



## **ANALISIS PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO DENGAN PENGELASAN SMAW PADA BAJA ASTM A36**

**Fakhrul Roziq, Maula Nafi, S.T., M.T.**

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

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

email: [fakhrulroziq56@gmail.com](mailto:fakhrulroziq56@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pengelasan adalah suatu sambungan metalurgi dalam penyambungan logam atau paduan yang dilakukan dalam keadaan cair atau cair. Definisi ini dapat digunakan untuk menjelaskan lebih lanjut bahwa pengelasan adalah penyambungan lokal dua atau lebih batang logam dengan menggunakan energi panas. Menurut AWS (*American Welding Society*), proses pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam dengan cara memanaskan material yang digunakan sampai pada suhu pemanasan tertentu dengan penekanan atau tidak penekanan dan dengan logam atau non logam pengisi.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengelasan SMAW menggunakan baja ASTM A36 dengan memvariasikan arus dan media pendingin. Kuat arus yang bervariasi adalah 85 A, 95 A, dan 105 A, serta media pendinginnya juga bervariasi. Air, minyak, dan minyak ringan dapat digunakan dengan elektroda E.7018 pertama digunakan untuk mengumpulkan data sampel menggunakan data yang dikumpulkan atau disurvei. Itu digunakan dalam penelitian sebagai panduan. Metode status kemudian menganalisis sifat-sifat sampel yang dipilih dan menguji kekuatan tarik dan struktur mikro hasil pengelasan. Yang ketiga adalah metode evaluasi yang mengevaluasi data yang diperoleh untuk memastikan diperoleh hasil yang maksimal.

Hasil studi uji tarik baja ASTM A36 adalah nilai kekuatan tertinggi yaitu rata-rata nilai tegangan maksimum 52,31 kg/mm<sup>2</sup> perubahan intensitas arus menggunakan media pendingin air dan nilai tegangan terendah yaitu rata-rata nilai tegangan maksimum 42,18 Variasi intensitas arus akibat kg/mm<sup>2</sup> media pendingin surya adalah 85 A. Begitu pula untuk pengujian struktur, nilai ini diperoleh dari perhitungan ukuran butir pada area logam las dengan nilai ukuran butir maksimum 11,2 dengan ukuran butir 0,0112 mm pada arus 85A menggunakan media pendingin surya dan hasilnya . Jumlah butir juga ditentukan. Ukuran minimal 6,7 dan ukuran partikel 0,0067 mm pada arus 105 A dengan menggunakan media pendingin air. Artinya pembesaran butir menyebabkan penurunan nilai kekuatan material .

**Kata kunci :** Pengelasan SMAW, Media Pendingin, Kuat Arus

### **ABSTRACT**

*Welding is a metallurgical connection in which metals or alloys are joined in a molten or liquid state. This definition can be used to further explain that welding is the local joining of two or more metal rods using heat energy. According to AWS (American Welding Society), the welding process is the process of joining metals or non-metals by heating the materials*

used to a certain heating temperature with pressing or not pressing and with metal or non-metal fillers.

The method used in this research is SMAW welding using ASTM A36 steel by varying the current and cooling medium. The varying current strengths are 85 A, 95 A, and 105 A, and the cooling media also varies. Air, oil, and light oil can be used with the E.7018 electrode first used to collect sample data using the collected or surveyed data. It is used in research as a guide. The status method then analyzes the properties of the selected samples and tests the tensile strength and microstructure of the weld results. The third is an evaluation method that releases the data obtained to ensure maximum results are obtained.

The results of the ASTM A36 steel tensile test study are the highest strength value, namely the average maximum stress value of 52.31 kg/mm<sup>2</sup>, changes in current intensity using air cooling media and the lowest stress value, namely the average maximum stress value of 42.18. Variation in current intensity due to kg /mm<sup>2</sup> solar cooling media is 85 A. Likewise for structural testing, this value is obtained from calculating the grain size in the weld metal area with a maximum grain size value of 11.2 with a grain size of 0.0112 mm at a current of 85A using solar cooling media and the results . The number of items is also determined. Minimum size 6.7 and particle size 0.0067 mm at a current of 105 A using air cooling media. This means that the grain height causes a decrease in the strength value of the material.

**Keywords:** SMAW welding, cooling media, current strength.

## PENDAHULUAN

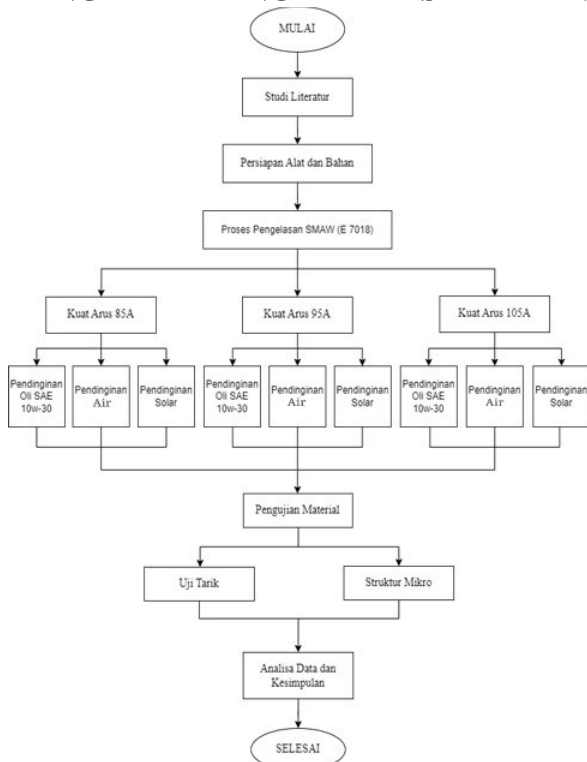
Dalam industri, proses pengelasan merupakan salah satu operasi yang paling umum digunakan dalam bidang konstruksi. Pengelasan sering digunakan untuk menyambung bahan logam dan untuk memperbaiki perkakas logam atau baja tahan karat. Cakupan penerapan teknologi pengelasan dalam konstruksi sangat luas, mulai dari kapal, jembatan, rangka baja, saluran pipa, dll. Teknologi pengelasan busur dengan menggunakan elektroda pangkuan banyak digunakan untuk menyambung batangan pada bangunan baja dan struktur mekanis. Pengelasan adalah cara yang efisien dan efektif untuk mencapai tujuan desain. Oleh sebab itu, pembentukan yang akan dilas dan pola pengelasan harus memperhatikan kesesuaian antara karakter mekanik dan fisik benda yang akan dilas dengan keunggulan serta keadaan lokal struktur tersebut.

