



ANALISA PENGARUH KUAT ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA JENIS TE-S308 PADA PENGELASAN SMAW SS 304 TERHADAP SIFAT MEKANIS

Muhammad Rafi R, Mastuki

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

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

email: rafirahmatulloh00@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan konstruksi dengan menggunakan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelas, agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan yang elektroda terhadap distribusi tarik dan kekerasan pada pengelasan Stainless Steel AISI 304. Jenis kampuh digunakan adalah kampuh I. Dalam penelitian ini digunakan arus dan diameter elektroda yang berbeda, arus yang digunakan adalah 80A, 90A, 100A dan diameter elektroda yang digunakan adalah 2,0 mm 2.6 mm, dan 3,0 mm, jenis las yang digunakan adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Pengujian yang digunakan berupa uji tarik dan uji kekerasan. Pada pengujian kekerasan variasi kuat arus dan diameter elektroda dengan metode pengelasan Shield Metal Arc Weld (SMAW), didapatkan diameter elektroda tetap dengan variasi arus listrik yang lebih besar, nilai kekerasan menurun pada saat nilai kekerasan maksimum 98,7 HRB pada variasi kuat arus 80A dan nilai kekerasan minimum 94,1 HRB pada variasi kuat arus 90 A. Pada pengujian tarik, variasi kuat arus dan diameter elektroda dengan metode Shield Metal Arc Weld (SMAW), ditemukan bahwa penggunaan elektroda berdiameter besar lebih besar dengan variasi kuat arus dan kekuatan tariknya lebih tinggi, dimana nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 34,44 kg.f/mm² pada variasi kuat arus 90 A dengan diameter elektroda 2,6 mm, dan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 11,64 kg.f/mm² pada fluktuasi arus 100 A dengan elektroda berdiameter 2,0 mm.

Kata kunci : *Pengelasan SMAW, sifat mekanis, SS 304, Elektroda TE-S308.*

ABSTRACT

Today's construction using metal involves a lot of welding elements, especially in the field of engineering, because welding joints is one of the joints that technically requires high skill for the welder, in order to obtain good quality joints. This study aims to determine the effect of current and electrode variations on the distribution of tensile and hardness in welding Stainless Steel AISI 304. The type of seam used is seam I. In this study different currents and electrode diameters were used, the currents used were 80A, 90A, 100A and the diameter of the electrode used is 2.0 mm 2.6 mm, and 3.0 mm, the type of welding used is Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Tests used in the form of tensile test and hardness test. In testing the hardness of variations in current strength and electrode diameter using the Shield Metal Arc Weld (SMAW) welding method, a fixed electrode diameter is obtained with a greater variation of electric current, the hardness value decreases when the maximum hardness value is 98.7 HRB at a variation of current strength of 80A and minimum hardness value of 94.1 HRB at variations of current strength of 90 A. In the tensile test, variations in current strength

and electrode diameter with the Shield Metal Arc Weld (SMAW) method, it was found that the use of larger diameter electrodes with variations in current strength and greater tensile strength high, where the maximum tensile strength value is 34.44 kg.f/mm² at a current variation of 90 A with an electrode diameter of 2.6 mm, and the lowest tensile strength value is 11.64 kg.f/mm² at a current fluctuation of 100 A with 2.0 mm diameter electrode.

Keyword : SMAW Welding, Mechanical Properties, SS 304, Electrode TE-S308.

PENDAHULUAN

Stainless steel (baja tahan karat) adalah jenis baja yang tahan terhadap pengaruh oksidasi. Stainless steel merupakan logam paduan dari beberapa unsur logam yang dipadukan dengan komposisi tertentu. Dari perpaduan logam tersebut didapatkan logam baru dengan sifat atau karakteristik yang lebih unggul dari unsur logam sebelumnya. Berikut ini pembahasan selengkapnya mengenai karakteristik stainless steel. Berbagai kelebihan diatas menyebabkan stainless steel banyak digunakan di bidang industri manufaktur. Pengelasan dalam industri manufaktur memiliki peranan penting pada proses penyambungan logam.

Pengelasan (Welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan atau Welding definisikan oleh DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antar logam (Husodo dkk, 2014).

