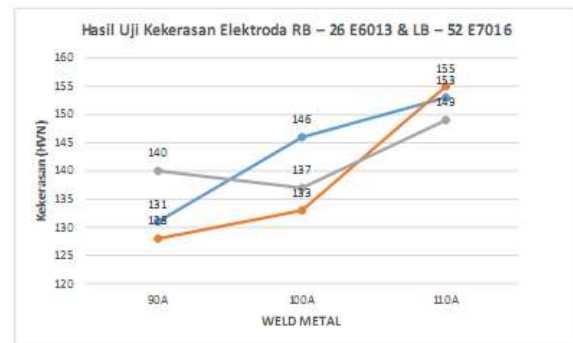
Pengujian kekerasan dilaksanakan untuk menentukan kekerasan material terhadap indentasi. Uji kekerasan dilakukan dengan metode *Micro Vickers* untuk setiap variasi arus 90A, 100A, dan 110A pada titik *Weld Metal*.

Titik Uji	RB – 26 E6013 & LB – 52 E7016			LB – 52 E7016 & LB – 52 E7016			RB – 26 E6013 & RB – 26 E6013		
	90A	100 A	110 A	90A	100 A	110 A	90A	100A	110A
Weld Metal	131	146	153	115	139	145	142	139	141
	128	133	155	108	129	149	152	140	137
	140	137	149	102	127	151	157	144	137
Jumlah	399	416	457	325	395	445	451	423	415
Rata - rata	133	139,3	152,3	108,3	131,3	148,3	150,3	141	138,3

Tabel 1. Data Uji Kekerasan Vickers

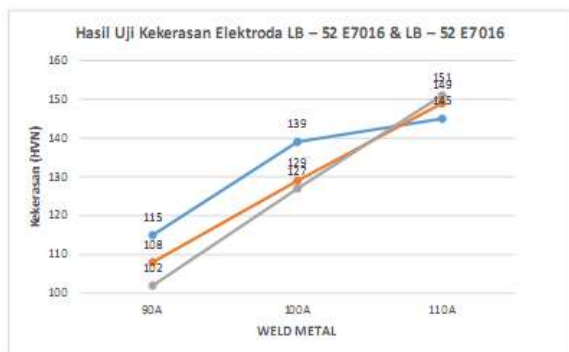
Grafik Uji Kekerasan Vickers

Berdasarkan tabel diatas dapat dibuat grafik distribusi kekerasan dengan variasi arus dan elektroda yang berbeda pada daerah *weld metal* hasil pengelasan baja ASTM A53.



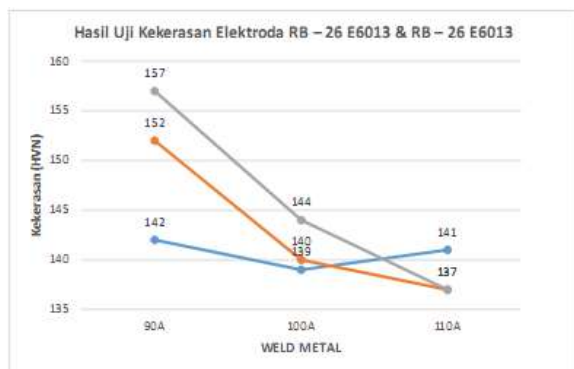
Gambar 3. Hasil Uji Kekerasan Elektroda RB - 26 E6013 & LB – 52 E7016

Pada gambar 3. dapat dilihat bahwa hasil pengujian kekerasan *Vickers* dari ketiga arus pengelasan, nilai kekerasan paling tinggi ada pada pengelasan arus 110 A dengan nilai 153, 155, dan 149 dengan rata – rata pada 152,3 HVN. Nilai kekerasan paling rendah ada pada pengelasan arus 90 A dengan nilai 131, 128, dan 140 dengan rata – rata pada 133 HVN.