Prosedur pengelasan yang umum digunakan dalam bidang konstruksi dan industri adalah pengelasan logam disebut juga pengelasan SMAW (shielded metal arc weld) atau pengelasan busur, dimana proses pengelasan tersebut menggunakan panas untuk melelehkan logam dasar. Variasi bahan dan elektroda E 7018 memiliki diameter 2,6

mm, mengandung sekitar 25 hingga 40% serbuk besi, yang biasa digunakan pada mesin las AC dan DC, dan merupakan jenis hidrogen rendah yang memungkinkan pengelasan di semua posisi. Hal ini dikarenakan proses pengelasan SMAW lebih efisien dan mudah digunakan pada setting/posisi pengelasan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik dan menganalisis butiran mikrostruktur baja ASTM A36.

Oleh karena itu dilakukan penyelidikan terhadap variasi intensitas arus. Dalam hal ini, gunakan sudut pantat berbentuk V dengan diameter 60°. Variasi arus yang penulis gunakan adalah 85A, 95A, dan 105A, serta pendinginnya adalah oli, air, dan solar SAE 10W-30. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat material baja ASTM A36 melalui uji tarik buat mengetahui kuat tarik baja dan melalui struktur mikro buat mengetahui berukuran butir yg nantinya mensugesti kekuatan baja tadi.

## LANGKAH - LANGKAH EKSPERIMEN



Gambar 1. Flowchart penelitian

Langkah pertama diawali dengan penemuan ide dan pemikiran untuk melaksanakan penelitian yang dilatarbelakangi oleh pengujian tarik dan mikrostruktur sampel baja ASTM A36. Selanjutnya untuk menentukan kuat tarik dan ukuran butir mikrostruktur sampel baja ASTM A36, berdasarkan saran dan nasehat pembimbing mengenai hasil proses pengelasan dan pendinginan dengan menggunakan variasi dan variabel yang berbeda. Selanjutnya dilakukan studi literatur Jurnal-jurnal yang tercantum dalam flowchart penelitian ini merupakan jurnal-jurnal yang dijadikan acuan dalam penulisan makalah. Jurnal ini menjadi acuan dan landasan penelitian dalam penyusunan makalah ini. Untuk penelitian ini, penulis mendapat referensi dari Azwinul, Saifuddin A.Jalil, dan Asmaul Husna, jurusan teknik mesin Universitas Teknologi Negeri Roksmawe, Banda Aceh. Judul ini membahas tentang pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik proses pengelasan SMAW. Penulis memodifikasi jurnal ini untuk menganalisis pengaruh perubahan arus dan

media pendingin terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada pengelasan SMAW baja ASTM A36.

### Persiapan Bahan

Bahan yang dipergunakan yaitu Baja ASTM A36, berukuran yg digunakan buat proses pengelasan yaitu sebesar 220mm (P) x 110 (L) menggunakan ketebalan 10mm menggunakan total jumlah 9 plat.



Gambar 2. Spesimen material pengelasan Proses Pengelasan

Proses pengelasan ini dibutuhkan 3 kuat arus yaitu 85A, 95, 105A. Dengan elektroda menggunakan E.7018 dengan diameter  $\varnothing$  2,6 mm. Berikut tahapan yang akan dilakukan :

1. Menyiapkan mesin las SMAW sesuai dengan pemasangan polaritas.
2. Menyiapkan spesimen uji / material baja yang akan dilas.
3. Kampuh yang akan digunakan yaitu jenis kampuh V menggunakan variasi sudut  $60^\circ$  dan bercelah 3mm.
4. Posisi untuk Pengelasan kali ini dimulai dengan cara tack weld agar spesimen uji tetap berada pada posisinya.



Gambar 3. Tack weld untuk material

5. Posisi pengelasan dalam pengelasan ini menggunakan posisi 1G / Mendatar.

6. Menyiapkan elektoda E 7018 untuk spesimen baja ASTM A36.
7. Selanjutnya kabel penjepit negatif (-) dari mesin las SMAW ditempatkan pada material dasar dan kabel penjepit (+) dipasangkan dengan elektroda, hidupkan mesin las SMAW dan melakukan proses pengelasan spesimen, pada saat ujung elektroda digoreskan dipermukaan benda kerja dipastikan elektroda dalam keadaan meleleh.
8. Kuat arus yang akan digunakan yaitu 85A, 95A, dan 105A.
9. Setelah melakukan proses pengelasan, lalu benda kerja didinginkan dengan Oli SAE 10w-30, Air, Solar.

