



Pengaruh Variasi Arus Pengelasan MIG Pada Pipa baja Karbon ASTM A106 Terhadap Sifat Mekanik Tarik Dan Kekerasan Dan Perubahan Struktur mikro Dengan Menggunakan Elektroda ER70S-6

Nanang Nur Fauji, Fahad Ramadhan, Ichlas Wahid

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: nanangnurfauzy@gmail.com

ABSTRAK

Panas proses pengelasan yang dihasilkan oleh busur las yang terbentuk antara benda kerja dengan elektroda kawat disebut Pengelasan MIG (Metal Inert Gas). Penelitian ini menganalisa pengaruh dari hasil pengelasan MIG (Metal Inert Gas) terhadap variasi arus pengelasan 15 A, 20 A dan 25 A terhadap perubahan sifat mekanik tarik dan kekerasan dan perubahan struktur mikro. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melihat pengaruh variasi arus pengelasan MIG (Metal Inert Gas) terhadap perubahan sifat mekanik tarik dan kekerasan dan perubahan struktur mikro. Yang akan diuji pada penelitian ini adalah material pipa baja karbon ASTM A106 dengan tebal material 8 mm. Proses pengelasan MIG (Metal Inert Gas) dengan variasi arus 15 A, 20 A dan 25 A dilakukan dengan cara dua kali pengelasan dengan variasi arus yang sama dengan posisi pengelasan 1G. Hasil dari pengujian tarik didapat nilai kekuatan tarik paling tinggi adalah 46.12 kg/mm², lalu nilai terendah yang diperoleh adalah 43.75 kg/mm². Untuk pengujian kekerasan rata-rata nilai tertinggi dengan nilai 59,3 HRC pada spesimen 25 A, lalu rata-rata nilai terendah yang diperoleh adalah 56,9 HRC pada spesimen 15 A. Untuk perubahan struktur mikro diperoleh persentase ferrite terbesar bernilai 42% pada spesimen 25 A, lalu nilai terendah bernilai 40% pada spesimen 15 A pada bagian weld metal. Hal tersebut berarti bahwa variasi arus pada pengelasan MIG (Metal Inert Gas) sangat berpengaruh pada struktur mikro dari material tersebut sehingga ikut berpengaruh pada nilai kekuatan tarik dan regangan serta kekuatan kekerasan material, semakin besar nilai kekerasan maka semakin tinggi nilai kekuatan Tarik maksimum yang dihasilkan, semakin besar arus pengelasan maka semakin meningkatkan sifat ketangguhan pada material ASTM A106 hasil pengelasan MIG (Metal Inert Gas).

Kata kunci: Pipa Baja, Sifat Mekanik, Pengelasan MIG

ABSTRACT

The heat of the welding process generated by the welding arc formed between the workpiece and the wire electrode is called MIG (Metal Inert Gas) welding. This study analyzes the effect of MIG (Metal Inert Gas) welding results on variations in welding currents of 15 A, 20 A and 25 A on changes in tensile and hardness mechanical properties and changes in microstructure. Metal Inert Gas) to changes in tensile and hardness mechanical properties and changes in microstructure. What will be tested in this research is ASTM A106 carbon steel pipe material with a material thickness of 8 mm. The MIG (Metal Inert Gas) welding process with a current variation of 15 A, 20 A and 25 A is carried out by means of two welding with the same current

variation as the 1G welding position. The results of the tensile test obtained the highest tensile strength value was 46.12 kg/mm², then the lowest value obtained was 43.75 kg/mm². For hardness testing, the highest average value was 59.3 HRC on 25 A specimens, then the lowest average value obtained was 56.9 HRC on 15 A specimens. For changes in microstructure, the largest percentage of ferrite was 42% in specimens. 25 A, then the lowest value is 40% in the 15 A specimen in the weld metal section. This means that the current variation in MIG (Metal Inert Gas) welding is very influential on the microstructure of the material so that it also affects the value of tensile strength and strain as well as the strength of the hardness of the material, the greater the hardness value, the higher the maximum tensile strength value produced, the greater the welding current, the more the toughness of the ASTM A106 material as a result of MIG (Metal Inert Gas) welding.

