

PENGARUH VARIASI ARUS LAS SMAW TERHADAP UJI TARIK DAN UJI KEKERASAN SERTA STRUKTUR MIKRO PADA BAHAN ST 37

Andika Surahman¹, Nely Ana Mufarida^{1*} dan Kosjoko¹
¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember

*Email: nelyana@unmuhjember.ac.id

Abstract

This research aims to determine the effect of variations in welding currents of 90A, 100A, and 110A on SMAW bases on the material in the tensile, hardness, and microstructure tests. This research uses ST37 low carbon steel and uses E6013 electrodes with a diameter of 3.2 mm, followed by making specimens for testing. After that, the welding process is carried out and then testing continues. In the test, the following results were obtained: The strength value of the welded material with tensile testing was obtained with the highest results at a current variation of 110A with Y_p 27.33 Mpa, Max 36.47 Mpa, Break 31.08 Mpa. Because the highest pearlite microstructure value is obtained in the 110A variation. And the lowest value occurred in the welded material of variation 90A with Y_p 25.48 Mpa, Max 26.86 Mpa, Break 12.33 Mpa. Because the lowest pearlite microstructure value is obtained in the 90A variation. while the comparison of the level of hardness in ST 37 carbon steel with varying welding currents ranging from 90A, 100A, and 110A has an average hardness value of 168 VHN for welding with a current of 90A for welding with a current of 100A the average hardness value is 177 VHN and finally in welding current 110A the average hardness value is 191 VHN. The hardness level of the ST 37 carbon steel specimen was the highest at a welding current of 110A, with a tensile strength test result of 36.47 MPa. And from the results of observing photos of the microstructure using the point count method, the highest percentage of pearlite was in the welding material variation 110A so the tensile strength value was higher.

Keywords: ST 37 Carbon Steel, SMAW Welding, Microstructure, Hardness Test, Tensile Test.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus las 90A, 100A, dan 110A pada las SMAW terhadap sifatan pada uji tarik, kekerasan, dan mikro penelitian ini menggunakan baja karbon rendah ST37 dan menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2 mm di lanjutkan pembuatan spesimen untuk pengujian. Setelah itu dilakukan proses pengelasan lalu dilanjutkan pengujian. Dalam pengujian didapatkan hasil sebagai berikut: Nilai kekuatan material hasil lasan dengan pengujian tarik didapatkan hasil tertinggi pada variasi arus 110A dengan Y_p 27,33 Mpa, Max 36,47 Mpa, Break 31,08 Mpa. Karena nilai pearlite struktur mikro yang paling tinggi didapatkan pada variasi 110A. Dan nilai terendah terjadi pada material hasil lasan variasi 90A dengan Y_p 25,48 Mpa, Max 26,86 Mpa, Break 12,33 Mpa. Karena nilai pearlite struktur mikro yang paling rendah didapatkan pada variasi 90A. sedangkan perbandingan tingkat kekerasan pada baja karbon ST 37 dengan variasi arus las mulai dari 90A, 100A, dan 110A memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 168 VHN untuk pengelasan dengan arus 90A untuk pengelasan pada arus 100A nilai rata-rata kekerasan 177 VHN dan yang terakhir pada pengelasan arus 110A nilai rata-rata kekerasannya sebesar 191 VHN. Tingkat kekerasan spesimen baja karbon ST 37 yang paling tinggi pada arus pengelasan 110A, dengan nilai hasil uji kuat tarik 36,47 MPa. Dan hasil pengamatan foto struktur mikro dengan metode point count presentase pearlite tertinggi berada pada material pengelasan variasi 110A sehingga nilai kekuatan tarik lebih tinggi.

Kata-kata kunci: Baja Karbon ST 37, Pengelasan SMAW, Struktur Mikro, Uji Kekerasan, Uji Tarik.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancangan bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya [1].

