



Analisis Pengaruh Jenis Media Pendingin Oli dan Air dengan Variasi Arus 110A, 120A, dan 130A pada Pengelasan SMAW Baja ST42

Adi Ferdianto, Taufik Abdee Hidayat, Ismail

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

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

adiferdianto2019@gmail.com, chipek.moghat@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan merupakan bagian penting dari industri teknologi manufaktur, Proses *Quenching* dilakukan pada material hasil pengelasan baja ST-42 menggunakan media Oli dan Air. Dengan bertujuan untuk mempertahankan kekuatan material dari ST-42. Proses ini mencakup pengelasan dan setelah itu dilakukan *Heat Treatment* menggunakan pendinginan cepat bertujuan untuk *Hardening*, dengan variasi arus 110A, 120A, 130A. Dengan ini maka proses untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi media pendingin dan arus pengelasan terhadap kekuatan tarik spesimen setelah dilakukannya *Heat Treatment*. Pengujian hasil pengelasan yang digunakan adalah dengan Destructive Test yaitu berupa pengujian tarik menggunakan standart JIS Z2201-1998 dan Metalografi menggunakan *ASTM-E112*. Hasil dari pengujian tarik dengan variasi arus 110A, 120A, dan 130A menggunakan media pendingin *Quenching* Air dan Oli SAE 20W-50 mendapatkan nilai kekuatan tarik terbesar yang berada di pengelasan 110A dengan media pendingin Oli yaitu dengan kekuatan tarik sebesar 62,17 kg/mm² dan mengalami perpanjangan 14,02% , dan kekuatan tarik terendah berada di pengelasan dengan arus 120A pada media pendingin Air dengan kekuatan tarik sebesar 21,22 kg/mm² dengan peranjangan 5,61%. Pada media pendingin Oli semakin tinggi arus pengelasan maka semakin rendah kekuatannya, dan pada pengelasan media pendingin air nilai kekuatan uji tarik material tersebut kurang stabil dikarenakan arus pengelasan makin tinggi dapat memperdalam penetrasi logam las dan juga memperlebar HAZ (*Heat Affected Zone*) demikian sebaliknya. Arus las juga mempengaruhi dilusi atau pencampuran, semakin tinggi arus las maka semakin besar juga dilusi yang artinya makin banyak logam inti yang meleleh, sedangkan untuk pengujian Metalografi baja ST42 Menggunakan Mikroskop 1500x pada *Base Metal* dengan perhitungan *Hilliard Single Circle* memiliki rata rata besar butir terkecil yaitu 9,4 μ m hal ini dapat mempengaruhi kekuatan pada material dikarenakan semakin besar butiran maka semakin kecil kekuatan pada baja.

Kata kunci : Baja ST-42, *Heat Treatment*, Kekuatan tarik, Pengelasan SMAW, Struktur mikro.

ABSTRACT

Welding is important of the manufacturing technology industry. The Quenching process is performed on the welded ST-42 steel material using Oil and Water as the cooling media. The goal is to maintain the strength of the ST-42 material. This process involves welding, followed by Heat Treatment using rapid cooling for the purpose of Hardening, with variations of current at 110A, 120A, and 130A. This process aims to determine the influence of cooling media and welding current variations on the tensile strength of the specimens after Heat Treatment. The testing method used for welding results is Destructive Testing, specifically tensile testing following the JIS Z2201-1998 standard, and Metallography using ASTM-E112. The results of the tensile testing with current variations of 110A, 120A, and 130A, and cooling media Quenching Water and SAE 20W-50 Oil, show that the highest tensile strength is obtained from the 110A welding with Oil as the cooling medium, with a tensile strength of 62.17 kg/mm² and an elongation of 14.02%. The lowest tensile strength is found in the 120A welding with Water as the cooling medium, with a tensile strength of 21.22 kg/mm² and an elongation of 5.61%. In the case of Oil as the cooling medium, as the welding current increases, the tensile strength decreases. In the case of Water as the cooling medium, the tensile strength of the tested material is less stable due to larger welding current, which deepens the penetration of the welded metal and widens the Heat Affected Zone (HAZ). The welding current also affects the dilution or mixing; the higher the welding current, the greater the dilution, meaning more parent metal melts. As for the Metallography testing of the ST-42 steel using a 1500x microscope on the Base Metal with Hilliard Single Circle calculation, the average grain size is the smallest at 9.4µm. This can affect the strength of the material, as larger grains result in lower strength in steel.