Keywords: Steel Pipe, Mechanical Properties, MIG Welding

PENDAHULUAN

Sejalan Berjalannya waktu, perkembangan suatu teknologi semakin pesat. Salah satunya ialah Pengelasan merupakan sebuah proses menyambung atau penyatuan beberapa bahan material logam menjadi satu bagian dengan memanfaatkan energi panas yang bersumber dari api pembakaran gas ataupun panas aliran listrik, dalam Industri bahkan di kehidupan sehari-hari metode pengelasan saat ini selalu digunakan dan dibutuhkan oleh masyarakat luas dalam bidang rekayasa dan reparasi atau perbaikan logam dari yang sederhana sampai yang rumit, Kontruksi ringan maupun berat.

Pengetahuan tentang bahan, proses pengelasan, dan teknik diperlukan untuk hasil pengelasan yang optimal. Tidak semua logam dari berbagai jenis logam yang ada dapat dengan mudah dilas. suhu tinggi. Pipa baja karbon banyak digunakan di berbagai industri. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon ASTM A106.

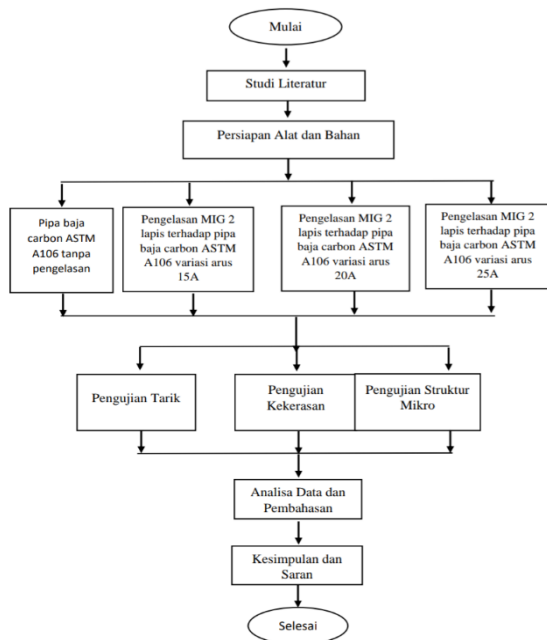
Panas yang berasal dari kegiatan pengelasan yang dihasilkan dari busur yang terbentuk antara benda kerja dan elektroda kawat disebut proses pengelasan MIG (Metal Inert Gas). Pada saat proses pengelasan MIG (Metal-Inert Gas), elektroda dilebur dan lalu deposit logam dilas untuk membentuk manik-manik keringat. Gas yang menjadi pelindung dapat dimanfaatkan untuk menanggulangi proses oksidasi dan melindungi produk las selama periode pembekuan berlangsung.

Hasil las yang baik memerlukan pertimbangan las dan faktor arus. Jahitan las ini digunakan untuk menahan material tambahan pada benda kerja. Sambungan menyerap beban, sehingga jenis sambungan las harus ditentukan terlebih dahulu sebelum pengelasan. Arus listrik memiliki pengaruh yang besar pada proses pengelasan busur. Besarnya arus yang digunakan dalam proses pengelasan dapat mempengaruhi kekuatan tarik, kekerasan, dan sifat mekanik getas las, karena dapat menentukan bentuk dan ukuran dari penetrasi las. Oleh karena itu dalam kajian tugas akhir ini metode ini menggunakan fluktuasi arus yaitu 15 A, 20 A, dan 25 A.

Tujuan Penelitian

1. Menganalisa pengaruh variasi arus pengelasan MIG (Metal Inert Gas) Pipa baja karbon ASTM A106 terhadap perubahan sifat mekanis Tarik dan kekerasan
2. Menganalisa pengaruh Variasi arus pengelasan MIG (Metal Iner Gas) pipa baja karbon ASTM A106 terhadap perubahan struktur mikro

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar.1 Diagram Alir

Proses Pengelasan MIG

Pengelasan MIG (*Metal Gas Inert*) adalah metode penggabungan dua logam (*material*) bahkan lebih dengan memanfaatkan energi panas yang dihasilkan oleh mesin las dengan kawat sebagai elektroda atau sebagai pengisi dan gas untuk mencegah terjadinya oksidasi supaya menghasilkan hasil las yang bagus, biasanya menggunakan gas CO² dalam pengelasan MIG.

Kampuh merupakan wadah untuk tempat pengisian butir las atau weld metal pada Tugas akhir ini kita menggunakan kampuh berbentuk V dengan sudut kampuh 60°.