Pengelasan SMAW yaitu proses pengelasan yang menggunakan energi panas listrik untuk melelehkan logam dasar dan bahan pengisi adalah elektroda. Panas yang dihasilkan selama proses pengelasan ini terakumulasi karena koneksi ion listrik antara anoda dan katoda elektroda busur dan logam dasar, membentuk atom atau molekul batang logam yang terhubung bersama.

Peneliti ini menggunakan elektroda diameter 2,6 mm, tebal plat 10 mm menggunakan arus 80 A dengan hasil uji banding 110,24 Mpa kumpuh yang digunakan kumpuh double V, struktur mikro pada ferit presentase lebih besar perlit lebih kecil [2].

Mesin las SMAW dibedakan menjadi tiga jenis menurut arusnya yaitu me-sin las arus searah, mesin las arus bolak-balik dan mesin las arus ganda yaitu mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan arus searah (DC). dan untuk pengelasan dengan arus bolak-balik (AC).

Besarnya arus las tergantung dari jenis kawat las yang digunakan, posisi las dan ketebalan bahan dasar atau bagian las. Kekuatan las dipengaruhi oleh arus listrik, kecepatan las, jarak penetrasi dan jarak las, serta polaritas listrik. Penentuan besar arus sambungan logam dengan las busur berpengaruh terhadap efisiensi kerja dan bahan las [3].

Bahan pelat, atau baja karbon rendah, adalah jenis baja yang banyak digunakan pada rangka baja seperti kanopi, pagar, dan rangka atap, yang semuanya sering ditemukan dan dilas bersama untuk menyambung bagian-bagian yang diper-lukan. Untuk mendapatkan hasil las yang kuat, baik dan aman maka harus ditentukan suatu metode, sehingga perlu ditentukan dengan tepat cara pengelasan, jenis sambungan dan analisa hasil sambungan las, agar tidak terjadi kesalahan las dan ke-rusakan sambungan bahan yang dilas.

Jenis bahan yang dipakai peneliti ini yaitu plat baja ASTM A36 atau baja karbon, dengan ketebalan plat yaitu 6 mm. Variasi arus pengelasan yaitu 150 A, 155 A, 160 A. Tipe penyambungan las datar (butt joint) dan kumpuh V dengan sudut 70o. Pengujian dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine kapasitas 600kN, merk Shimadzu Japan. Bahan yang akan diuji adalah pengujian tarik hasil penyambungan las MIG dengan elektroda jenis AWS A5.18 ER 705-6 dengan diameter 1,2 mm pada baja karbon ASTM A36. Spesimen setiap variasi arus berjumlah tiga buah. Dimensi spesimen yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan standar JIS Z 2201 1998 [4].

Dalam penelitian ini akan di lakukan beberapa pengujian yang pertama akan dilakukan pengujian uji kuat tariknya untuk mengukur ketahanan spesimen terhadap gaya yang di berikan secara lambat. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur [5]. dan selanjutnya akan dilakukan uji kekerasan yang berfungsi mengetahui ketahanan suatu material terhadap depormasi pada daerah lokal atau permukaan material. Kekerasan dapat dihubungkan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam, Karena sewaktu indentasi, material di sekitar jejak mengalami deformasi plastis mencapai beberapa persen regangan tertentu[6].Dan untuk pengujian yang terakhir dilakukan pengujian Pengujian struktur mikro untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat didalam spesimen baja karbon rendah yang akan diuji. Dengan menggunakan spesimen uji yang telah dihaluskan agar dapat terlihat kandungan didalam benda uji tersebut. Proses pendinginan pada las berlangsung secara kontinu, yaitu proses penurunan suhu berlangsung tanpa adanya penurunan suhu secara mendadak [7].