Keywords: *ST-42 Steel, HeatTreatment, Tensile strength, SMAW Welding, Microstructure.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pengelasan pada saat ini digunakan pada kehidupan dari untuk memudahkan penyambungan pada konstruksi bangunan dan mesin mesin lainnya, contohnya dalam penyambungan pipa, konstruksi mesin alat berat, industri manufaktur dan otomotif. Teknologi pengelasan ini lebih sederhana. Pengelasan sendiri merupakan suatu proses metalurgi pada logam paduan yang digabungkan dengan keadaan mencair.

Hasil pengelasan dipengaruhi oleh Pengaturan kuat arus las, Jika pengaturan arus pada mesin las yang digunakan terlalu rendah maka akan sulit untuk menyala atau melelehnya kawat elektroda dan menjadi tidak stabil. Busur listrik yang terjadi akan tidak stabil dan panas tidak cukup untuk melelehkan kawat elektroda dan logam baja, sehingga hasilnya adalah las yang tidak merata, dan penetrasi pengelasan kurang baik. Jika arus terlalu tinggi, elektroda akan mencair terlalu cepat, yang mengakibatkan permukaan hasil las melebar dan penetrasi las lebih dalam, mengakibatkan nilai kekuatan tarik rendah.

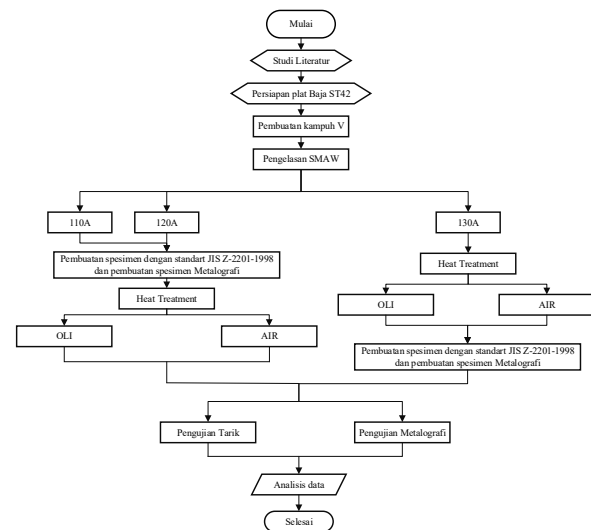
Proses perlakuan panas ini digunakan sebagai proses untuk membuat logam yang keras, ulet, dan mampu mesin. Perlakuan panas dilakukan untuk meningkatkan kekerasan material. sebenarnya dapat digunakan untuk mengubah sifat tertentu yang berguna atau bertujuan untuk kepentingan manufakturnya, Perlakuan panas juga dapat membantu sifat manufaktur seperti *Hardening*.

Dengan metode *Quenching* media pendinginan Oli dan Air dimana setelah proses pengelasan baja ST-42 akan dilakukan proses *Heat Treatment* langsung didinginkan menggunakan media pendingin tersebut. Dalam penelitian ini melakukan analisis variasi arus pengelasan 110A, 120A, 130A dan variasi media pendingin *Heat Treatment* yang paling optimal dari proses perlakuan panas terhadap hasil pengelasan baja ST-42 .

menggunakan posisi pengelasan mendatar (1G) dengan jenis media pendingin Oli dan Air diharapkan akan memberikan hasil data pengujian atau informasi sehingga kekuatan tarik yang memiliki perbedaan signifikan dari Baja ST-42. Tujuan dari penelitian ini berguna untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin oli SAE 20W-50 dan air terhadap kekuatan tarik pasca pengelasan.

METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan suatu proses penelitian yang dilaksanakan secara berurutan dengan Berikut adalah langkah - langkah diagram alir :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan

Beberapa alat untuk di perlukan dalam penelitian ini yaitu :

- 1) Mesin Uji Tarik
- 2) Mikroskop metalografi
- 3) LAS SMAW
- 4) Mesin Frais
- 5) Gelas
- 6) Sketmatch
- 7) Stopwatch
- 8) Amplas
- 9) OLI SAE-20W-50 dan Air
- 10) Gerinda
- 11) Elektroda LB-52-18

Bahan

Mempersiapkan bahan yang akan digunakan pada selama pengujian yaitu ST-42 berbentuk plat tebal 8mm dan Pembuatan bentuk sambungan las kampuh jenis V menggunakan peralatan mesin sekrap. Melakukan proses pengelasan penuh dengan teknik pengelasan mendatar (1G Plat) sepanjang kampuh pengelasan menggunakan elektroda jenis LB-52-18 dengan variasi arus 110A, 120A, 130A. Proses *Heat Treatment* Bertujuan sebagai proses *Hardening* menggunakan suhu 850°C dengan waktu penahanan 15menit dengan media *Quenching* Oli dan Air.



Gambar 2. Material Plat ST42

Dimensi Benda Uji

Pembentukan spesimen Dilakukan dengan cara menggunakan mesin *Milling* dengan dimensi menggunakan standar spesimen *JIS Z-2201 1998* dan spesimen baja ST-42

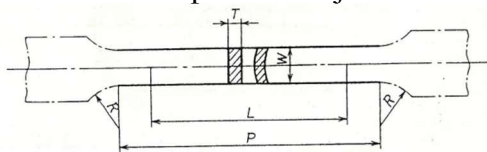
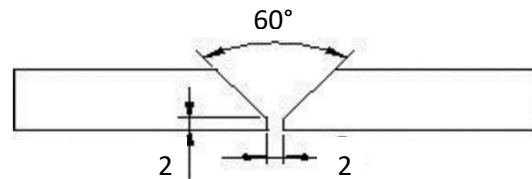


Plate thickness	Width W	Gauge length L	Parallel length P
Over 5.5 mm up to and incl. 7.5 mm	12.5	50	80
Over 7.5 mm up to and incl. 10 mm		60	
Over 10 mm up to and incl. 13 mm	20	85	130
Over 13 mm up to and incl. 19 mm		100	
Over 19 mm up to and incl. 27 mm	40	170	265
Over 27 mm up to and incl. 40 mm		205	

Gambar 3. Dimensi spesimen standart JIS Z-2201 1998

Kampuh Pengelasan



Gambar 4. Bentuk Kampuh Single-V
(Hery Sonawan 2004)

Kampuh pengelasan merupakan area di mana dua bahan logam dengan bahan lainnya dihubungkan melalui proses pengelasan. Jenis jenis kampuh yang memenuhi syarat ketebalan ada 6 jenis kampuh yaitu :

1. Single V untuk tebal 4-20mm
2. Single Bevel untuk tebal 4-20mm
3. Double V untuk tebal >15mm
4. Double Bevel untuk tebal >15mm
5. Single-U untuk tebal >15mm
6. Single-J untuk tebal >15mm

Tabel 1. Jenis kampuh (Sonawan 2004:29)

Kampuh	Pembuatan Kampuh	Proses Pengelasan	Dimensi			Luas (mm ²)
			RF/R	RO	A	
Single-V	2 pelat	1 sisi	2	2	60	183,8
Single bevel	1 pelat	1 sisi	2	2	45	164
Double-V	2 pelat	2 sisi	2	2	60	110
Double bevel	1 pelat	2 sisi	2	2	45	62,5
Single-U	2 pelat	1 sisi	2/6	2	20	248,9
Single-J	1 pelat	1 sisi	2/10	2	20	181,1

Elektroda



Gambar 5. Elektroda LB-52-18

Elektroda merupakan salah satu jenis *consumable* (bahan habis pakai) yang digunakan dalam pengelasan. Elektroda terbuat dari bahan logam atau paduan logam yang memiliki titik lebur tinggi. Elektroda

digunakan dalam proses pengelasan listrik yang menggunakan busur listrik untuk melelehkan dan menyatukan logam. Busur listrik terbentuk antara elektroda pengelasan dan bahan kerja (logam yang akan disambungkan) ketika arus listrik mengalir melalui elektroda.