Gambar 2. Material Setelah Pembentukan Kampuh

Pada penelitian ini menggunakan posisi pengelasan 1G yaitu posisi mendatar. Arus listrik sangat berpengaruh pada proses pengelasan khususnya pada pengelasan busur listrik karena dapat mempengaruhi sifat mekanik pada hasil pengelasan. Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan variasi arus listrik yaitu 15 A, 20A dan 25 A



Gambar 3. Proses Pengelasan

Pemotongan Spesimen

Sebelum melakukan sebuah pengujian material pipa baja karbon ASTM 106 yang sudah melalui proses pengelasan MIG dengan variasi arus dan 2 lapis pengelasan kita harus memotong menjadi potongan spesimen sesuai dengan standart ukuran pada setiap pengujian. Pada pengujian tarik menggunakan standart JIZ

Tabel 1. Spesimen Standart JIZ Uji Tarik

Unit : mm

Type of test piece	Width W	Gauge length Z	Parallel length P	Radius of fillet lf	Thickness Z'
12A	19	00	60 approx.	15 min.	Thickness of tube
12B	25	50	60 approx.	15 min.	Thickness of tube
12C	38	50	60 approx.	15 min.	Thickness of tube



Gambar 4. Material Setelah dipotong menjadi Spesimen Uji tarik

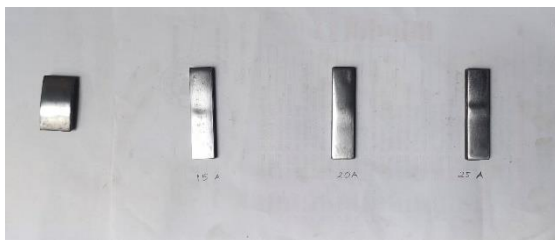
Pada pengujian kekerasan spesimen yang digunakan dengan panjang 80mm dan

lebar 15mm dan tebal 8mm. Pada pengujian kekerasan bentuk dan ukuran bisa menyesuaikan yang penting permukaan yang akan di uji kekerasan datar dan bersih dari berbagai kotoran.



Gambar 5. Spesimen Uji Kekerasan

Pada pengujian mikro bentuk spesimen menggunakan ukuran yang sama dengan bentuk kekerasan, tetapi pada pengujian mikro spesimen harus terlebih dahulu melalui proses pemolesan agar spesimen mengkilap sehingga foto yang diambil bisa jelas.



Gambar 6. Spesimen Pengujian Mikro Pengujian Tarik (Tensile Test)

Tensile Test merupakan pengujian merusak yang dapat digunakan untuk menguji sifat mekanik bahan dengan memberikan beban tarik menarik untuk mengetahui ketahanan dan pertambahan panjang material tersebut terhadap kekuatan tarik. Pada pengujian ini terdapat dua bentuk atau ukuran spesimen yaitu standart JIZ dan ASTM pada penelitian ini menggunakan spesimen standart JIZ oleh karena itu sebelum melakukan pengujian tarik kita harus memotong pipa baja karbon ASTM a106 yang sudah melalui proses pengelasan

Pada pengujian tarik ini menggunakan beban 1500kg dan pada pengujian ini hasil yang di peroleh adalah beban maksimum atau kekuatan tarik maksimum dari bahan uji dan grafik beban dan pertambahan panjang pada

kertas milimeter yang berguna untuk menghitung data pada pengujian tarik.



Gambar 7. Proses Pengujian Tarik

Untuk pengolahan data setelah pengujian tarik, tegangan tersebut digunakan untuk menghitung dengan membagi beban dengan luas penampang awal benda uji

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana =

σ = Tegangan (kg/mm²)

P = Beban (kg)

A₀ = Luas Penampang Awal (mm)

Persentase Pertambahan Panjang atau Regangan dapat di hitung dari per panjang panjang ukur (ΔL) dibagi dengan panjang awal (L₀)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :

ϵ = Regangan (%)

L = Panjang Akhir (mm)

L₀ = Panjang Awal (mm)

Pengujian Kekerasan Metode Rockwell

Uji kekerasan metode rockwell dilakukan dengan memberi tekanan pada permukaan material dengan sebuah indenter, proses penekanan mula-mula indenter memberi tekanan dengan beban awal (beban minor) setelah itu di tambah tekanan dengan beban utama (beban mayor), setelah itu beban mayor di lepaskan dan beban minor masih tetap dan nilai kekerasannya dapat di lihat dari dial indikator mesin uji kekerasan rockwell. Pada penelitian ini menggunakan indenter Diamond Cone dengan Skala C

beban 150 kg, pada pengujian kekerasan dilakukan pengambilan data sebanyak 7 titik dan lama waktu pembebanan 5 detik.