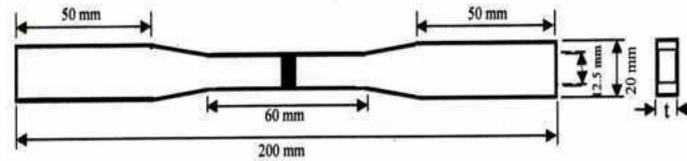
2. Metode

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah Mesin Las SMAW, Mesin Uji Tarik, Mesin Uji kekerasan, Alat Uji Struktur Mikro, Elektroda E 6013, Meter Ukur, Tang Kombinasi, Gerinda Duduk, Gerinda Tangan, Jangka Sorong, Ragum, dan APD Pengelasan.

2.2 Pembuatan Spesimen

Pada tahap ini penulis mengerjakan proses pembuatan spesimen di SMK Pancasila Ambulu Jember.



Gambar 1. Spesimen

2.2.1 Proses Pembuatan Spesimen

- Bahan baja ST 37 dibentuk dengan ukuran sesuai *ASTM* dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm, dan tebal 6 mm.
- Jepit material pada ragum pemotongan (bever) selanjutnya atur alat otomatis pemotongan dengan sudut yang sudah di tentukan, selanjutnya nyalakan mesin dan lakukan pemotongan bahan dengan ukuran yang sudah di kasih tanda garis.
- Membuat kampuh tirus tunggal.
- Dilakukan perataan pada hasil pemotongan.

2.2.2 Proses Pengelasan Spesimen

Pada pembuatan bahan menggunakan standart pengelasan sebagai berikut:

- Posisi Pengelasan 1G (*down hand position*).
- Menggunakan elektoda E 6013 dengan diameter 3,2 mm.
- Menggunakan arus amper 90,100,110A.
- Pendingin normalizing.
- Sambungan atau kampuh yang digunakan adalah kampuh V.

2.3 Uji Spesimen

Pengujian spesimen dilakukan di Universitas Merdeka Malang, pada tahap ini, penulis melakukan beberapa pengujian pada spesimen antara lain:

- Kuat Tarik**
Pada tahap pengujian spesimen ini yang di uji kuat tariknya untuk mengukur ketahanan spesimen terhadap gaya yang di berikan secara lambat. Spesimen akan mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga terjadinya kepatahan spesimen, pengujian tarik relatif sederhana dan sangat terstandarisasi dibandingkan pengujian lainnya.
- Pengujian Kekerasan**
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode pengujian vickers atau dikenal dengan *Diamond Pyramid Hardness test (DPH)*. Uji Kekerasan Vickers menggunakan indentor piramida intan.
- Struktur Mikro**
Pengujian struktur mikro ini akan menggambarkan perubahan struktur akibat pengaruh proses pengelasan secara detail. Pemeriksaan struktur mikro pada hasil pengelasan di lakukan pada daerah *weld metal*.

2.4 Variabel Penelitian

a. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Dengan kata lain, variable terikat adalah variabel yang tengah di observasi. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pengaruh arus pengelasan 90 A, 100 A dan 110 A.

b. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang dibuat sama untuk semua perlakuan. Dengan kata lain, variabel terkontrol adalah variabel pembanding terhadap variabel yang telah di uji. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Material Pengujian : Baja Karbon ST 37
- Ketebalan Plat : 6 mm

3. Elektroda Las : E 6013

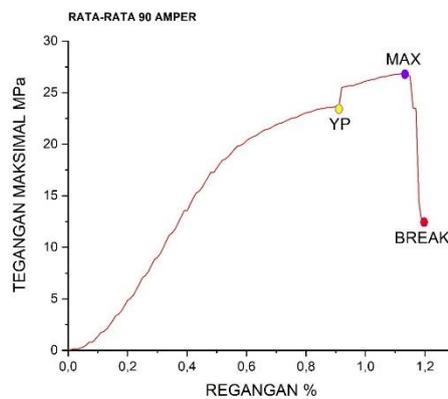
c. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi variabel terikat dan dengan sengaja dibuat berbeda. Singkatnya, variabel bebas adalah variabel penyebab dalam percobaan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah alat uji material. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan mesin uji tarik, mesin uji kekerasan dan struktur mikro.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Tarik Baja ST 37

Setelah melakukan pengelasan SMAW dengan variasi 90, 100, 110 Amper di SMK 3 Ambulu Jember. Dilanjut dengan pengujian tarik di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang. Dari hasil pengujian tarik didapat data berupa nilai kekuatan tarik kemudian data tersebut di analisis menggunakan aplikasi Microsoft Exel setelah itu dilanjut dengan pengeditan grafik di aplikasi Origin.