Proses pengelasan gesek (*friction welding*) adalah metode penyambungan dua buah material logam. Dalam metode ini panas dihasilkan dari perubahan energi mekanik kedalam energi panas pada bidang *interface* benda kerja karena adanya gesekan selama gerak putar dibawah tekanan/gesekan. Beberapa keuntungan dari *friction welding* ini adalah penghematan material dan waktu untuk penyambungan dua material yang sama maupun berbeda. Sedangkan parameter proses yang penting adalah waktu gesekan, tekanan gesekan, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar.

Penelitian dimulai dengan menyiapkan material plug yaitu SS 304. Sampel plug berbentuk plat dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 6 mm yang disambung dengan material dengan jenis dan ukuran yang

sama. Material elektroda adalah material yang digunakan untuk menyambungkan material plug.

Pengelasan

Pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Fungsi pengelasan secara umum adalah untuk mendapatkan kekuatan sambungan logam yang melebihi dari sifat mekanik (kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan) logam induk. Selain itu pengelasan juga memiliki fungsi dan tujuan lainnya, antara lain :

- Mendapatkan sambungan logam yang melebihi dari sifat mekanik (kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan) logam induk.
- Untuk proses pemotongan logam.
- Untuk memperbaiki, misalnya untuk mengisi lobang-lobang pada coran.
- Proses penebalan permukaan material yang sudah aus
- Meningkatkan kekerasan pada material agar tahan terhadap gesekan (abrasive)

SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Proses pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam, yaitu AC (alternating current) / arus bolak balik dan DC (Direct Current) / arus searah. Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las welder) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektroda dan materia dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (weld metal).

Elektroda

Pada saat pengelasan berlangsung, lasan merupakan logam yang mencair jika bersentuhan dengan udara di sekitarnya maka oksigen maupun nitrogen yang terdapat pada udara akan beraksi dengan logam cair tersebut. Reaksi oksidasi tersebut dapat mengakibatkan kualitas dari lasan menjadi menurun, yaitu terdapatnya rongga-rongga udara pada lasan atau terjadinya sambungan yang keropos. Pada las busur listrik, untuk menghindari terjadinya sambungan yang keropos dan untuk menguatkan kualitas sambungan las maka dicari bermacam-macam cara untuk melindungi lasan dari pengaruh udara atau atmosfer tersebut, yaitu dengan menggunakan terak las sebagai pelindung atau menggunakan bahan tambah atau elektroda yang berselaput atau berbalut terbuat dari bahan yang dapat melindungi las dari pengaruh atmosfer tersebut. Spesifikasi Elektroda yang digunakan pada proses pengelasan listrik menggunakan standar berdasarkan peraturan American Welding Society (AWS), yang merupakan badan pengelasan resmi di Amerika Serikat. Menurut spesifikasi AWS, standar kawat las dinyatakan pada tanda E XXXX yang berarti :

- E menunjuk pada keterangan kawat las listrik (elektroda).
- XX (dua angka pertama) menyatakan nilai kekuatan Tarik dari kawat las, yang dinyatakan dengan satuan lb/in atau kilo pound square inch (Ksi).
- X (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan diaman angka 1 untuk pengelasan segala posisi, dan angka 2 untuk pengelasan posisi datar dibawah tangan.
- X (angka Keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cook dipakai untuk pengelasan.

Kampuh Las

Kampuh Las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang merekat ke benda kerja. Dengan demikian kekuatannya akan lebih terjamin. Sedangkan jenis kampuh las yang dipakai pada tiap pengelasan tergantung pada ketebalan benda kerja, jenis benda kerja kekuatan yang diinginkan, dan posisi pengelasan.

Pengujian Tarik (Tensile Strength)

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan actual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus.

Pengujian Kekerasan (Hardness Test)

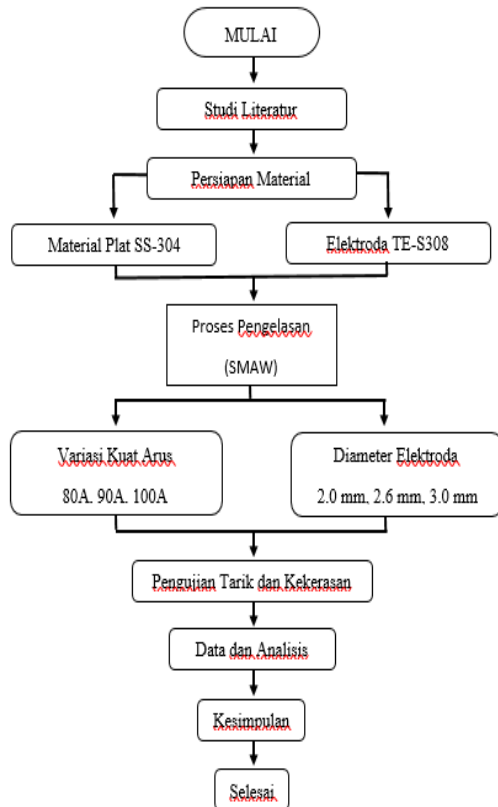
Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongan sebagai material ulet atau getas.