Gambar 8. Proses Uji Kekerasan Struktur Mikro

Struktur mikro digunakan untuk pengujian metalografi untuk mengetahui struktur yang terdapat pada sebuah material dengan memanfaatkan alat mikroskop optik dan mikroskop elektron. Spesimen pada pengujian struktur mikro harus melewati proses pemolesan setelah itu proses pengetsaan spesimen dan setelah itu pemotretan, dan struktur yang nampak pada alat optik mikroskop adalah struktur mikro



Gambar 9. Proses pengujian Struktur Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengelasan MIG (Metal Gas Inert) pada pipa baja karbon ASTM A106 dengan memanfaatkan elektroda kawat ER70S-6 tebal 1mm, kampuh berbentuk V dengan jarak 60° proses pengelasan 2 lapis dengan menggunakan posisi 1G yaitu posisi mendatar dan menggunakan tiga variasi arus pengelasan (15A, 20A dan 25A) . Data

penelitian ini merupakan data hasil pengujian terhadap pengujian kekuatan tarik, pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro, maka di dapatkan data hasil pengujian dari penelitian ini dan dapat dijabarkan pada tabel dibawah ini:

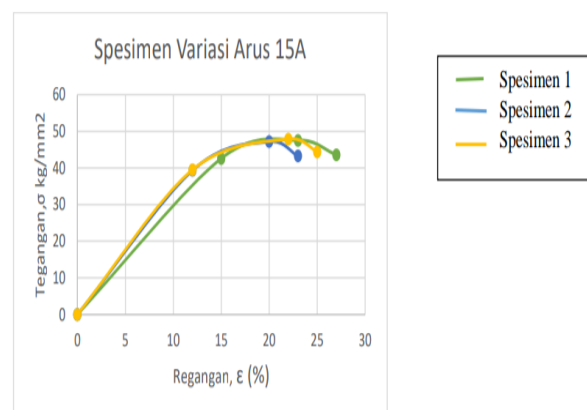
Hasil Tensile Strength

Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Variasi Arus 15A

NO	Data Spesimen Arus 15A	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Panjang awal (L ₀), mm	60	60	60
2	Panjang akhir (L _f), mm	70	68	70
3	Pertambahan pajang (ΔL _{total}),mm	10	8	10
4	Luas penampang mula-mula (A ₀), mm	152	152	152
5	Beban Yield (P _y),Kg	6472,36	5979,2	6000
6	Beban Ultimate (P _u), Kg	7225	7175	7275
7	Beban Putus (P _{pts}), Kg	6622,88	6577,12	6750
8	ΔL (yield), mm	9	7	7
9	ΔL (max), mm	14	12	13
10	ΔL (putus), mm	16	13	15

Tabel 3. Diagram Tegangan Dan Regangan 15A

No	Tegangan dan Regangan Teknik	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Tegangan Teknik (σ yield),kg/mm ²	42,58	39,34	39,47
2	Tegangan Teknik (σ Max),kg/mm ²	47,53	47,20	47,86
3	Tegangan Teknik (σ Putus),kg/mm ²	43,57	43,27	44,41
4	Regangan Teknik (ε yield)	15%	12%	12%
5	Regangan Teknik (ε Max)	23%	20%	22%
6	Regangan Teknik (ε Putus)	27%	23%	25%



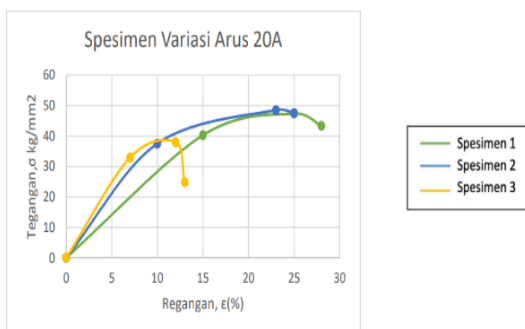
Gambar 10. Grafik Tegangan dan Regangan 15A

Tabel4. Data Hasil Uji tarik Spesimen

NO	Data Spesimen Arus 20A	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Panjang awal (L ₀), mm	60	60	60
2	Panjang akhir (L _f), mm	70	68	66
3	Pertambahan pajang (ΔL _{total}),mm	10	8	6
4	Luas penampang mula-mula (D ₀), mm	152	152	152
5	Beban Yield (P _y),Kg	6127,2	5702,25	5005
6	Beban Ultimate (P _u), Kg	7200	7375	5775
7	Beban Putus (P _{pts}), Kg	6586,74	7222,85	3773
8	ΔL (yield), mm	9	6	4
9	ΔL (max), mm	15	14	7
10	ΔL (putus), mm	17	15	8