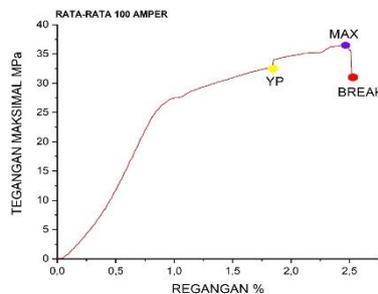


Gambar 2. Grafik Rata-Rata Pengujian Spesimen Arus 90 Amper

Tabel 4.1 Rata-rata Pengujian Spesimen Arus 90 Amper

No	Variasi 90	Rata-Rata Mpa	Regangan
1	(YP)	25,48 MPa	0,92
2	(MAX)	26,86 MPa	1,13
3	(BREAK)	12,33 MPa	1,20

Dari Gambar 2 grafik rata-rata pengujian 90 Amper menunjukkan bawasanya material dilakukan penarikan mengalami kenaikan sampai batas elastis mengarah ke plastis atau bisa di sebut dengan *yield stress (YP)* diangka 25,48 MPa, mengalami kenaikan pada tegangan maksimum atau bisa di sebut dengan *ultimate strength (MAX)* pada angka 26,86 MPa dan grafik mengalami penurunan sampai titik putus atau bisa disebut *fracture (BREAK)* pada angka 12,33 MPa.

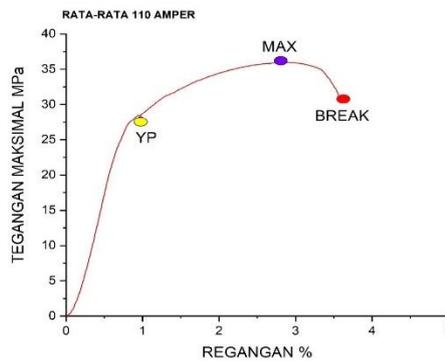


Gambar 3. Grafik Rata-Rata Pengujian Spesimen Arus 100 Ampere

Tabel 2. Rata-rata Pengujian Spesimen Arus 100 Amper

No	Variasi 100	Rata-Rata Mpa	Regangan
1	(YP)	32,50 MPa	1,79
2	(MAX)	35,95 MPa	2,33
3	(BREAK)	31,45 MPa	2,36

Dari Gambar 3 grafik rata-rata pengujian 100 Amper menunjukkan biasanya material dilakukan penarikan mengalami kenaikan sampai batas elastis mengarah ke plastis atau bisa di sebut dengan *yield stress (YP)* diangka 32,50 MPa, mengalami kenaikan pada tegangan maksimum atau bisa di sebut dengan *ultimate strength (MAX)* pada angka 35,95 MPa dan grafik mengalami penurunan sampai titik putus atau bisa disebut *fracture (BREAK)* pada angka 31,45 MPa.



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Pengujian Spesimen Arus 110 Amper