*Proses Pendinginan*

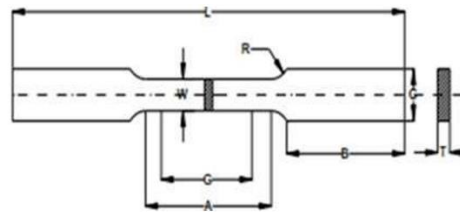
Proses yang dilakukan pada pendinginan setelah dilakukannya proses pengelasan yaitu :

1. Sesudah dilakukan proses pengelasan spesimen uji didiamkan selama 1 menit.
2. Menyiapkan tempat untuk media pendinginan.
3. Spesiemen uji dimasukan ke wadah yang telah diisi media pendingin Oli SAE 10w-30, Air, Solar.
4. Ditunggu sampai baja mendingin dengan sempurna dengan durasi waktu yang menyesuaikan waktu lamanya proses pendinginan pada setiap variasi media pendingin.
5. Lalu Angkat dan diamkan Spesiemen Uji dari wadah media pendingin.



Gambar 4. Media Pendingin Pembentukan spesimen

Setelah melakukan proses pengelasan, selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen untuk melakukan ketahap selanjutnya yaitu tahap pengujian spesimen. Untuk melakukan pembuatan spesimen dibutuhkan 30 spesimen untuk melanjutkan pengujian tarik dan 9 spesimen untuk melakukan uji struktur mikro.



Gambar 5. Standart untuk ASTM E8

Tebal plat (mm)	W (mm)	L (mm)	A (mm)	R (mm)
10	12,5	200	82	12,5

*Pengujian Spesimen*

Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik, dan uji struktur mikro. Melakukan pengujian ini pada spesimen yang telah dilakukan pengelasan.

*Pengujian Tarik*

Berikut Langkah – langkah pada uji Tarik :

1. Menyiapkan spesimen yang dilakukan untuk proses pengujian tarik
2. Menyiapkan Komputer guna untuk melihat data dari pengujian Tarik.

3. Benda uji dijepitkan pada ragum yang ada pada mesin pengujian Tarik,
4. Pastikan spesimen terjepit dengan rapat sehingga tidak terlepas dan terjadi kesalahan disaat dalam proses pengujian .
5. Menyalakan mesin uji tarik.
6. Menon-aktifkan mesin uji tarik disaat spesimen patah.
7. Mencatat hasil nilai dari pengujian tarik
8. Melepas spesimen dari cekaman mesin uji tarik dan menandai spesimen sesuai ampere yang ditentukan.
9. Terakhir yaitu membersihkan alat uji.



Gambar 6. Mesin pada Uji Tarik

#### *Pengujian Stuktur Mikro*

Berikut Langkah – langkah pada Uji Struktur Mikro :

1. Memotongi sample bahan sebelum melakukan Uji Metalografi.
2. Menggosok kasar menggunakan kertas ampelas no. 200-2000 dengan satu arah ke permukaan baja yang diteliti.
3. Memeriksa permukaan sample sampai terlihat licin tersebut dibawah ke mikroskop untuk pastikan apakah pekerjaan-pekerjaan sebelumnya telah dilakukan benar sehingga permukaan logam benar-benar telah memenuhi syarat untuk melakukan etsa yang harus dinyatakan telah siap oleh asisten.
4. Mengetsa permukaan yang sudah memenuhi syarat dengan bahan etsa.

5. Meletakkan permukaan sample yang sudah dietsa tersebut dibawah mikroskop optik menggunakan pembesaran yang ditentukan.
6. Memotret/memfoto hasil struktur mikro.
7. Foto-foto struktur mikro kemudian diteliti.



Gambar 7. Mikroskop Optik pada Uji Struktur Mikro

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### *Hasil Pengujian Tarik*

Data – data

Pengelasan :

Jenis bahan : Plat baja karbon rendah  
ASTM A36

Tebal plat : 10mm

Bentuk alur /  
kampuh : Kampuh V 60° (*Single*)

Posisi pengelasan : 1G (Mendatar)

Merk mesin las : *Focus*

Arus mesin las : 400A

Polarity mesin las : AC

Jenis elektroda : E - 7018

Diameter elektroda : Ø 2,6mm

Arus pengelasan : 85A, 95A, 105A  
 Media Pendingin : Solar, Oli, Air

Tabel 1. Ukuran Spesimen Uji Tarik Raw Material

No.	Keterangan	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Lebar Beban <i>i</i> (mm)	12,5	12,5	12,5
2	Tebal Beban <i>t</i> (mm)	10	10	10
3	Panjang Awal <i>L<sub>0</sub></i> (mm)	200	200	200
4	Panjang Akhir <i>L<sub>f</sub></i> (mm)	241,72	239,74	228,98
5	Pertambahan Panjang $\Delta L$ (mm)	41,72	39,74	28,98
6	$\Delta L$ (Yield) (mm)	3,95	4,61	3,73
7	$\Delta L$ (Max) (mm)	16,03	16,47	16,3
8	$\Delta L$ (Putus) (mm)	41,72	39,74	27,88
9	Beban Luluh ( <i>Yield Point</i> ) (Kg)	5072,80	5168,40	4384,40
10	Beban Maksimum ( <i>Ultimate Stenght</i> ) (Kg)	6649,60	6590,60	6524,00
11	Beban Putus ( <i>Fracture</i> ) (Kg)	4637,40	4566,80	4387,80