Pengelasan

Pada pengelasan material menggunakan mesin las SMAW arus 110A,120A,130A

Dengan 3 langkah yaitu :

1. *Tack Weld* atau pengelasan pendek bertujuan untuk mengunci jarak gap kampuh dan material tidak berubah tempat
2. Pengisian kampuh pengelasan
3. Pembuatan Capping pengelasan



Gambar 6. Penyambungan material plat

Pengujian

Pengujian yang dilaksanakan pada penelitian ini yaitu pengujian tarik dan metalografi. Pengujian Tarik ini bertujuan mengetahui karakteristik bahan serta mengetahui hasil maksimal pertambahan panjang spesimen uji.



Gambar 7. Mesin pengujian tarik

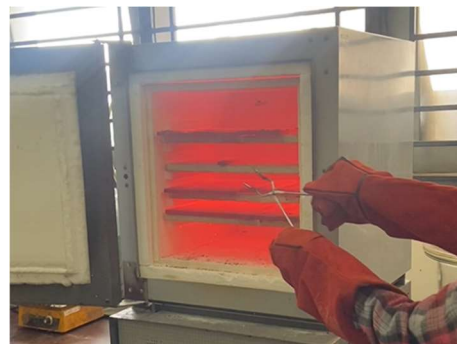
Pengujian metalografi bertujuan Menganalisis struktur mikro spesimen dapat menentukan karakteristik spesimen serta menguji sifat mekanik logam ditentukan oleh struktur butir mikro, pada proses etsa menggunakan bahan etsa Nital 2ml HNO₃ dan 98ml Alkohol.



Gambar 8. Mikroskop Metalografi

Perlakuan Panas

Pengujian *Heat Treatment* (perlakuan panas) merupakan proses material logam dipanaskan secara kontrol dalam kondisi tertentu, diikuti dengan pendinginan, untuk mempengaruhi struktur dan sifat mekaniknya. *Heat Treatment* ini bertujuan untuk mengubah atau meningkatkan sifat material seperti kekerasan, kekuatan, ketangguhan, keuletan, dan ketahanan terhadap korosi. serta untuk memperbaiki struktur butir dan sifat material setelah terjadinya proses pengelasan atau pemroses pemesinan lainnya. Prosedur pengujian *Heat Treatment* sendiri harus didasarkan dengan spesifikasi standar yang relevan sebagai kualitas dan konsistensi yang diinginkan dalam pengolahan material logam.



Gambar 9. Heat Treatment

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji tarik

Tensile Strength merupakan metode uji mekanik yang untuk mengetahui nilai kekuatan dan keuletan material. Selama pengujian, beberapa parameter seperti tegangan tarik (*stress*) dan perpanjangan (*strain*) pada spesimen. kurva *stress-strain* yang memberikan informasi tentang sifat mekanik material yang diuji, termasuk kekuatan tarik maksimum, batas elastis, dan keuletan (*ductility*). untuk menganalisis kekuatan tarik pasca *Heat Treatment* dan perbedaan variasi arus pengelasan. Kekuatan tarik dapat dihitung berdasarkan rumus Pertambahan panjang (ΔL) dan P (Beban). Berdasarkan perhitungan regangan dan tegangan tarik dapat ditunjukkan rumus sebagai berikut :

- a. Luas Penampang (A_0)

$$A_0 = t \times i$$

Yaitu :

$$A_0 = \text{Luas penampang (mm}^2\text{)}$$

t = Tebal benda uji

i = Lebar Benda uji

- b. Regangan

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Yaitu :

ε = Regangan total

L_1 = Panjang Akhir (mm)

L_0 = Panjang Awal (mm)

- c. Tegangan

$$\sigma = \frac{P_{max}}{L_0}$$

Yaitu :