Gambar 4. Hasil Uji Kekerasan Elektroda LB – 52 E7016 & LB – 52 E7016

Berdasarkan gambar 4. dapat dilihat hasil pengujian kekerasan *Vickers* dari ketiga arus pengelasan, pada arus 110 A mampu mendapatkan nilai tertinggi yaitu dengan nilai 145, 149, dan 151 dengan rata – rata pada 148,3 HVN. Nilai kekerasan ter rendah ada pada pengelasan arus 90 A dengan nilai 102, 108, dan 115 dengan rata – rata pada 108,3 HVN.



Gambar 5. Hasil Uji Kekerasan Elektroda RB - 26 E6013 & LB – 52 E7016

Berdasarkan gambar 5. dapat dilihat hasil pengujian kekerasan *Vickers* dari ketiga arus pengelasan, hasil kekerasan tertinggi ada pada pengelasan arus 90 A dengan nilai 142, 152, dan 157 dengan rata – rata pada 150,3 HVN. Hasil kekerasan paling rendah ada pada pengelasan arus 110 A

dengan nilai 137, 137, dan 141 dengan rata – rata pada 138,3 HVN.

2. Analisa Data Nilai Kekerasan *Vickers*

Elektroda Arus	RB – 26 E6013 & LB – 52 E7016	LB – 52 E7016 & LB – 52 E7016	RB – 26 E6013 & RB – 26 E6013	Total
90	131	115	142	1175
	128	108	152	
	140	102	157	
100	146	139	139	1234
	133	129	140	
	137	127	144	
110	153	145	141	1317
	155	149	137	
	149	151	137	
Total	1272	1165	1289	3726

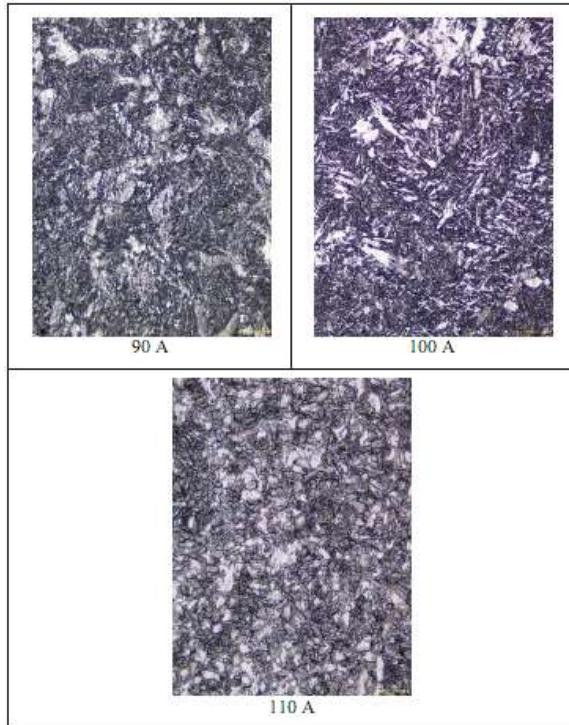
Tabel 2. data total nilai kekasaran permukaan

Setelah dilakukan pengambilan data kemudian dilanjutkan menganalisa data dengan menggunakan metode ANOVA dua arah.

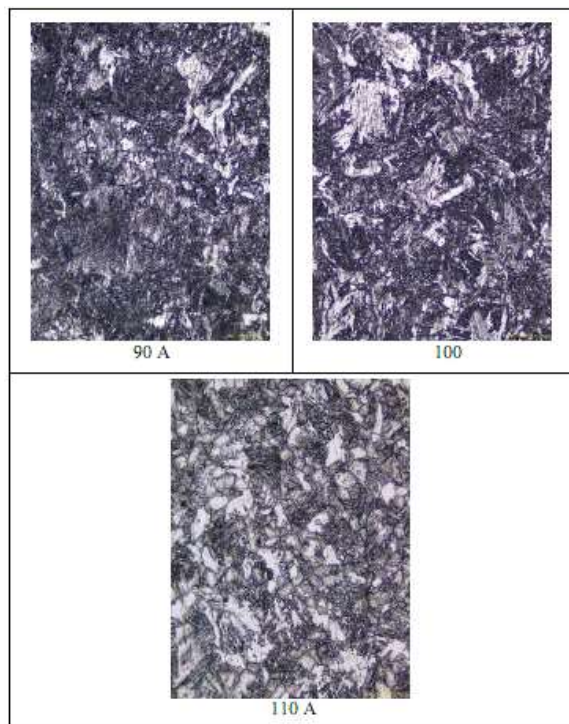
- Karena $F_{hit} = 19,8 > F_{0,01} = 6,01$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan untuk ketiga variasi arus pengelasan SMAW yang digunakan.
- Karena $F_{hit} = 17,6 > F_{0,01} = 6,01$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan untuk ketiga variasi elektroda pengelasan SMAW yang digunakan.
- Karena $F_{hit} = 18,5 > F_{0,01} = 4,58$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat interaksi antara variasi arus pengelasan yang digunakan dengan variasi elektroda yang digunakan pada pengujian kekerasan.