Tabel 5. Tegangan Dan Regangan Spesimen 20A

No	Tegangan dan Regangan Teknik	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Tegangan Teknik (σ yield),kg/mm ²	40,31	37,51	32,93
2	Tegangan Teknik (σ Max),kg/mm ²	47,37	48,52	37,99
3	Tegangan Teknik (σ Putus),kg/mm ²	43,33	47,52	24,82
4	Regangan Teknik (ε yield)	15%	10%	07%
5	Regangan Teknik (ε Max)	25%	23%	12%
6	Regangan Teknik (ε Putus)	28%	25%	13%



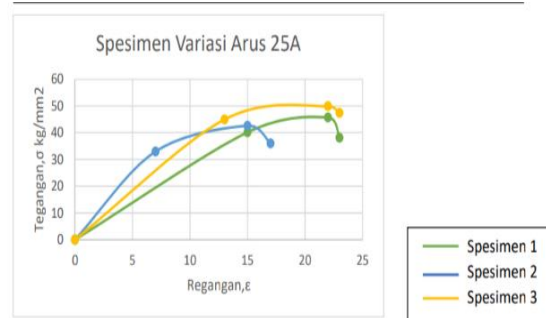
Gambar 11. Grafik Tegangan dan Regangan 20A

Tabel 6. Data Hasil Uji Tarik Spesimen 25A

NO	Data Spesimen Arus 25A	Spesimen1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Panjang awal (L ₀), mm	60	60	60
2	Panjang akhir (L _f), mm	67	65	68
3	Pertambahan pajang (ΔL _{total}),mm	7	5	8
4	Luas penampang mula-mula (D ₀), mm	152	152	152
5	Beban Yield (P _y),Kg	6109,6	5011,5	6840
6	Beban Ultimate (P _u), Kg	6950	6475	7600
7	Beban Putus (P _{pts}), Kg	5804,12	5474,1	7220
8	ΔL (yield), mm	9	4	8
9	ΔL (max), mm	13	9	13
10	ΔL (putus), mm	14	10	14

Tabel 7. Tegangan Dan Regangan 25A

No	Tegangan dan Regangan Teknik	Spesimen1	Spesimen2	Spesimen3
1	Tegangan Teknik (σ yield),kg/mm ²	40,19	32,97	45,00
2	Tegangan Teknik (σ Max),kg/mm ²	45,72	42,60	50,00
3	Tegangan Teknik (σ Putus),kg/mm ²	38,18	36,01	47,50
4	Regangan Teknik (ε yield)	15%	07%	13%
5	Regangan Teknik (ε Max)	22%	15%	22%
6	Regangan Teknik (ε Putus)	23%	17%	23%



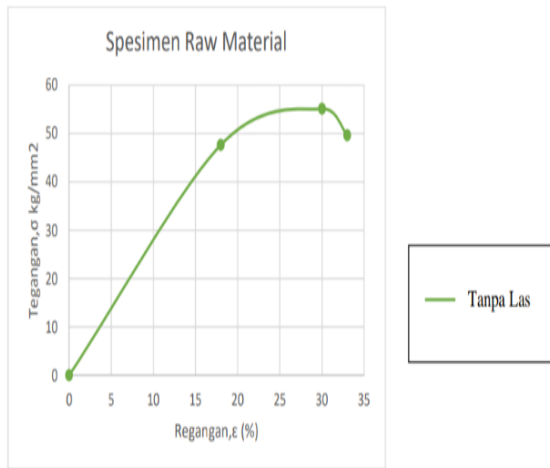
Gambar 12. Grafik Tegangan dan Regangan 25A

Tabel 8. Data Hasil Uji Tarik Raw Material

NO	Data Spesimen Tanpa Las	Spesimen 1
1	Panjang awal (L ₀), mm	60
2	Panjang akhir (L _f), mm	75
3	Pertambahan pajang (ΔL _{total}),mm	15
4	Luas penampang mula-mula (A ₀), mm	152
5	Beban Yield (P _y),Kg	7243,2
6	Beban Ultimate (P _u), Kg	8375
7	Beban Putus (P _{pts}), Kg	7545
8	ΔL (yield), mm	11
9	ΔL (max), mm	18
10	ΔL (putus), mm	20

Tabel 9. Tegangan Dan Regangan Raw Material

No	Tegangan dan Regangan Teknik	Spesimen 1
1	Tegangan Teknik (σ yield),kg/mm ²	47,65
2	Tegangan Teknik (σ Max),kg/mm ²	55,10
3	Tegangan Teknik (σ Putus),kg/mm ²	49,64
4	Regangan Teknik (ε yield)	18%
5	Regangan Teknik (ε Max)	30%
6	Regangan Teknik (ε Putus)	33%