**Luas Penampang**

$$A_0 = t \times i = 10\text{mm} \times 12,5 \text{ mm} = 125 \text{ mm}^2$$

**Tegangan**

$$\sigma_{(y)} = \frac{P_y}{A_0} = \frac{5072,80}{125 \text{ mm}^2} = 40,58 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{(Max)} = \frac{P_{Max}}{A_0} = \frac{6649,60}{125 \text{ mm}^2} = 53,19 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{(Pts)} = \frac{P_{Pts}}{A_0} = \frac{4637,40}{125 \text{ mm}^2} = 37,09 \text{ kg/mm}^2$$

**Regangan**

$$\epsilon_{(y)} = \frac{\Delta L_y}{L_0} \times 100 \% = \frac{203,95 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 1,97 \%$$

$$\epsilon_{(Max)} = \frac{\Delta L_{Max}}{L_0} \times 100 \% = \frac{216,03 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 8,01\%$$

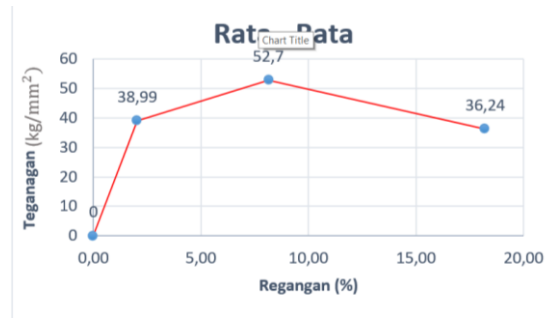
$$\epsilon_{(Pts)} = \frac{\Delta L_{Pts}}{L_0} \times 100 \% = \frac{241,72 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 20,86\%$$

Tabel 2. Data Hasil Untuk Tegangan Dan Regangan Pengujian Tarik Raw Material

Spesimen	Tegangan (kg/mm <sup>2</sup> )			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	40,58	53,19	37,09	1,97	8,01	20,86
2	41,34	52,72	36,53	2,30	8,23	19,87
3	35,07	52,19	35,10	1,86	8,15	13,94

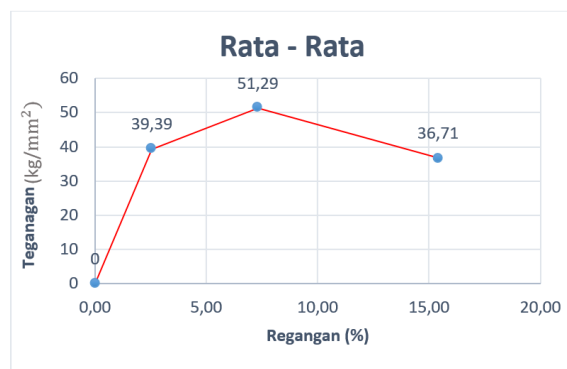
Tabel 3. Data Rata – Rata Tegangan Dan Regangan Spesimen Raw Material

No	Keterangan	Tegangan (kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)
1	Yield	38,99	2,04
2	Maksimum	52,7	8,13
3	Putus	36,24	18,22

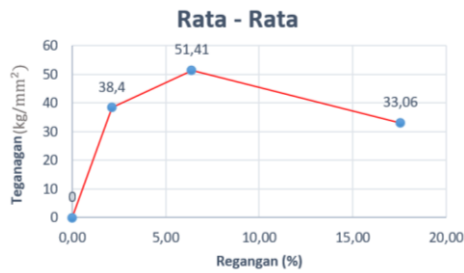


Gambar 8. Grafik Tegangan dan Regangan pada Spesimen Raw Material

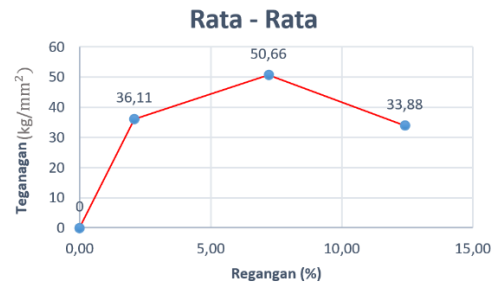
Hasil untuk perhitungan dari Gambar 8, nilai tegangan maksimum paling tinggi yaitu berada pada spesimen 1 dengan tegangan maksimum 53,19 kg/mm<sup>2</sup> dengan nilai regangan maksimal 8,01 %. Untuk nilai tegangan maksimal paling rendah berada pada spesimen 3 dengan nilai tegangan maksimal 52,19 kg/mm<sup>2</sup> dengan nilai regangan maksimal 8,15 %. Dan nilai rata – rata tegangan maksimum raw material adalah 52,7 kg/mm<sup>2</sup> dengan regangan maksimum 8,13 %.