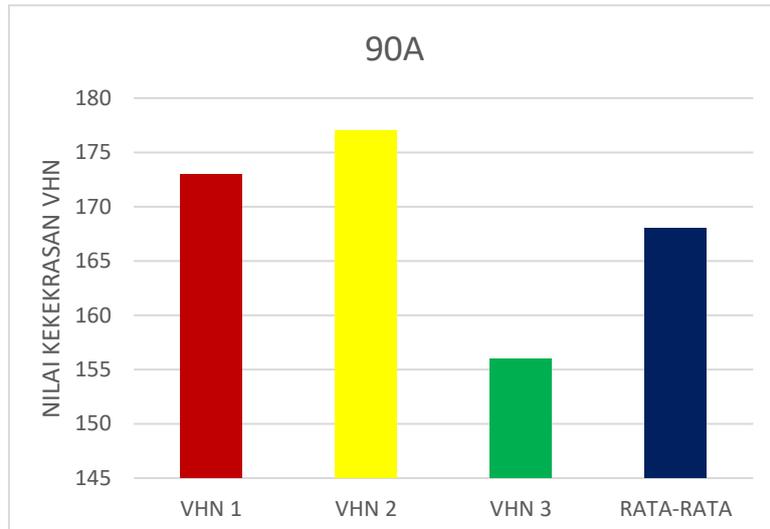
Tabel 3. Rata-Rata Pengujian Spesimen Arus 110 Amper

No	Variasi 110	Rata-Rata Mpa	Regangan
1	(YP)	27,33 MPa	0,97
2	(MAX)	36,47 MPa	2,87
3	(BREAK)	31,08 MPa	3,58

Dari Gambar 4 grafik rata-rata pengujian 110 Amper menunjukkan biasanya material dilakukan penarikan mengalami kenaikan sampai batas elastis mengarah ke plastis atau bisa di sebut dengan *yield stress (YP)* diangka 27,33 MPa, mengalami kenaikan pada tegangan maksimum atau bisa di sebut dengan *ultimate strength (MAX)* pada angka 36,47 MPa dan grafik mengalami penurunan sampai titik putus atau bisa disebut *fracture (BREAK)* pada angka 31,08 MPa.

3.2 Hasil Uji Kekerasan

Penelitian ini menggunakan uji kekerasan jenis *Vickers Hardness Number* dan memakai kerucut intan dan beban yang diberikan 100kg selama 5 detik sehingga dapat menghasilkan data setelah dilakukan pada 1 titik pada setiap spesimen uji. Hasil pengujian kekerasan pada spesimen baja ST 37 dengan variasi arus las 90A, 100A, dan 110A

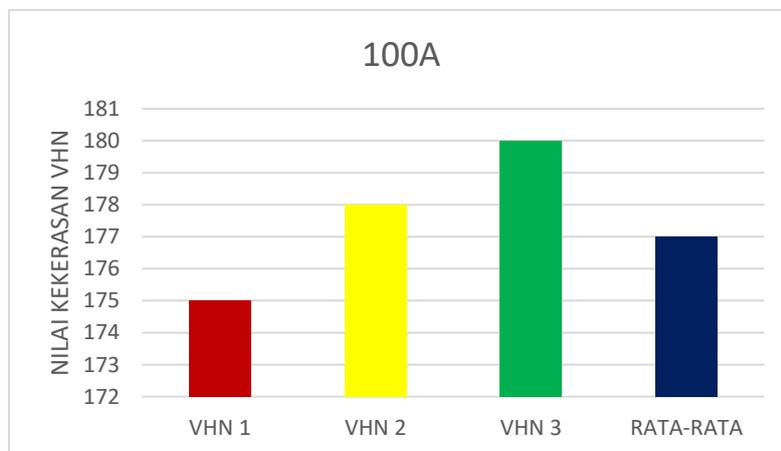


Gambar 5. Grafik Hasil Uji Kekerasan Arus 90 Amper

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Arus 90 Amper

Arus	Daerah Pengujian	Pengujian	VHN	VHN Rata-rata
90 A	Las	1	173	168
		2	177	
		3	156	

Pengelasan 90A diatas nilai kekerasan tertinggi ada di nilai 177 VHN, sedangkan nilai kekerasan terendah yaitu 156 VHN dan rata-ratanya 168 VHN.