Metode Hardness Rockwell berbeda dengan brinell dan vickers. Pada uji kekerasan rockwell tidak melakukan pengukuran tapak tekan secara manual, pengukuran langsung dilakukan oleh mesin dan langsung menunjukkan nilai hardness dari bahan yang diuji, nilai ini dapat dilihat pada dial indicator.

Nilai kekerasan yang diperoleh berhubungan terbalik dengan kedalaman indentasi. Indenter yang digunakan adalah bola baja yang diperkeras berukuran 1/16 in dan 1/8 in serta kerucut intan bersudut 120° dengan ujung bulat diberi nama brale.

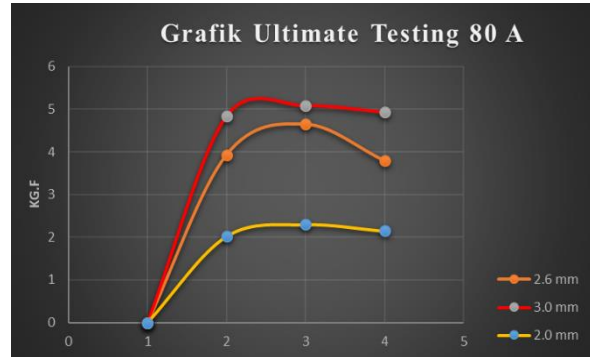
PROSEDUR EKSPERIMEN

Diagram alir

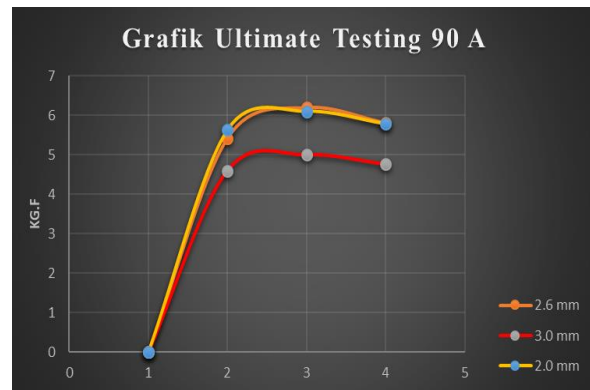


Ket:

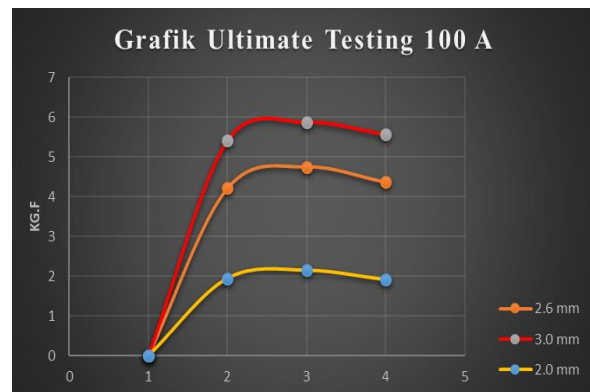
- No 2 = Py
- No 3 = Pmax
- No 4 = Pputus



Gambar 4.9 Grafik Uji Tarik Kuat Arus 80A



Gambar 4.10 Grafik Uji Tarik Kuat Arus 90A



Gambar 4.11 Grafik Uji Tarik Kuat Arus 100A

Pembuatan Spesimen

Bahan plat baja SS-304 di potong dengan panjang 150 mm, lebar 50 mm, tebal 6 mm, menggunakan proses machining. Pemotongan spesimen ini sebanyak 50 spesimen yang selanjutnya disambung (proses pengelasan) menjadi 25 spesimen.

Menentukan Kampuh

Setelah pemotongan material, selanjutnya menentukan kampuh yang akan digunakan dalam proses pengelasan. Kampuh yang dipilih adalah kampuh1 karena plat yang akan digunakan ≥ 6 mm.