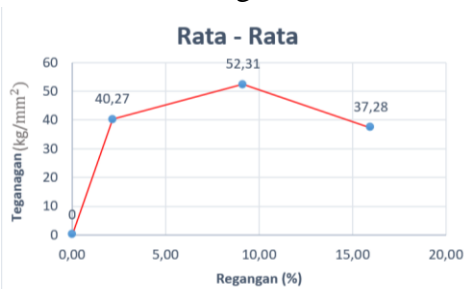
Gambar 9. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 85A Media Pendingin Air



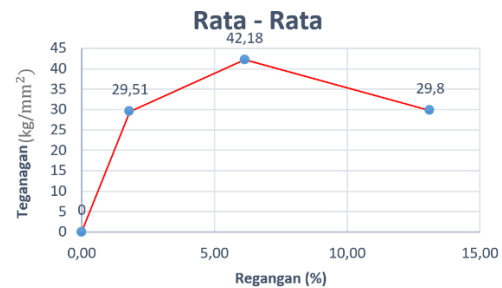
Gambar 10. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 95A Media Pendingin Air



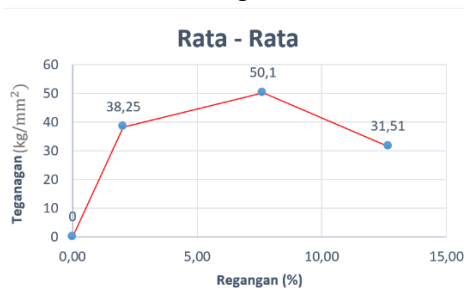
Gambar 14. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 105A Media Pendingin Oli



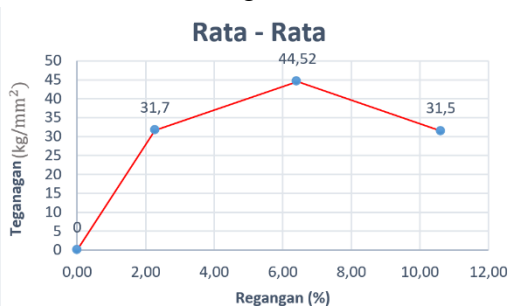
Gambar 11. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 105A Media Pendingin Air



Gambar 15. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 85A Media Pendingin Solar



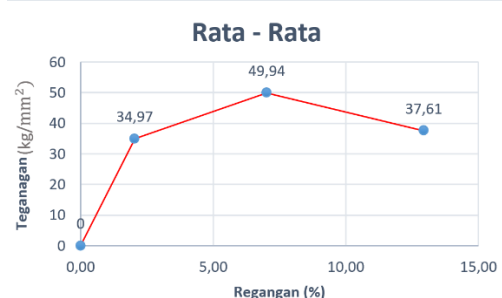
Gambar 12. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 85A Media Pendingin Oli



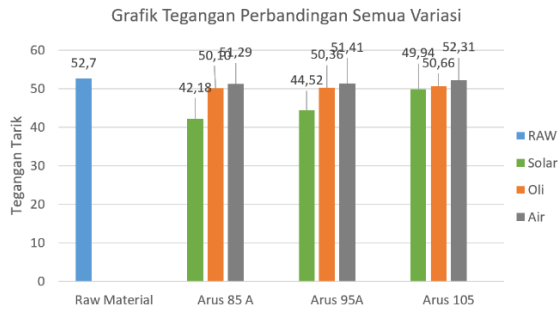
Gambar 16. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 95A Media Pendingin Solar



Gambar 13. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 95A Media Pendingin Oli



Gambar 16. Grafik Tegangan dan Regangan pada Variasi Pengelasan Arus 95A Media Pendingin Solar



Gambar 17. Grafik Perbandingan untuk Semua Variasi

Gambar 17 menunjukkan bahwa proses pengelasan mempengaruhi hasil tarik material ketika intensitas arus dan media pendingin divariasikan. Dari data diatas nilai uji tarik maksimum media pendingin air untuk variasi arus 105 A diperoleh nilai tarik maksimum rata-rata sebesar 52,31 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan sebesar 9,14%. Dan nilai minimum diperoleh dengan variasi arus sebesar 85A buat media pendingin solar dengan nilai rata-rata tegangan maksimum sebanyak 42,18 kg/mm<sup>2</sup> serta nilai regangan sebesar 6,14%. Oleh itu, data grafik memberikan bahwa baja menjadi lebih lunak atau formability (sifat mampu di bentuk) naik.

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Tujuan berasal pengujian mikrostruktur ini adalah buat mengetahui akibat perubahan struktur butiran halus baja ASTM A36 setelah terselesaikan proses pengelasan di area logam las, HAZ, dan logam dasar. Pengambilan sampel dilakukan di dua area: logam las, HAZ, dan logam dasar. Untuk pemeriksaan metalografi ini, sampel mikrofotografi diambil dengan perbesaran mikroskop 1500x. Foto sampel struktur mikro baja ASTM A36 diambil, dan diperoleh hasil sebagai berikut

Pengukuran dan perhitungan besar butir dilakukan dengan menggunakan standart ASTM E – 112

$$G = [-6,646 \log L_3] - 3,298$$

Keterangan

$L_3 = 1/P_L$  = panjang garis perpotongan

$P_L = P / (L_T/M)$

Dimana

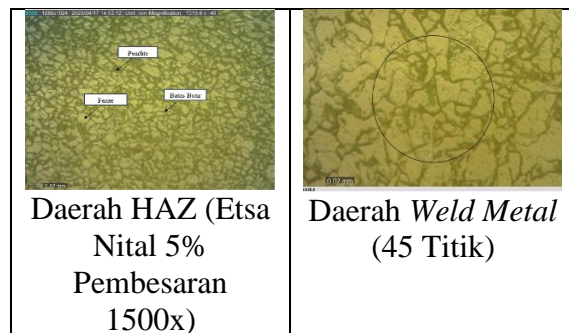
P = Jumlah titik potong batas butir dengan lingkaran

$L_T$  = Panjang garis total (Keliling lingkaran)