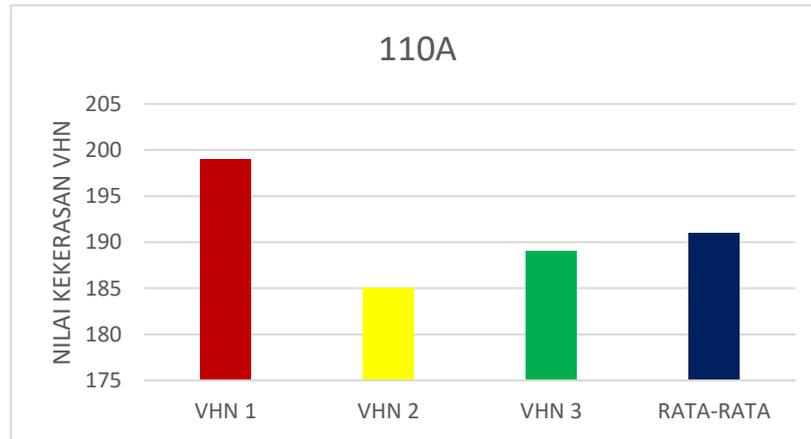


Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kekerasan Arus 100 Amper

Tabel 5. Hasil Uji Kekerasan Arus 100 Amper

Arus	Daerah Pengujian	Pengujian	VHN	VHN Rata-rata
100 A	Las	1	175	177
		2	178	
		3	180	

Pengelasan 100A diatas nilai kekerasan tertinggi ada di nilai 180 HVN, sedangkan nilai kekerasan terendah yaitu 173 VHN dan rata-ratanya 177 VHN.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kekerasan Arus 110 Amper

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan Arus 110 Amper

Arus	Daerah Pengujian	Pengujian	VHN	VHN Rata-rata
90 A	Las	1	199	191
		2	185	
		3	189	

Pengelasan 110A diatas nilai kekerasan tertinggi ada di nilai 199 HVN, sedangkan nilai kekerasan terendah yaitu 185 VHN dan rata-ratanya 191 VHN.

Pengujian kekerasan menggunakan alat *Vickers System Hardness tester* dengan material yang di uji adalah spesimen baja ST 37 dibagian hasil lasan. Didapatkan hasil paling optimum/maksimal ada di arus pengelasan 110A dengan hasil rata-rata 199 VHN dan hasil paling minimum ada pada arus pengelasan 90A yaitu dengan hasil rata-rata 168 VHN dikarenakan hasilnya paling rendah diantara arus pengelasan dengan arus 100A dan 110A yang memiliki hasil cukup tinggi dalam tingkat kekerasannya.

Pengaruh dari pengelasan dengan perbedaan arus terhadap tingkat uji kekerasan spesimen baja ST 37 bisa terjadi dikarenakan adanya beberapa faktor dimulai dengan Arus yang tepat untuk digunakan dalam pengelasan baja karbon sehingga berdampak akan hasil lasan sehingga berpengaruh terhadap tingkat kekerasan dan juga dari segi posisi las juga berdampak serta harus mempertimbangkan faktor penggunaan elektroda atau pengisi yang sesuai terhadap benda kerjanya

Dari Grafik menunjukan kekuatan Tarik dan mendapatkan hasil yang terbaik pada material ST 37 Amper 110 dengan Yp 27,33 MPa, Max 36,47 MPa dan Break 31,08 MPa serta material patah pada best metal. Sedangkan kekuatan Tarik menunjukan hasil yang buruk pada material ST 37 Amper 90 dengan Yp 25,48 MPa, Max 26,86 MPa dan Break 12,33 MPa serta material pata pada weld metal.