HASIL PENGUJIAN

Pengujian Tarik

Rekapitulasi hasil pengujian tarik pada masing-masing variasi arus dan diameter elektroda jenis AWS E308-16 dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini. Pengujian ini menggunakan Universal Testing Machine dengan skala pembebanan maksimal 15000 Kg.f.

Tabel 4.4 Hasil Data Pengujian Tarik Kuat Arus 80 A

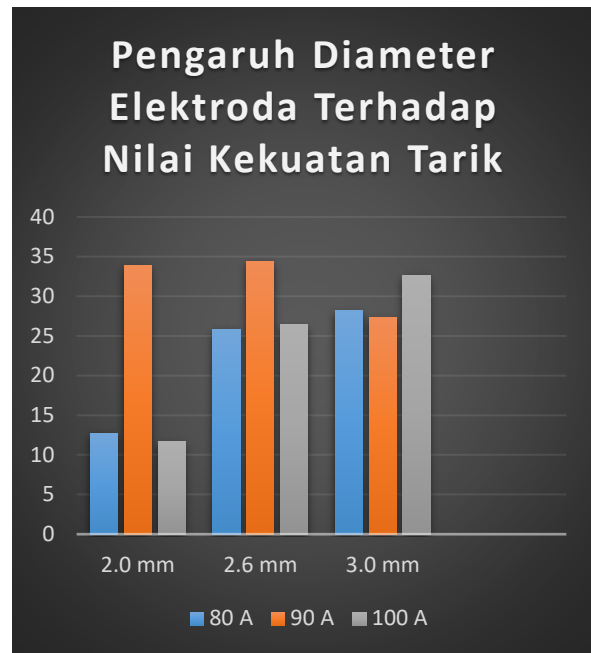
Benda Uji	Variasi Diameter Elektroda		
	Ø 2.0 mm	Ø 2.6 mm	Ø 3.0 mm
Luas Penampang	180	180	180
Panjang Awal/L0 (mm)	100	100	100
Panjang Akhir/Lf (mm)	108	112	116
Pertambahan Panjang/ ΔL (mm)	8	12	16
Beban Luluh(Kg.f)	5.630	5.425	4.602
Beban Maksimum (Kg.f)	6.100	6.200	5.000
Beban Putus(Kg.f)	5.786	5.812	4.761
Tegangan Luluh (Kg.f)	31,27	30,13	25,56
Tegangan Maksimum (Kg.f)	33,88	34,44	27,27
Tegangan Putus (Kg.f)	32,14	32,38	26,45
Regangan Luluh (%)	0,032	0,04	0,053
Regangan Maksimum (%)	0,064	0,010	0,084
Regangan Putus (%)	0,08	0,012	0,112

Tabel 4.5 Hasil Data Pengujian Tarik Kuat Arus 90 A

Benda Uji	Variasi Diameter Elektroda		
	Ø 2.0 mm	Ø 2.6 mm	Ø 3.0 mm
Luas Penampang	180	180	180
Panjang Awal/L0 (mm)	100	100	100
Panjang Akhir/Lf (mm)	103	103	105
Pertambahan Panjang/ ΔL (mm)	3	3	5
Beban Luluh(Kg.f)	2.023	3.934	4.836
Beban Maksimum (Kg.f)	2.300	4.650	5.080
Beban Putus(Kg.f)	2.146	3.791	4.927
Tegangan Luluh (Kg.f)	11,23	21,90	26,68
Tegangan Maksimum (Kg.f)	12,72	25,83	28,22
Tegangan Putus (Kg.f)	11,92	21,06	27,37
Regangan Luluh (%)	0,015	0,015	0,024
Regangan Maksimum (%)	0,025	0,02	0,027
Regangan Putus (%)	0,03	0,03	0,03