M = Perbesaran yang digunakan

Tabel 4. Grain Size Number (Ukuran Butir) ASTM E – 112

Grain Size No. $G$	$N_n$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{V}$ Average Diameter		$\bar{r}$ Mean Intercept		$N_n$
	No./in <sup>2</sup> at 100X	No./mm <sup>2</sup> at 1X	mm <sup>2</sup>	$\mu$ m <sup>2</sup>	mm	$\mu$ m	mm	$\mu$ m	
0	0.25	3.98	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0.5	0.50	7.95	0.1290	129032	0.3032	303.2	0.3200	320.0	3.12
1.0	1.00	15.90	0.0912	91209	0.3021	302.1	0.2891	289.1	3.72
1.5	1.51	23.85	0.0645	64516	0.2643	264.3	0.2263	226.3	4.42
2.0	2.00	31.80	0.0458	45820	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.5	2.50	39.75	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
3.0	3.00	47.70	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.5	3.50	55.65	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
4.0	4.00	63.60	0.0114	11405	0.1050	105.0	0.0951	95.1	10.51
4.5	4.50	71.55	0.0086	8065	0.0889	88.9	0.0800	80.0	12.50
5.0	5.00	79.50	0.0063	6703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.5	5.50	87.45	0.0046	4932	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.69
6.0	6.00	95.40	0.0034	3651	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.5	6.50	103.35	0.0025	2716	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
7.0	7.00	111.30	0.0018	2037	0.0379	37.9	0.0336	33.6	29.73
7.5	7.50	119.25	0.0013	1518	0.0319	31.9	0.0283	28.3	35.26
8.0	8.00	127.20	0.0010	1119	0.0267	26.7	0.0238	23.8	42.04
8.5	8.50	135.15	0.0007	820	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
9.0	9.00	143.10	0.0005	596	0.0189	18.9	0.0169	16.9	59.46
9.5	9.50	151.05	0.0004	437	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
10.0	10.00	159.00	0.0003	324	0.0133	13.3	0.0119	11.9	84.09
10.5	10.50	166.95	0.0002	236	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
11.0	11.00	174.90	0.0002	174	0.0094	9.4	0.0084	8.4	118.9
11.5	11.50	182.85	0.0001	127	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
12.0	12.00	190.80	0.0001	93	0.0067	6.7	0.0060	6.0	168.2
12.5	12.50	198.75	0.0001	68	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.0
13.0	13.00	206.70	0.0001	50	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.8
13.5	13.50	214.65	0.0001	37	0.0040	4.0	0.0035	3.5	282.8
14.0	14.00	222.60	0.0001	28	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.5	14.50	230.55	0.0001	21	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.0



Gambar 18. Pengujian pada struktur mikro arus 85A dengan media pendingin air

Analisa dari potret struktur mikro pada gambar 18 didapatkan data berikut :



$$P = 45 \text{ Titik}$$

$$M = 1500x$$

$$L_T = (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471$$

$$P_L = \frac{45}{(471/1500)} = 143,31 / \text{mm}$$

$$L_3 = \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{143,31} = 0,006$$

$$G = [-6,646 \log L_3] - 3,298$$

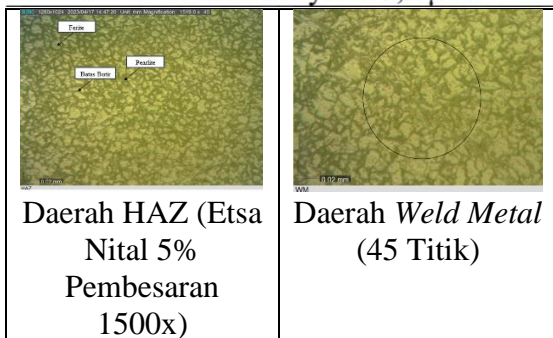
$$G = [-6,646 \log 0,006] - 3,298$$

$$= 11,468 \approx 11$$

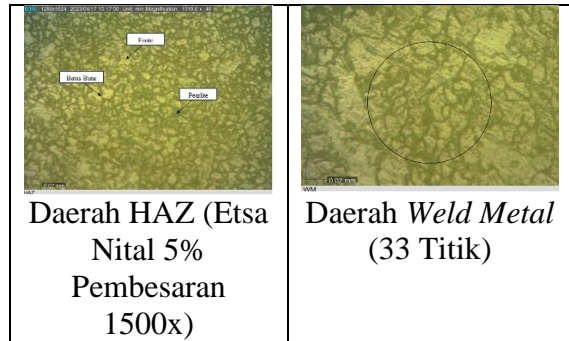
Semakin besar ukuran butiran maka semakin kecil diameter butiran yang dihasilkan. Silakan merujuk ke tabel *grain size number* butiran untuk informasi lebih lanjut. (Angka Besaran Butir) ASTM E – 112 dibawah ini.

Grain Size No. G	$N_n$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{D}$ Average Diameter		$\bar{r}$ Mean Intercept		$N_L$
	No./in <sup>2</sup> at 100X	No./mm <sup>2</sup> at 1X	mm <sup>2</sup>	µm <sup>2</sup>	mm	µm	mm	µm	
0.0	0.25	3.88	0.2591	258964	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91039	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.84	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.0	4.00	62.00	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
3.5	5.66	87.69	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.0080	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	176.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.67
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	982.00	0.00101	1008	0.0319	31.9	0.0285	28.5	35.36
7.5	90.51	1402.0	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0236	23.6	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.00050	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2852.0	0.00036	359	0.0189	18.9	0.0168	16.8	59.46
9.0	256.00	3968.0	0.00025	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.04	5611.6	0.00018	178	0.0133	13.3	0.0119	11.9	84.09
10.0	512.00	7928.0	0.00013	128	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.08	11263.2	0.00009	89.1	0.0094	9.4	0.0084	8.4	115.9
11.0	1024.00	15872.0	0.000063	63.0	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
11.5	1448.15	22444.4	0.000045	44.5	0.0067	6.7	0.0060	6.0	181.2
12.0	2048.00	31744.1	0.000032	31.5	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.0
12.5	2896.31	44892.9	0.000022	22.3	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.8
13.0	4096.00	63488.1	0.000016	15.9	0.0040	4.0	0.0035	3.5	262.8
13.5	5782.62	89785.8	0.000011	11.1	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.0	8192.00	126976.3	0.000008	7.9	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.0