3. Hasil Uji Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan stuktur mikro hasil pengelasan SMAW pada baja ASTM A53 digunakan untuk mengetahui fasa yang terbentuk dan menghitung persentase jumlahnya. Menggnakan cairan *etsa nital* 2% dengan bahan 95 ml *alkohol* 95% dan 5 ml HNO_3 . Pengambilan foto struktur mikro menggunakan perbesaran 200 X.

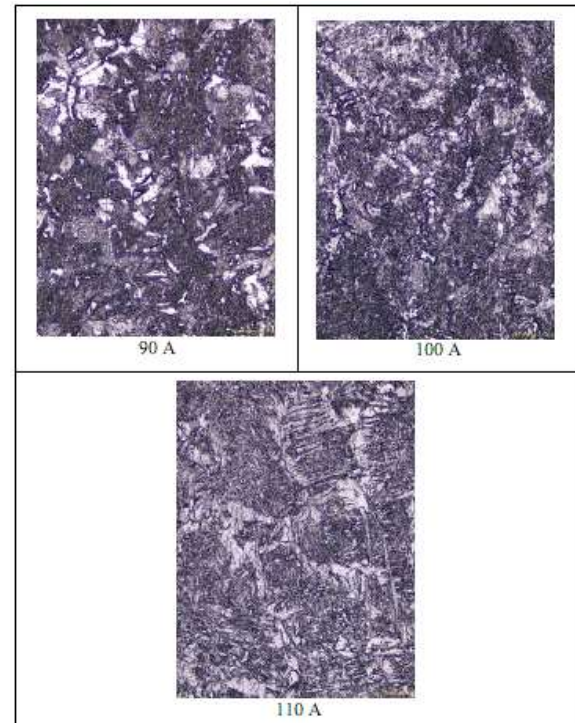


Gambar 6. Foto mikro *weld metal* menggunakan elektroda RB – 26 E6013 & LB – 52 E7016

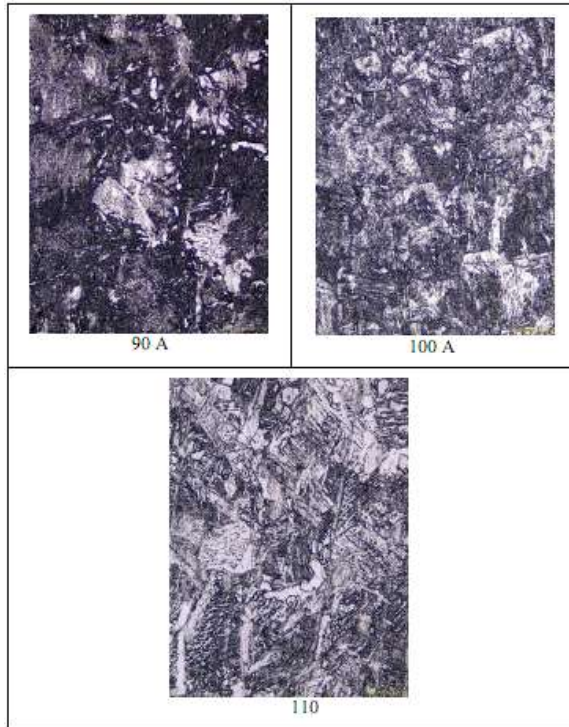


Gambar 7. Foto mikro *HAZ metal* menggunakan elektroda RB – 26 E6013 & LB – 52 E7016

