

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

by Bayu Adi Firmansyah Andriyas Novi Saputra

Submission date: 08-Jul-2023 12:26PM (UTC+0700)

Submission ID: 2128015013

File name: Teknik_1421900165_Bayu_Adi_Firmansyah.pdf (1.47M)

Word count: 4597

Character count: 23918

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

Bayu Adi Firmansyah¹⁾, Andriyas Novi Saputra²⁾, Edi Santoso³⁾
Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya¹⁾,
Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya²⁾
Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya³⁾

Bayuadifirmansyah20@gmail.com¹⁾, andriyasns@gmail.com²⁾
edisantoso@untag-sby.ac.id³⁾

Abstrak— Las busur listrik atau biasanya disebut las listrik merupakan proses penyambungan dua buah logam dengan sumber panasnya didapatkan oleh tenaga listrik. Pada penelitian kali ini proses pengelasan yang akan digunakan adalah pengelasan SMAW dengan memvariasikan besar sudut-sudut kampuh V dan kuat arus. Tujuannya yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik material baja SS 400 hasil dari pengelasan dengan memvariasikan besar sudut-sudut kampuh las V dan kuat arus. Besar sudut kampuh V yang akan divariasikan yaitu 70°, 80°, 90° dan kuat arus yang akan divariasikan yaitu 80A, 90A, 100A dengan elektroda E 7018. Metode penelitian yang akan digunakan yaitu, pertama pengambilan data spesimen, data yang didapatkan atau diteliti akan dijadikan petunjuk awal dalam penelitian. Kedua metode status, sampel yang dipilih nantinya akan dianalisa karakteristiknya dan hasil dari pengelasan diuji untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, struktur mikro dan kecacatan las. Dan yang ketiga metode evaluasi, data yang sudah didapatkan akan dievaluasi bertujuan agar mendapatkan hasil maksimal. Hasil dari penelitian yang diperoleh untuk pengujian tarik baja ss 400 nilai kekuatan paling tinggi yaitu di variasi sudut kampuh V 70° kuat arus 100A dengan nilai tegangan maksimum rata-rata 52,29 kg/mm² dan untuk nilai tegangan terendah yaitu di variasi sudut kampuh V 80° kuat arus 90A dengan nilai tegangan maksimum rata-rata 44,01 kg/mm². Begitu juga pada pengujian struktur mikro, nilai dari hasil perhitungan besar butiran di area weld metal dengan nilai nomor Grain size paling besar 11,2 dengan besar diameter butir 0,0112 mm berada di sudut kampuh V 80° kuat arus 90A dan didapatkan juga hasil nomor Grain size paling kecil 6,7 dengan besar diameter butir 0,0067 mm berada di sudut kampuh V 70° kuat arus 100A. Hal ini berarti butiran yang membesar mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan pada material tersebut

Kata kunci : Pengelasan SMAW, Sudut kampuh V, Kuat Arus.

Abstract— A metal joining method employing electricity as a heat source is known as electric arc welding or simply electric welding. The seam's angle V and the current strength will both be changed in this investigation by the authors. By adjusting the seam angle V and current strength while utilizing SS 400 steel, the goal is to find the strength of the mechanical characteristics of the material produced by welding using the SMAW method. With E 7018 electrodes, the seam angle V should be fixed to 70°, 80°, or

90°, and the current should be employed at 80A, 90A, or 100A. The first gathering of sample data, where the data collected or studied is utilized as a guide in research, will be the methodology applied in this study. The second status approach involves examining the properties of the chosen sample before testing the welds for tensile strength, microstructure, and errors. The third approach is the assessment technique, in which the data is assessed to produce the best outcomes. The results of the tensile test on SS 400 steel show that the variation of seam angle V 70° yields the highest strength value, with a current strength of 100A and an average maximum stress value of 52.29 kg/mm², and the variation of seam angle V 80° yields the lowest stress value, with a current strength of 90A and an average maximum voltage value of 44.01 kg/mm². Similar to the microstructure test, the value of the calculation of the grain size in the weld metal area with the maximum grain number value is 11.2 with a grain dimension of 0.0112 mm at the corner of the V seam 80° current strength 90A. At the corner of the V 70° seam with a current of 100A, the smallest grain size is 6.7 with a grain diameter of 0.0067 mm. This indicates that the material's strength value decreases as a result of the larger grain.

Keywords : SMAW groove v, current strength.

I. PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan busur elektroda telah banyak digunakan di bangunan baja dan konstruksi mesin. Pengelasan merupakan sarana untuk mencapai tujuan desain bangunan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, dalam struktur pengelasan dan metode pengelasan, ada beberapa yang harus diperhatikan pada kesesuaian sifat mekanik dan fisik bagian yang dilas dengan struktur dan kondisi setempat.