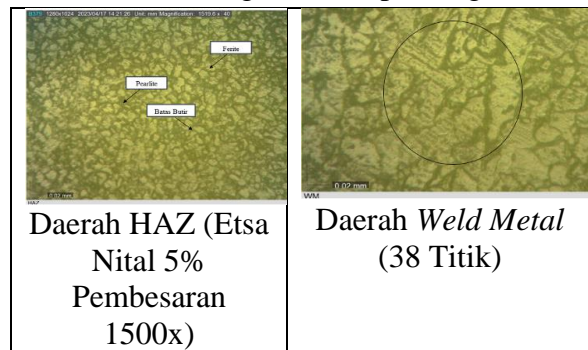
Bisa dilihat pada tabel *grain size number* ASTM E – 112 nilai dari hasil perhitungan besar butiran untuk material ASTM A36 dengan Arus 85A Dengan Media Pendingin Air diperoleh hasil nomor *grain size number* 11 dengan besar diameter butir 0,0079 mm jika dikonversikan ke µm maka nilai besar butir tersebut yaitu 7,9 µm.



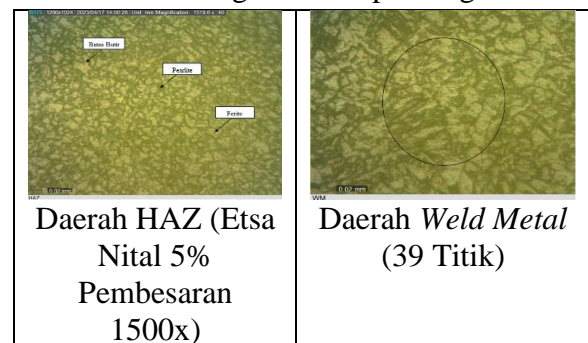
Gambar 19. Pengujian pada struktur mikro arus 95A dengan media pendingin air



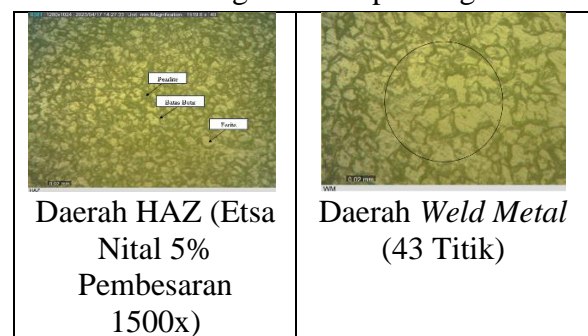
Gambar 20. Pengujian pada struktur mikro arus 105A dengan media pendingin air



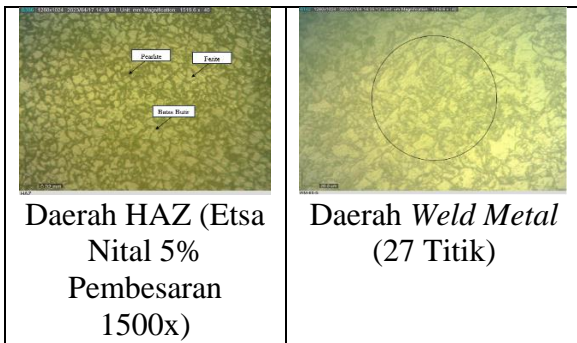
Gambar 21. Pengujian pada struktur mikro arus 85A dengan media pendingin oli



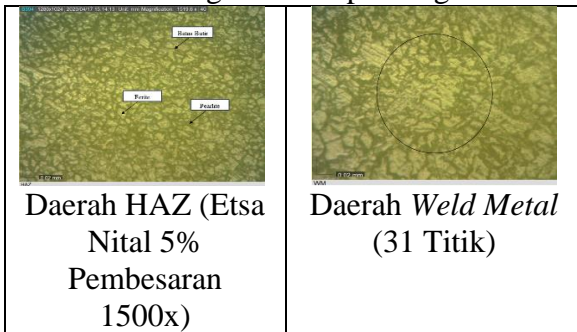
Gambar 22. Pengujian pada struktur mikro arus 95A dengan media pendingin oli



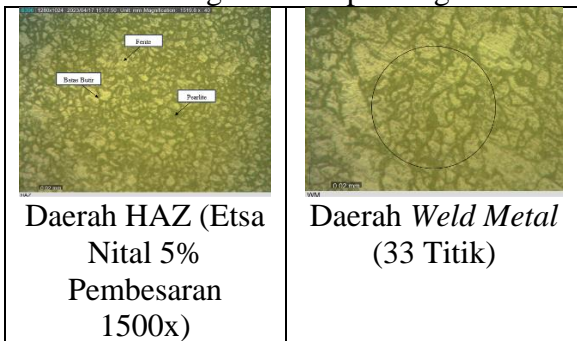
Gambar 23. Pengujian pada struktur mikro arus 105A dengan media pendingin oli