Pada gambar 6. menggunakan elektroda RB-26 & LB-52 dengan arus 110 A pada *weld metal* mendapatkan hasil yang paling keras karena butiran martensit yang terlihat sangat banyak dan berukuran halus dibandingkan dengan arus 100 A *weld metal* yang terlihat memiliki butiran martensit banyak dan kasar, sedangkan pada arus 90 A *weld metal* terlihat butir martensit banyak dan lebih halus. Sedangkan pada gambar 7. daerah *HAZ* mayoritas terdiri dari perlit dan ferit saja dengan sangat sedikit martensit di beberapa bagian gambar.

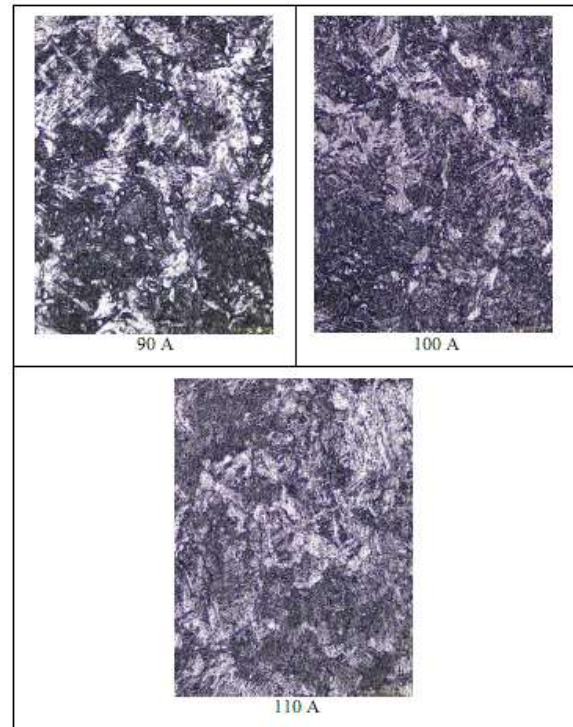


Gambar 8. Foto mikro *weld metal* menggunakan elektroda LB – 52 E7016 & LB – 52 E7016

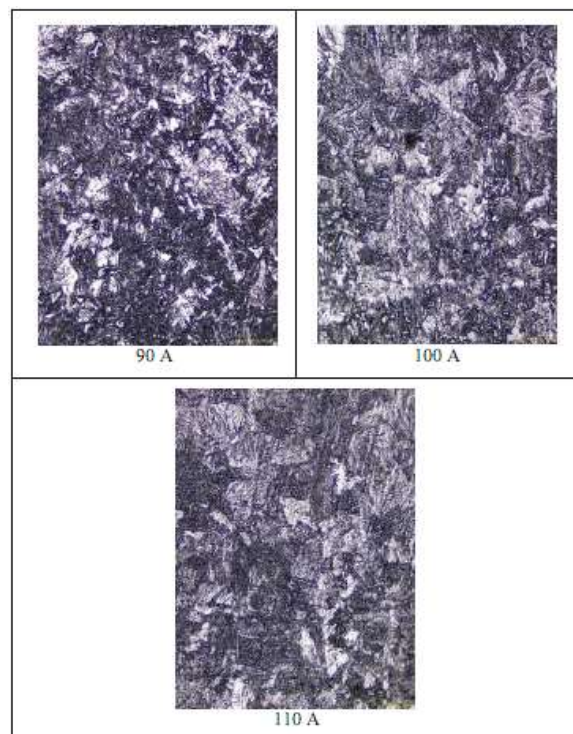


Gambar 9. Foto mikro *HAZ* metal menggunakan elektroda LB – 52 E7016 & LB – 52 E7016

Pada gambar 8. menggunakan elektroda LB-52 & LB-52 dengan arus 110 A pada *weld metal* mendapatkan hasil yang paling keras karena butiran martensit yang terlihat sangat banyak dan berukuran besar dibandingkan dengan arus 100 A *weld metal* yang terlihat memiliki butiran martensit banyak dan lebih halus, sedangkan pada arus 90 A *weld metal* bahkan sangat sedikit sekali butiran martensit yang terlihat dan sangat halus. Pada gambar 9. daerah *HAZ* juga memiliki hasil yang serupa dengan *weld metal*.