Tabel 4.6 Hasil Data Pengujian Tarik Kuat Arus 100 A

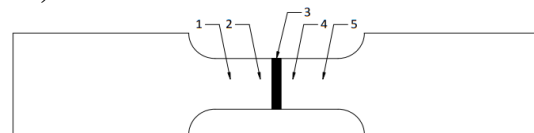
Benda Uji	Variasi Diameter Elektroda		
	Ø 2.0 mm	Ø 2.6 mm	Ø 3.0 mm
Luas Penampang	180	180	180
Panjang Awal/L0 (mm)	100	100	100
Panjang Akhir/Lf (mm)	109	112	115
Pertambahan Panjang/ ΔL (mm)	9	12	15
Beban Luluh(Kg.f)	1.948	4.213	5.411
Beban Maksimum (Kg.f)	2.150	4.750	5.875
Beban Putus(Kg.f)	1.914	4.366	5.565
Tegangan Luluh (Kg.f)	10,82	23,40	30,06
Tegangan Maksimum (Kg.f)	11,94	26,38	32,63
Tegangan Putus (Kg.f)	10,63	24,25	30,91
Regangan Luluh (%)	0,028	0,06	0,09
Regangan Maksimum (%)	0,035	0,09	0,135
Regangan Putus (%)	0,07	0,12	0,15



Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Diameter Elektroda Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

Dari grafik hasil uji tarik didapatkan terjadi kecenderungan kenaikan nilai tegangan maksimum (Ultimate Tensile Strength) pada variasi kuat arus 100 A, dan cenderung stabil pada variasi 90A. Kenaikan nilai tegangan tarik pada 80A dan 90A disebabkan oleh pengaruh panas yang dihasilkan pada proses pencairan logam sambungan las yang dengan logam induk yang mempengaruhi pembentukan istruktur mikro logam. Dengan penggunaan variasi arus yang tinggi membuat proses pencairan logam sambungan las dan logam induk menjadi lebih baik sehingga menghasilkan penetrasi pengelasan lebih dalam dan membentuk sambungan yang sempurna pada logam induk yang disambung.

Pengujian Kekerasan (Rockwell Hardness Test)



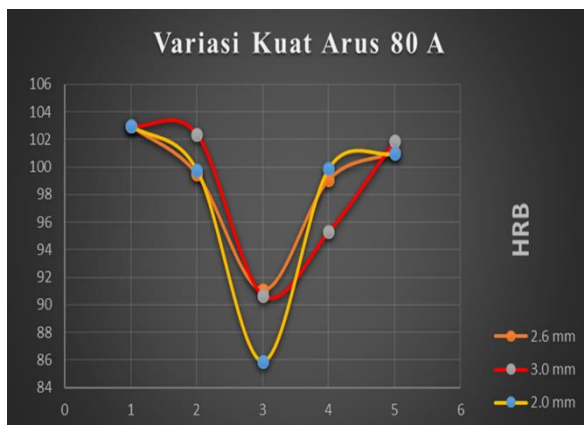
Gambar 4.1 Titik Pengujian Kekerasan

- No 1 = Titik 1
- No 2 = Titik 2
- No 3 = Titik 3
- No 4 = Titik 4
- No 5 = Titik 5