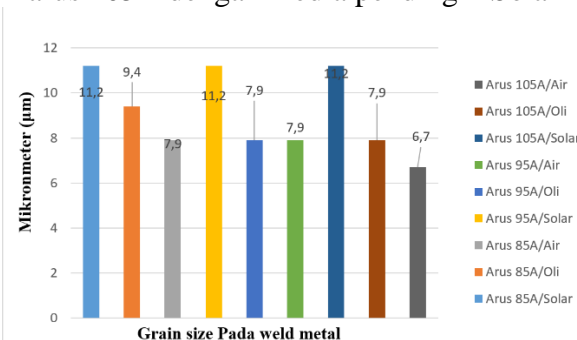
Gambar 24. Pengujian pada struktur mikro arus 85A dengan media pendingin Solar



Gambar 25. Pengujian pada struktur mikro arus 95A dengan media pendingin Solar



Gambar 26. Pengujian pada struktur mikro arus 105A dengan media pendingin Solar

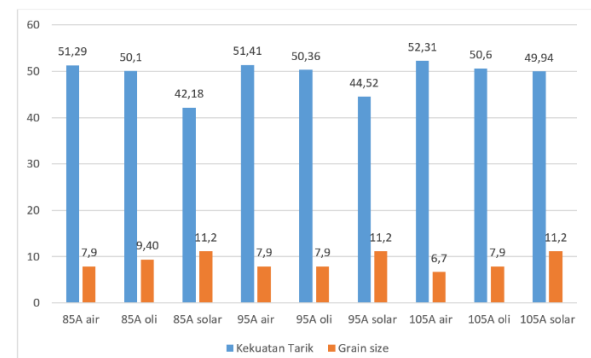


Gambar 27. Grafik Perbandingan besar butir untuk Weld Metal

Bisa dicermati pada grafik *grain size number* ASTM E – 112 nilai dari akibat perhitungan besar butiran buat material baja ASTM A36 di daerah *Weld Metal* menggunakan variasi kuat Arus 85A, 95A,

105A dan Media Pendingin Solar, Oli, dan Air memperoleh hasil angka *Grain size* paling besar yaitu 11,2 dengan besar diameter butir 0,0112 mm dan diperoleh juga hasil angka *Grain size* paling kecil 6,7 menggunakan akbar diameter buah yaitu 0,0067 mm. butir yg mengembang menyebabkan menurunnya nilai kekuatan buat material tadi.

*Hubungan Nilai Kekuatan Tarik Terhadap Struktur Mikro*



Gambar 28. Gambar Grafik Hasil Nilai Uji Tarik dan *Grain size*

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil analisa data diatas pengaruh kuat arus dan media pendingin pada pengelasan baja ASTM A36, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. hasil untuk pengujian Tarik, Dari data diatas nilai uji tarik maksimum media pendingin air untuk variasi arus 105 A diperoleh nilai tarik maksimum rata-rata sebesar 52,31 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai regangan sebesar 9,14%. serta nilai minimum diperoleh dengan variasi arus sebesar 85A buat media pendingin solar dengan nilai rata-homogen tegangan maksimum sebanyak 42,18 kg/mm<sup>2</sup> serta nilai regangan sebanyak 6,14%.

Dapat disimpulkan bahwa variasi arus dan media pendingin perlu disesuaikan dengan standar atau spesifikasi pengelasan.

2. Dari hasil pengujian struktur mikro, nilai ukuran butir baja ASTM A36 pada rentang logam las 85A, 95A, dan 105A perubahan intensitas arus menggunakan media pendingin menunjukkan angka ukuran butir maksimum sebesar 11,2 dengan ukuran butir 0,0112 mm; Selain itu diperoleh angka ukuran partikel minimal 6,7 dengan ukuran partikel 0,0067 mm. Butir yang membesar mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan pada material tersebut.

#### Saran

1. Gunakan alat keselamatan ketika proses pada saat pengelasan dan pengambilan sampel untuk mencegah terjadinya bahaya dan kecelakaan kerja pada saat melakukan proses pengelasan dan saat pengambilan sampel.
2. Pada saat penelitian ini perlu diperhatikan kondisi umum pemeriksaan mikrostruktur agar tidak terjadi kesalahan.

#### REFERENSI

- Alfatih & Rusmawan, 2014. Studi Pengaruh Arus dan Waktu Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Titik (*Spot Welding*) Logam Tak Sejenis. *ASME SECTION IX 2021 Welding, Brazing, and fusing Qualificatoins.*:ASME BPVC.IX NO 194. .
- ASTM International* (E8/E8M-04). 2010. *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials*. United States Of American.
- AWS (*American Welding Society*) An American Nation Standart D1.1, 2015, Structural Welding Code – Steel.
- Chandra & Pamudya, 2013. *Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Pengelasan Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Sambungan Las Titik 3 Lapis Baja Tahan Karat Dengan Kandungan Nikel Yang Berbeda*. Jurnal Teknik Mesin UMS.
- Kurniawan, Nurcahyo., 2017. *Pengaruh Variasi Besar Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Kekuatan Tarik Material Baja SS 400 Dengan Metode SMAW*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Romadhoni, I. F., 2021. Studi Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik dan Cacat Pengelasan Pada Baja ST 42. *INVENTOR, Journal Of Scieince And Technology*, Volume 2 No 1, 5-10.
- Wirjosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie., 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yoga. Pratama. & Erlangga, F. D., 2022. Pengaruh Variasi Temperatur NORMALIZING Terhadap Perubahan Butir Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Pada Material Baja ST 42 Elektroda E7018.