3.3 Struktur Mikro

Hasil pengujian struktur mikro terdapat 3 variasi arus spesimen yang terdiri dari variasi arus pengelasan 90A, variasi arus 100A dan 110A. Pada pengambilan gambar struktur mikro di fokuskan pada satu titik yaitu di bagian *weld metal (WM)*. Di dapatkan hasil uji struktur mikro sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Arus	Gambar Mikro Pembesar 200X	Pearlite	Ferrite
90A		49,2	50,8
100A		54,0	46,0
100A		56,0	44,0

Keterangan:

1. Area gelap menunjukkan fasa pearlit
2. Area terang menunjukkan fasa ferrite
3. Gabungan antara pearlit dan ferrite yang rimbun disebut bainit
4. Hitam dikelilingi lingkaran putih diebut bainit

Dari tabel di atas hasil pengujian struktur mikro pada daerah *Weld Metal (WM)* spesimen pengelasan Baja karbon ST 37 variasi arus pengelasan 90A, 100A dan 110A, terbentuk fasa pearlite dan ferrite. Pada variasi arus 110A menunjukkan fasa pearlite lebih banyak dari pada spesimen yang lainnya. Dimana semakin banyak fasa pearlite meningkatkan ketangguhan pada material sedangkan ferrite mengakibatkan karakteristik yang lunak dan ulet. Hal ini biasa didukung dengan persentase fasa yang dianalisa menggunakan metode point count dengan alat bantu berupa millimeter block, dapat dilihat hasil pada tabel di bawah ini:

Dari pengujian-pengujian spesimen yang telah dilakukan dapat di tarik kesimpulan, bahwa pengaruh kuat arus pengelasan *SMAW* sangat mempengaruhi kekuatan sambungan las, dimana semakin kecil arus pengelasan dapat mempengaruhi *Weld Metal (WM)*.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah nilai kekuatan material hasil lasan dengan pengujian tarik di dapatkan hasil tertinggi pada variasi arus 110A dengan Y_p 27,33 Mpa, Max 36,47 Mpa, Break 31,08 Mpa. Karena nilai pearlite struktur mikro yang paling tinggi didapatkan pada variasi 110A. Dan nilai terendah terjadi pada material hasil lasan variasi 90A dengan Y_p 25,48 Mpa, Max 26,86 Mpa, Break 12,33 Mpa. Karena nilai pearlite struktur mikro yang paling rendah didapatkan pada variasi 90A. Berdasarkan data perbandingan tingkat kekerasan pada baja karbon ST 37 dengan variasi arus las mulai dari 90A, 100A, dan 110A memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 168 VHN untuk pengelasan dengan arus 90A untuk pengelasan pada arus 100A nilai rata-rata kekerasannya sebesar 177 VHN dan yang terakhir pada pengelasan arus 110A nilai rata-rata kekerasannya sebesar 191 VHN. Tingkat kekerasan spesimen baja

karbon ST 37 yang paling tinggi pada arus pengelasan 110A, dengan nilai hasil uji kuat tarik 36,47 MPa. Hasil pengamatan foto struktur mikro dengan metode point count presentase pearlite terting-gi berada pada material pengelasan variasi 110A sehingga nilai kekuatan tarik lebih tinggi.

Referensi

1. R., Amzamsyah, Kosjoko, & M. L., Umar, "Pengaruh Variasi Kampuh dan Kuat Arus Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Bending pada Baja ASTM A36 The Effect of Campuh Variation and Current Strength of SMAW Welding on Bending Strength in ASTM A36," *Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 5(2), 20–24, 2021
2. R. A., Gumara, & N. S., Drastiawati, "Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Metal Inert Gas (MIG) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Baja Karbon ASTM A36 Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Metal Inert Gas (MIG) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Baja Karbon ASTM A," *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 65–68, 2021
3. M., Huda & S., Ferry, "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus dengan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7, 1–9, 2016
4. M., Jordi, H., Yudo & S., Jokosisworo, "Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW," *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4), 785, 2017
5. Y., Maulana, " Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(1), 1–8, 2016
6. A., Setiawan & Y. A. Y. Wardana, "Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490," *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 1–7, 2006
7. Z. M., Suardy & Suryadi, "Analisis Perbandingan Kualitas Las SMAW Kampuh V dengan Uji Bending pada Baja ST 37," *Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar*, 19(1), 45–56, 2016