Gambar 13. Grafik Tegangan dan Regangan Raw Material

Tabel 10. Analisa Uji Tarik

No	Variasi Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik Maksimum (UTS), Kg/mm ²	Rata-Rata
1	Tanpa Las	1	55,10	55,10
2	15A	1	43,57	43,75
		2	43,27	
		3	44,41	
3	20A	1	47,37	44,7
		2	48,52	
		3	37,99	
4	25A	1	45,75	46,12
		2	42,60	
		3	50,00	
		4	46,12	

Untuk menentynkan sifat-sifat mekanis dari sampel dapat digunakan pengujian *Tensile Strangth* dari sampel pipa baja karbon ASTM A106 sebagai sampel uji. Hasil tensile yang dihasilkan keuletan dan parameter kekuatan yang di tunjukan dengan presentase perpanjangan dan redukasi penampang. data hasil pengujian yang diperoleh kemudian dimasukan kedalam persamaan yang ada. Data tersebut dapat di lihat dari tabel di atas nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi tanpa pengelasan dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 55,10 kg/mm², sedangkan nilai maksimum kekuatan tarik pada variasi arus pengelasan (15A, 20A dan 25A) terdapat pada variasi arus 25A dengan nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 46,12

kg/mm², dan untuk nilai kekuatan tarik maksimum terendah terdapat pada variasi arus 15A dengan nilai kekuatan tarik sebesar maksimum 43,75 kg/mm². Jadi analisa yang dapat di ambil dari data hasil uji tarik semakin besar arus pengelasa dapat meningkatkan kekuatan tarik maksimum pada material ASTM A106 hasil pengelasan MIG

Hasil Pengujian KeKerasan Rockwell

Tabel11. Hasil Uji Kekerasan Spesimen1(15 A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 1 15A	C1	150 kg	Diamond Cone	58	56,7
	B1			59	
	A1			57	
	A0			56,5	
	A2			53	
	B2			57	
	C2			56,5	

Tabel12. Hasil Uji Kekerasan Spesimen 2 (15A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 2 Arus 15A	C1	150 kg	Diamond Cone	57	57
	B1			60	
	A1			57,5	
	A0			57	
	A2			54	
	B2			58	
	C2			55,5	

Tabel13. Hasil Uji Kekerasan Spesimen 3 (15A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 3 Arus 15A	C1	150 kg	Diamond Cone	57,5	57
	B1			60	
	A1			55	
	A0			57,5	
	A2			55	
	B2			57,5	
	C2			57,5	

Tabel 14. Hasil Uji kekerasan Spesimen 1 (20A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 1 Arus 20A	C1	150 Kg	Diamond Cone	59,5	59,4
	B1			60	
	A1			60,5	
	A0			59	
	A2			60	
	B2			58	
	C2			59	

Tabel 17. Hasil Uji kekerasan Spesimen 1 (25A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 1 Arus 25A	C1	150 kg	Diamond Cone	60	60,6
	B1			62,5	
	A1			61	
	A0			61	
	A2			58	
	B2			62	
	C2			60	

Tabel 15. Hasil Uji Kekerasan Spesimen 2 (20A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 2 Arus 20A	C1	150 kg	Diamond Cone	58,5	59
	B1			60	
	A1			59	
	A0			58	
	A2			58	
	B2			59,5	
	C2			60	

Tabel 18. Hasil Uji Kekerasan Spesimen 2 (25A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 2 Arus 25A	C1	150 kg	Diamond Cone	57	57,9
	B1			58,5	
	A1			57	
	A0			58	
	A2			56,5	
	B2			58,5	
	C2			60	

Tabel 16. Hasil Uji kekerasan Spesimen 3 (20A)

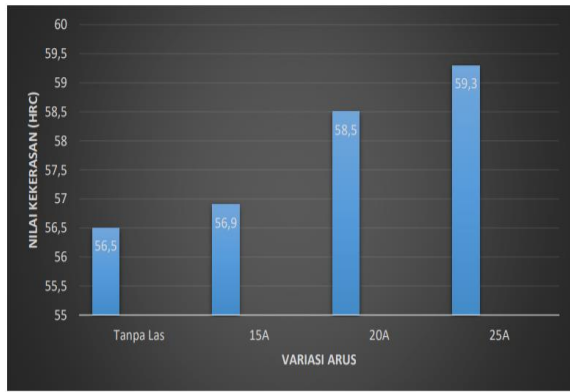
Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 3 Arus 20A	C1	150 kg	Diamond Cone	61	57,2
	B1			57	
	A1			56	
	A0			56	
	A2			55,5	
	B2			55,5	
	C2			59,5	