σ = Regangan

P_{max} = Beban maksimum

L_0 = Panjang awal

Data hasil uji tarik dan perhitungan kekuatan tarik sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Rata-rata Uji tarik Baja ST42 110A Media pendingin *Heat Treatment* Air.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	31,57	34,93	34,41	6,95	8,41	13,60
2	25,90	43,97	41,17	4,76	16,10	34,00
3	24,72	50,45	36,47	4,75	16,45	23,60
Rata-rata	27,40	43,12	37,35	5,49	13,65	23,73

Tabel 3. Hasil Rata-rata Uji tarik Baja ST42 110A Media pendingin *Heat Treatment* Oli.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	50,94	67,39	67,09	8,05	13,91	38,80
2	53,69	61,49	56,56	8,41	11,7	35,13
3	29,12	57,62	56,47	4,75	16,46	19,76
Rata-rata	44,58	62,17	60,04	7,07	14,02	31,23

Tabel 4. Hasil Rata rata Uji tarik Baja ST42 120A Media pendingin *Heat Treatment* Air.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	14,03	18,33	16,23	2,93	4,03	6,95
2	15,52	17,31	11,11	3,60	4,40	7,15
3	21,26	28,01	27,04	6,21	8,41	15,73
Rata-rata	16,94	21,22	18,13	4,25	5,61	9,94

Tabel 5. Hasil Rata rata Uji tarik Baja ST42 120A Media pendingin *Heat Treatment* Oli.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	39,11	49,68	45,41	8,41	17,20	40,25
2	28,09	45,68	44,19	5,85	16,46	36,95
3	28,64	43,59	41,10	5,50	13,91	19,76
Rata-rata	31,95	46,32	43,57	6,59	15,86	32,32

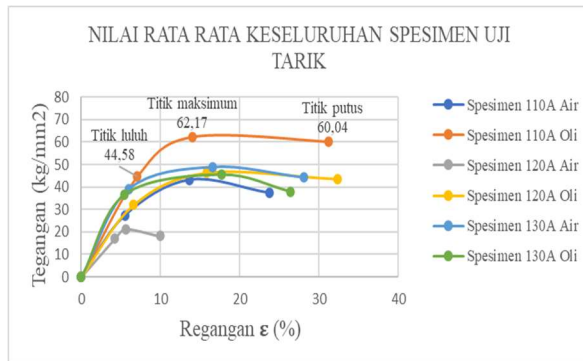
Tabel 6. Hasil Rata rata Uji tarik Baja ST42 130A Media pendingin *Heat Treatment* Air.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	39,93	49,78	42,27	5,48	20,48	30,00
2	42,01	48,07	44,99	7,30	13,83	25,98
3	35,01	48,47	45,21	5,16	15,36	28,18
Rata-rata	38,98	48,77	44,16	5,98	16,56	28,05

Tabel 7. Hasil Rata rata Uji tarik Baja ST42 130A Media pendingin *Heat Treatment* Oli.

Spesimen	Tegangan Luluh (kg/mm ²)	Tegangan Maks (kg/mm ²)	Tegangan Putus (kg/mm ²)	Regangan Luluh (%)	Regangan Maks (%)	Regangan Putus (%)
1	35,77	41,35	30,60	5,50	11,71	17,20
2	35,59	47,12	39,02	5,11	22,31	32,56
3	38,49	47,66	43,99	5,83	19,00	29,41
Rata-rata	36,62	45,38	37,87	5,48	17,67	26,39

Grafik 1. Hasil Rata rata Uji tarik Baja ST42



Pada grafik diatas menunjukkan hasil data pengujian tarik yang diambil dari Politeknik Negeri Malang, data hasil rata rata tegangan max(kg/mm²), dapat diartikan sebagai berikut:

1. Proses Heat Treatment menggunakan media Quenching air mendapatkan hasil kekuatan tarik pengelasan dengan hasil tertinggi sebesar 48,77kg/mm² arus 130A, dan hasil terendahnya sebesar 21,22 kg/mm² dengan menggunakan arus 120A.
2. Heat Treatment menggunakan media Quenching oli mendapatkan hasil kekuatan tarik pengelasan 62,17 kg/mm² pada pengelasan 110A dan hasil terendah yaitu arus 130A memperoleh hasil 45,38 kg/mm².