Gambar 10. Foto mikro *weld metal* menggunakan elektroda RB – 26 E6013 & RB – 26 E6013



Gambar 11. Foto mikro *HAZ* metal menggunakan elektroda RB – 26 E6013 & RB – 26 E6013

Pada gambar 10. menggunakan elektroda RB-26 & RB-26 dengan arus 90 A pada *weld metal* mendapatkan hasil yang paling keras karena butiran martensit yang terlihat sangat banyak dan berukuran besar dibandingkan dengan arus 100 A *weld metal* yang terlihat memiliki butiran martensit jauh lebih sedikit dan lebih halus, sedangkan pada arus 110 A *weld metal* bahkan sangat sedikit sekali butiran martensit yang terlihat. Pada gambar 11. menggunakan elektroda RB-26 & RB-26 dengan arus 90 A pada HAZ mendapatkan hasil yang terlihat hanya perlit dan ferit, sedangkan pada arus 100 A HAZ terdapat butiran martensit yang cukup banyak tetapi butiran ferit dan perlit tetap mendominasi, lalu pada arus 110 A hanya terlihat butiran ferit dan perlit tidak jauh berbeda dengan arus 90 A HAZ.

KESIMPULAN

1. Data yang diperoleh setelah dilakukan uji kekerasan dapat dilihat bahwa nilai kekerasan bahan setelah dilakukan pengelasan mengalami transformasi nilai kekerasan. . Penggunaan elektroda yang berbeda dan arus las SMAW mempengaruhi hasil pengerasan yang dicapai. Semakin tinggi arus las SMAW yang digunakan pada elektroda LB – 52 E7016 maka semakin meningkat pula nilai kekerasannya, sedangkan semakin kecil arus pengelasan SMAW yang digunakan pada elektroda RB – 26 E6013 maka semakin naik nilai kekerasannya. Nilai kekerasan yang tinggi menjadikan material sedikit getas namun kuat.
2. Pada saat proses pengelasan SMAW dilakukan pada material baja ASTM A53 dengan memvariasikan jenis elektroda dan arus yang diberikan, terlihat adanya perubahan struktur mikro butir jika dilihat struktur mikro pada logam las dan daerah HAZ. Saat menggunakan elektroda RB – 26 & RB – 26 butiran martensit mendominasi pada arus 90 A, lalu pada elektroda RB – 26 & LB – 52 butiran martensit sangat banyak pada arus 110 A, sedangkan pada elektroda LB – 52 & LB – 52 butiran martensit sangat terlihat pada arus 110 A, tetapi pada seluruh hasil foto mikro butiran perlit dan ferit masih sangat mendominasi spesimen uji. Karena butiran yang terlihat pada spesimen hanya ferit, perlit, dan martensit maka spesimen memiliki sifat material relatif kuat, ulet, dan sangat keras.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Yassyir Maulana, “Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi

Media Pendingin Menggunakan Smaw,” *J. Tek. Mesin UNISKA*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2016.

- [2] J. Arifin, H. Purwanto, and I. Syafa’at, “Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan,” *Momentum*, vol. 13, no. 1, pp. 27–31, 2017.
- [3] 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, [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/proton/article/viewFile/1230/1006>.
- [4] J. Teknik, M. Politeknik, and N. Lhokseumawe, “Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las Butt Weld Dan,” *J. Sintek*, vol. 12, no. 1, pp. 9–16, 2018.
- [5] M. F. Kumayasari and A. I. Sultoni, “Studi Uji kekerasan Rockwell Superficial vs Micro Vickers,” *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 2, 2017, doi: 10.36048/jtpii.v2i2.789.
- [6] V. Manurung, Y. Tri, and S. Yudi, *Panduan metalografi*. 2020.