Tabel 19. Hasil Uji Kekerasan Spesimen 3 (25A)

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Spesimen no 3 Arus 25A	C1	150 KG	Diamond Cone	58	59,4
	B1			59	
	A1			59	
	A0			59,5	
	A2			60,5	
	B2			61,5	
	C2			58,5	

Tabel 20. Hasil Uji kekerasan Raw Material

Spesimen	Titik	Beban (kg)	Indentor	Kekerasan (HRC)	Rata-Rata (HRC)
Tanpa Las	A	150 kg	Diamond Cone	56,5	56,5
	B			56,5	
	C			56,5	



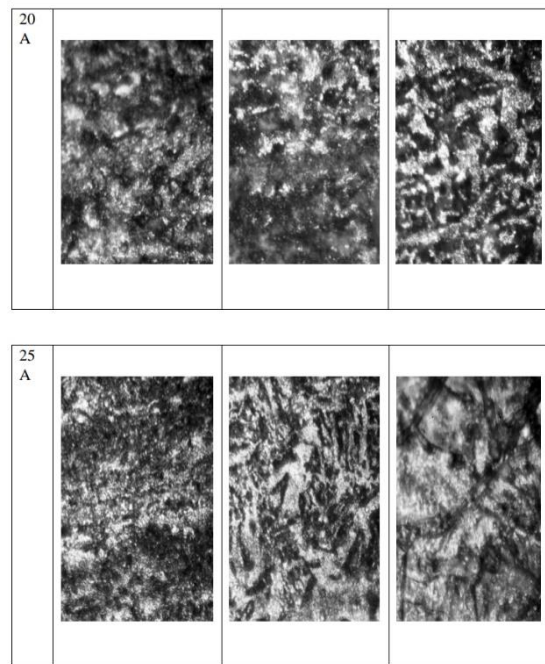
Gambar 14. Grafik Nilai Kekerasan Pada Baja Karbon ASTM A106 Pengelasan MIG Dengan Variasi Arus

Pengujian nilai kekerasan bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada benda uji dari beberapa bagian spesimen sehingga didapatkan nilai kekerasan Rockwell (HRC) dari setiap spesimen yang di uji. Dari gambar grafik hasil pengujian kekerasan rockwell (HRC) dapat diketahui bahwa nilai kekerasan untuk raw material memiliki nilai kekerasan sebesar 56,5 HRC, nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen dengan variasi arus 15A dengan rata-rata nilai kekerasan 59,3 HRC, dan nilai tertinggi terdapat pada variasi arus 25A dengan rata-rata nilai kekerasan 59,3 HRC.

Struktur Mikro

Berikut merupakan foto hasil pemotretan pengujian struktur mikro :

Variasi Arus	Spesimen		
	Base Metal	HAZ	Weld Metal
Tanpa Las			
15A			



Pada Struktur mikro menggunakan metode point count, dengan membagi beberapa foto struktur mikro menjadi beberapa bagian kemudian menghitung jumlah fasa pada foto struktur mikro tersebut dengan persamaan sebagai berikut : NB : foto struktur mikro di bagi menjadi 100 bagian/kotak

$$\% \text{ Fasa Gelap} = \frac{\text{Jumlah Fasa gelap}}{\text{Jumlah Total Bagian/kotak}} \times 100\%$$

Tabel 21. Persentase Struktur Mikro

Variasi Arus	Base Metal		HAZ		Weld Metal	
	Pearlite	Ferrite	Pearlite	Ferrite	Pearlite	Ferrite
Tanpa Las	59,5%	40,5%				
15A	69,5%	30,5%	65%	35%	60%	40%
20A	61%	39%	56,5%	43,5 %	58,5%	41,5%
25A	71%	29 %	54,5%	45,5%	58%	42%

Dari Tabel di atas dapat diketahui khususnya pada bagian weld metal persentase ferrit terendah terdapat pada variasi arus 15A dengan persentase 60% pearlite dan 40% Ferrite, dan persentase ferrite tertinggi terdapat pada variasi arus 25A dengan persentase 58% Pearlite dan 42% ferrite.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian variasi arus pengelasan MIG pada pipa baja karbon ASRM A106 terhadap sifat mekanis dan struktur mikro dengan menggunakan elektroda ER70s-6, dapat diambil beberapa simpulan meliputi :