Hasil Pengujian Metalografi

Dari pengujian metalografi yang di dapat dari mikroskop dengan perbesaran 1500x, digambar lingkaran berukuran diameter 40 mm.

Tabel 8. Grain Size Number ASTM E-112

Grain Size No.	N _v Grains/Unit Area		A _v Average Grain Area		D _v Average Diameter		D _m Mean Intercept		N _t
	No./in. ² at 100X	No./mm. ² at 1X	mm ²	µm ²	mm	µm	mm	µm	
0	0.25	3.88	0.2591	259064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0.5	0.50	7.75	0.1290	129032	0.2592	259.2	0.3200	320.0	3.12
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	0.0459	45920	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32259	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	87.68	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.0080	8065	0.0896	89.6	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
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	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.9	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0238	23.8	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	2805.8	0.00036	359	0.0189	18.9	0.0169	16.9	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	7936.0	0.00013	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.08	11223.2	0.00009	89.1	0.0094	9.4	0.0084	8.4	119.9
11.0	1024.00	15972.0	0.000063	63.0	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
11.5	1448.15	22446.4	0.000045	44.6	0.0067	6.7	0.0060	5.9	168.2
12.0	2048.00	31744.1	0.00032	31.5	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.0
12.5	2896.31	44820.9	0.00022	22.3	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.9
13.0	4096.00	63488.1	0.00016	15.8	0.0040	4.0	0.0035	3.5	282.8
13.5	5792.62	88785.8	0.00011	11.1	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.0	8192.00	128976.3	0.00008	7.9	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.0

$$G = -10 - 6,64 \log \left(\frac{LT}{P \times M} \right) \dots \dots \dots (4)$$

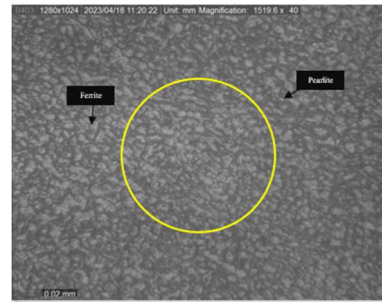
Dimana :

P = Jumlah batas butir yang mengenai lingkaran

L_T = Keliling lingkaran (mm)

M = Perbesaran Mikroskop

G = Grain Size



Gambar 10. Struktur mikro daerah Base Metal pada variasi arus 110A Media mendingin air.

Analisis Grain Size pada Base Metal mendapatkan data :

P = 83 titik

M = 1500x

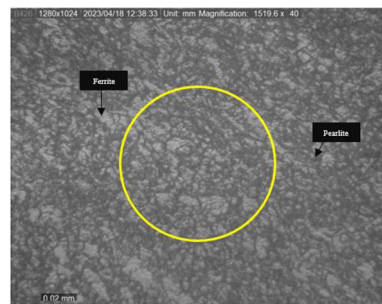
L_T = (π x 40mm)

=125,6 mm

$$G = -10 - 6,64 \log \left(\frac{LT}{P \times M} \right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log \left(\frac{125,6}{83 \times 1500} \right) = 9,8 \approx 10$$

Dapat dilihat pada tabel Grain size number ASTM E-112 hasil perhitungan Grain Size pada Base Metal 110A Air Hardening 850°C mendapatkan ukuran butir 10,0 dengan rata-rata butir 0,0112mm atau 11,2µm



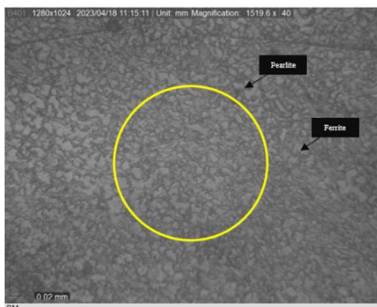
Gambar 3. Struktur mikro daerah Base Metal pada variasi arus 110A Media mendingin oli.