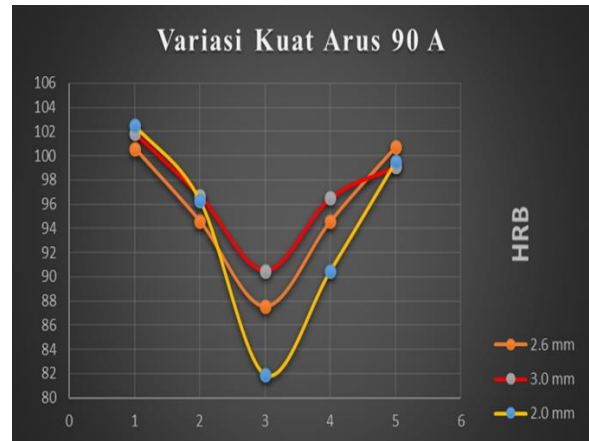
Ket: Menggunakan satuan HRB

Tabel 4.1 Tabel hasil uji kekerasan

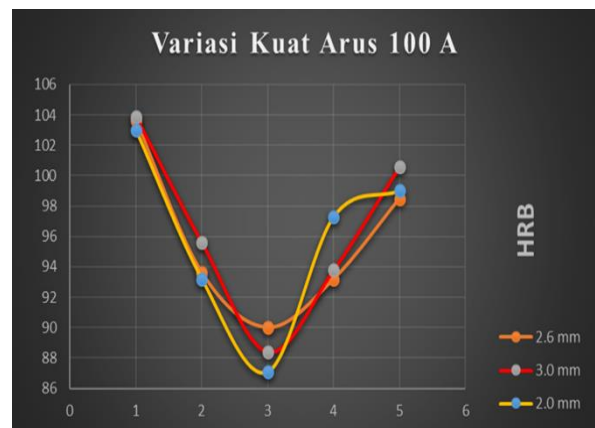
No	Variasi Arus	Posisi	Variasi Diameter Elektroda		
			Ø 2.0 mm	Ø 2.6 mm	Ø 3.0 mm
1	80 A	1	103,0	103,0	103,4
		2	99,8	99,5	102,4
		3	85,9	91,1	90,7
		4	99,9	99,1	95,3
		5	101,0	101,1	101,9
2	90 A	1	102,5	100,6	101,9
		2	96,3	94,6	96,7
		3	81,9	87,6	90,5
		4	90,5	94,6	96,5
		5	99,5	100,7	99,1
3	100A	1	102,6	103,6	103,9
		2	93,2	93,6	95,6
		3	87,1	90,0	88,4
		4	97,3	93,2	93,8
		5	99,0	98,5	100,6



Gambar 4.2 Grafik Kuat Arus 80A



Gambar 4.4 Grafik Kuat Arus 90A



Gambar 4.6 Grafik Kuat Arus 100A



Gambar 4.8 Grafik diameter elektroda tetap dengan variasi kuat arus

Pada grafik menunjukkan pada spesimen dengan diameter elektroda tetap/konstan didapatkan bahwa semakin besar kuat arus maka nilai kekerasan semakin kecil.

Perubahan nilai kekerasan disebabkan oleh pengaruh besaran masukan panas yang dihasilkan dari arus pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) pada setiap spesimen test baik pada daerah HAZ maupun pada daerah Metal Welding. Semakin tinggi suhu panas yang dihasilkan dari arus listrik pengelasan maka laju pendinginan akan semakin lambat dan mempengaruhi bentuk kerapatan struktur mikro logam tersebut yang selanjutnya mempengaruhi sifat mekanis logam. Perubahan struktur mikro logam bergantung pada laju pendinginan suhu pengelasan dari suhu austenite sampai ke suhu laju pendinginan akan menentukan bentuk struktur mikro sambungan logam, pada laju pendinginan dari suhu austenite-ferit logam las yang berkomposisi karbon dan silikon dengan kadar komposisi 0,25%-2,00% struktur mikro yang terbentuk akan lebih kasar dan berbentuk ferit + perlite yang memiliki sifat mekanis yang keras namun getas dan mudah patah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada Plat SS 304 variasi kuat arus dan diameter elektroda dengan metode pengelasan Shield Metal Arc Weld (SMAW) menggunakan pengujian kekerasan, didapatkan diameter elektroda tetap dengan variasi arus yang lebih besar, nilai kekerasan maksimum 98,7 HRB pada variasi kuat arus 80A dan nilai kekerasan minimum 94,1 HRB pada variasi kuat arus 90A.
2. Pada saat pengelasan plat SS 304, variasi kuat arus dan diameter elektroda dengan metode Shield Metal Arc Weld (SMAW) menggunakan pengujian tarik, ditemukan bahwa penggunaan elektroda berdiameter besar lebih besar dengan variasi kuat arus dan kekuatan tariknya lebih tinggi, dimana nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 34,44 kg.f/mm² pada variasi kuat arus 90 A dengan diameter elektroda 2,6 mm, dan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 11,64 kg.f/mm² pada variasi kuat arus 100 A dengan elektroda berdiameter 2,0 mm.

Saran

Sebaiknya penelitian ini selanjutnya adalah pada proses pengelasan penambahan variasi kuat arus untuk menghasilkan hasil yang sesuai dan

menambahkan pengujian struktur mikro, sehingga dapat diketahui setelah melakukan pengujian tarik.

REFERENSI

- Sumarji. (2011). Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 dan SS 201 Menggunakan Metode U Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu dan PH Jurnal f f Rotor, Volume 4 nomor 1.
- Nugraha. Candra (2015). Kekuatan Tarik dan Bending. Sambungan Las pada Material Baja SM490 Dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW. Jurnal Mekanikal. 06,550-555
- Dody, (2018). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Lasan Pada Baja ASTM A316. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin. 03,1-6
- Sarwanto. Galih. (2022). Analisa Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Diameter Elektroda Jenis RB-26 pada pengelasan SMAW Baja ST 42 Terhadap Sifat Mekanis. Universitas 17 Agustus 1945.