1. Nilai tertinggi pada kekuatan Tarik maksimum diperoleh pada specimen dengan variasi arus 25A dengan rata-rata nilai kekuatan Tarik 46,12 kg/mm², lalu nilai terendah yang diperoleh adalah 43,75 kg/mm² pada specimen arus 15A. Nilai rata-rata untuk kekerasan tertinggi adalah senilai 59,3 HRC pada specimen 25A dan nilai kekerasan terendah senilai 56,9 HRC pada specimen 15A. Hasil pengujian Tarik dan kekerasan menunjukkan hubungan berbanding lurus, semakin besar nilai kekerasannya semakin tinggi nilai kekuatan Tarik maksimum yang dihasilkan. Dari Analisa di atas maka semakin besar arus pengelasan maka semakin meningkat sifat ketangguhan pada material ASTM A106 hasil pengelasan MIG
2. Nilai persentase ferrite terbesar adalah 42% pada specimen 25A dan nilai terendah adalah sebesar 40% pada specimen 15A pada bagian weld metal. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan peningkatan pertumbuhan fasa ferrite terjadi pada specimen dengan variasi arus 25A. Jadi dapat disimpulkan variasi arus dapat mempengaruhi pertumbuhan fasa ferrite dan semakin besar arus pengelasan semakin meningkat pertumbuhan fasa ferrite.

Supaya pada penelitian selanjutnya mengenai pengaruh variasi arus pengelasan

MIG pada pipa baja karbon ASTM A106 terhadap sifat mekanik tensile strength dan struktur mikro serta kekerasan dapat lebih baik, maka penulis menyarankan

1. Pemilihan variasi arus pengelasan MIG sebaiknya jarak antar variasi arus satu sama lain lebih diperbesar agar perbedaan hasil yang diperoleh terlihat signifikan
2. Untuk pemilihan specimen yang akan diuji sebaiknya dicek terlebih dahulu khususnya pada bagian weld metal apakah ada bagian yang tidak tersambung secara sempurna sehingga Ketika dilakukan pengujian hasil yang diperoleh dapat maksimal

PENGHARGAAN

Penghargaan dan ucapan terimakasih terhadap kedua orang tua yang selalu mendoakan dan senantiasa selalu memberi dukugan dan bantuan terhadap kami, Serta tak lupa kami ucapkan terima kasih terhadap kepada bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku dosen pembimbing kami yang telah membimbing kami dalam penyelesaian tugas akhir ini.

REFERENSI

- (Laksono, 2. S. (2004). *Test Pieces for Tensile Test for Metalic Materials, JIS Z 2201. JIS Handbook, Ferrous Materials and Metallurgy, p.227. Japanese: JIS Handbook, Ferrous Materials and Metallurgy, p.227.*
- Asrul, A. K. (2018). *Analisis kekuatan sambungan las metal inert gas (MIG) pada logam aluminium paduan AA6063 dengan variasi arus listrik. Teknik Mesin" TEKNOLOGI", 18(1 Apr).*

- Callister, W. a. (2018). *Materials science and engineering: an introduction (Vol. 9)*. New York: New York: Wiley.
- Dieter, G. a. (1976). *Mechanical metallurgy (Vol. 3)*. New York: New York: McGraw-hill.
- Joko, S. (2006). *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Laksono, H. a. (2013). *Analisa hasil pengelasan gesek pada sambungan sama jenis baja ST 60 dan sama jenis AISI 201*. JURNAL TEKNIK MESIN 1(4),PP.46-53.
- Naufal, S. B. (2021). *Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Tarik Baja ST 40*. Jurnal Teknik Perkapalan, 9(2), pp.191-198.
- Prayitno, D. H. (2018). *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Lasan pada Baja ASTM A316*. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 3(1), pp.1-6.
- Sugestian, M. (2019). *ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW VERTICAL HORIZONTAL DOWN HAND PADA PLATE BAJA JIS 3131SPHC DAN STAINLESS STEEL 201 DENGAN APLIKASI PENYANGGA PILES TRANSFER DI MESIN THERMOFORMING (STACKING UNIT)*. Malang: Doctoral disertasi Institut teknologi nasional malang.
- Wicaksono, A. E. (2021). *ANALISIS PENGARUH PERBEDAAN POSISI PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LAS SMAW MENGGUNAKAN MATERIAL ST37*. Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek), 3(2), pp.17-24.