Analisis *Grain Size* pada *Base Metal* mendapatkan data :

$$\begin{aligned} P &= 61 \text{ titik} \\ M &= 1500x \\ L_T &= \pi \times 40\text{mm} \\ &= 125,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{L_T}{P \times M}\right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{125,6}{61 \times 1500}\right) = 9,00 \approx 9$$



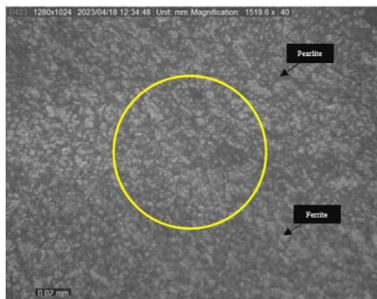
Gambar 4. Struktur mikro daerah *Base Metal* pada variasi arus 120A Media medingin air.

Analisis *Grain Size* pada *Base Metal* mendapatkan data :

$$\begin{aligned} P &= 95 \text{ titik} \\ M &= 1500x \\ L_T &= \pi \times 40\text{mm} \\ &= 125,6\text{mm} \end{aligned}$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{L_T}{P \times M}\right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{125,6}{97 \times 1500}\right) = 10,33 \approx 10,5$$



Gambar 5. Struktur mikro daerah *Base Metal* pada variasi arus 120A Media medingin oli.

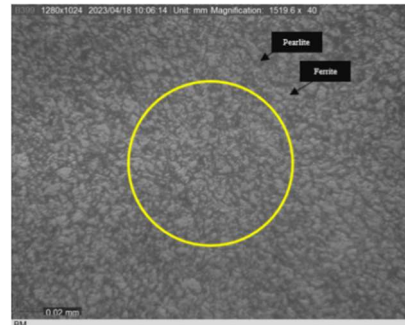
Analisis *Grain Size* pada *Base Metal* mendapatkan data :

$$P = 69 \text{ titik}$$

$$\begin{aligned} M &= 1500x \\ L_T &= \pi \times 40\text{mm} \\ &= 125,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{L_T}{P \times M}\right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{125,6}{69 \times 1500}\right) = 9,36 \approx 9,5$$



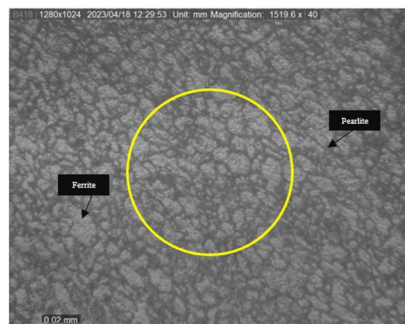
Gambar 6. Struktur mikro daerah *Base Metal* pada variasi arus 130A Media medingin air.

Analisis *Grain Size* pada *Base Metal* mendapatkan data :

$$\begin{aligned} P &= 71 \text{ titik} \\ M &= 1500x \\ L_T &= \pi \times 40\text{mm} \\ &= 125,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{L_T}{P \times M}\right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log\left(\frac{125,6}{71 \times 1500}\right) = 9,44 \approx 9,5$$



Gambar 7. Struktur mikro daerah *Base Metal* pada variasi arus 130A Media medingin oli.

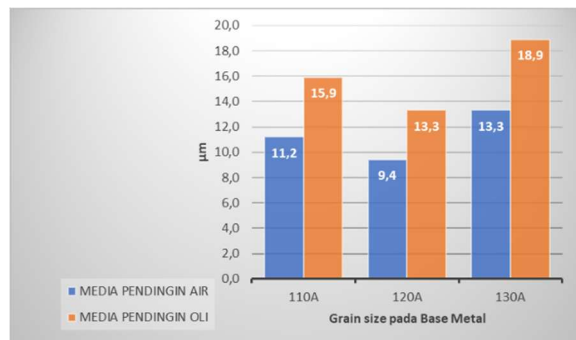
Analisis *Grain Size* pada *Base Metal* mendapatkan data :

$$\begin{aligned} P &= 51 \text{ titik} \\ M &= 1500x \\ L_T &= \pi \times 40\text{mm} \\ &= 125,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$G = -10 - 6,64 \log \left(\frac{LT}{P \times M} \right)$$

$$G = -10 - 6,64 \log \left(\frac{125,6}{51 \times 1500} \right) = 8,49 \approx 8,5$$

Diagram 1. Hasil data metalografi



Pada diagram hasil perhitungan *Grain size* menggunakan standart *ASTM E-112* pada area *Base metal* dengan perlakuan panas *Hardening* 850°C mendapatkan hasil paling kecil 9,4µm atau 0,0094mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari perhitungan pengujian tarik dengan variasi arus 110A, 120A, dan 130A menggunakan media *quenching* Air dan Oli hasil tertinggi yaitu dari pengelasan 110A Oli sebesar 62,17kg/mm² regangan 14,02% , dan hasil kekuatan tarik terndah berada pada arus 120A media *quenching* Air memiliki kekuatan tarik 21,22kg/mm² dengan peranjangan 5,61%. Pada media pendingin Oli semakin tinggi arus pada pengelasan maka semakin rendah hasil kekuatan tariknya, dan pada pengelasan media pendingin air nilai kekuatan uji tarik material tersebut kurang stabil. Dikarenakan pada penetrasi pengelasan semakin tinggi arus dapat memperdalam penetrasi logam dan demikian sebaliknya.

Hasil pengujian Metalografi pada baja ST-42 menggunakan mikroskop perbesaran lensa 1500x pada *Base Metal* dan dihitung dengan rumus *Hilliard Single-Circle* mempunyai rata rata batas butir terkecil yaitu 9,4µm, hal ini dapat mempengaruhi kekuatan pada material dikarenakan ukuran butir menjadi besar.

Saran kedepannya adalah proses *Heat Treatment* pada penelitian ini menggunakan satu temperatur saja, perlu variasi temperatur *Heat Treatment* yang berbeda, pada pengujian tarik dengan menggunakan material berbentuk plat sebaiknya menambahkan variasi kampuh pengelasan agar mendapat suatu perbandingan hasil data uji tarik dengan perbedaan jenis kampuh, dan Dari hasil penelitian ini maka pengelasan khususnya dengan material baja ST-42 ini sebaiknya menggunakan arus 110 A dengan media *quenching* Oli karena memiliki hasil kekuatan tarik maksimum sebesar 62,17 kg/mm²

REFERENSI

- Dunn, B. (2016). *Metallography applied to spacecraft*. Chichester: SpringerInternational Publishing, 247-328.
- Japanese Industrial Standart*. (1998). Japan: Japanese Standards Association.
- Lentz, J., Rottger, A., & Theisen, W. (2015). Solidification and phase formation of alloys in the hypoeutectic region. *Acta Materialia*, 99, 119-219.
- Malage, A., Rege, P., & Rathod, M. (2015). Automatic quantitative analysis of microstructure of ductile cast iron using digital image processing. *Metal. Mater. End*, 155-165.
- Nugroho, B. H. (2020, Juni 07). *4 Posisi Pengelasan Sesuai Dengan Standart*. Retrieved from Expert Las: <https://www.expertlas.com>
- Nurdiansyah, F. e. (2012, September 1). Pengaruh RPM Terhadap Kualitas Sambungan dan Metalurgi Las pada Joint Line untuk Aluminium Seri 5083 dengan Proses Friction Stir Welding. *Jurnal Teknik ITS*, 1, 1-30.
- Povstyanoi, O., McMillan, A., & Zabolotnyi, O. (2015). *Metallographic Analysis and Microstructural Image Processing of Sandblasting Nozzles Produced by Powder Metallurgy Methods*, 54, 234-240.
- Robert F, M. (1972). *Atlas of Microstructures of Industrial Alloys* (Vol. 7). Metals Park, Ohio: American Society for Metals.

- Setyawan, Y. (2020, Agustus 1). *Jenis-jenis perlakuan panas (Heat Treatment) pada unsur logam*. Retrieved from dictio: <https://www.dictio.id>
- Sofyan, B.T. (2021). *Pengantar Material Teknik* (2 ed.). Bogor: UNHAN RI PRESS.
- Sonawan, H., & Suratman, R. (2004). *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Fadli, Muhammad. (2016). *Modul Analisis Metalografi. Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung*.