Pada proses las SMAW digunakan kawat las (elektroda) untuk memperoleh panas dari nyala api busur yang menyala antara kawat las dan benda kerja. Elektroda E 7018 merupakan elektroda low hydrogen yang dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan dan mengandung serbuk besi kurang lebih 25-40% untuk digunakan pada peralatan las AC maupun DC. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas hasil las yang baik, seperti sudut jahitan dan kekuatan arus las. Ukuran las dan kekuatan arus mempengaruhi sifat mekanik las. Untuk itu akan dilakukan

penelitian yaitu mevariasikan sudut kampuh las dan kuat arus.

Dalam hal ini penulis akan menggunakan sudut kampuh yang berbentuk V dan besar sudut yang digunakan adalah 70°, 80°, dan 90°. Untuk variasi kuat arus yang digunakan penulis menggunakan besar kuat arus adalah 80A, 90A, dan 100A. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat material baja SS 400 melalui pengujian tarik untuk melihat berapa besar kekuatan tarik pada baja tersebut, struktur mikro untuk melihat ukuran butir yang nanti akan berpengaruh pada kekuatan dari baja tersebut dan juga cacat las untuk mengetahui cacat yang terjadi pada saat selesai pengelasan dengan memvariasikan besar sudut kampuh V dan besar kuat arus.

II. PENELITIAN TERDAHULU

Rizky Bagas, dkk. [1], melakukan penelitian tentang “pengaruh variasi sudut kampuh dan kuat arus terhadap kekuatan dan kekerasan ST 60 pada pengelasan SMAW” dengan tujuan untuk pengaruh besar sudut kampuh dan kuat arus pada pengelasan SMAW dalam pengujian kekerasan dan kekuatan baja ST 60.

Ranu Yudistira, dkk. [2], dalam penelitian “variasi arus pengelasan SMAW untuk posisi pengelasan 1G pada material baja kapal SS 400 terhadap cacat pengelasan” menjelaskan bahwa adanya idikasi pada cacat pengelasan.

Yoga, dkk. [3], melakukan penelitian tentang “Pengaruh variasi temperatur normalizing terhadap perubahan butir struktur mikro” dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah butiran dan besar butiran pada material baja karbon rendah.

III. METODE

A. Proses Pengelasan

Proses pengelasan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan las SMAW dengan 3 variasi arus yaitu arus 80A, 90A, 100A. Jenis elektroda yang digunakan E 7018 Ø2,6mm. Untuk langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan mesin las SMAW.
2. Material yang digunakan adalah baja SS 400 dan Kampuh yang digunakan jenis kampuh V dengan variasi sudut 70°, 80°, 90°, dan celah 3mm.
3. Posisi Pengelasan dimulai dengan tack weld agar material tetap dalam posisinya.



Gambar 1 material yang telah diberi tack weld

4. Posisi pengelasan menggunakan posisi 1G (Mendatar).
5. Setelah dilakukan proses pengelasan, benda kerja didinginkan dengan udara bebas.

B. Metode pengujian Cacat Las

Pengujian tidak merusak (Non Destructive Test)

proses pengujian suatu objek yang nantinya dapat mendeteksi cacat, retakan atau diskontinuitas lainnya tanpa merusak objek yang diuji. NDT dilakukan tidak lebih dari dua kali. Yang pertama dilakukan selama dan pada akhir proses produksi untuk menentukan apakah komponen tersebut dapat diterima pada tahap produksi.

Penetrant Test

Jenis pengujian non-destruktif. Pengujian penetrant adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya cacat las pada permukaan benda kerja akibat dari proses pengelasan, dengan menggunakan suatu jenis cairan kimia yang bekerja atas dasar rongga atau kapilaritas, jenis cacat las :

1. Cacat Las Porosity
2. Cacat Las Crack/Retak
3. Cacat Las Undercut
4. Cacat Las Spatter



Gambar 2 penyemprotan cairan red penetrant



Gambar 3 penyemprotan cairan developer

C. Metode Pengujian Tarik

Uji tarik adalah suatu usaha untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan dengan cara memberikan gaya atau tegangan tarik pada bahan tersebut, yang bertujuan untuk mengetahui atau mengamati kekuatan dari bahan tersebut.

Tegangan diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas penampang asli benda uji. Tegangan yang digunakan adalah tegangan rata-rata yang diperoleh dengan membagi panjang benda ukur dengan panjangnya.

Dirumuskan seperti berikut:

- (Tegangan Mekanis) :

$$\sigma = F/A ,$$

- (Regangan) :

$$\varepsilon = \Delta L/L ,$$

Keterangan : F = gaya tarikan

A = luas penampang

ΔL = pertambahan panjang

Didapatkan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan : ε = regangan (%)

L = panjang akhir (mm)

L_0 = panjang awal (mm)

D. Metode Pengujian Struktur Mikro

4 Mikrostruktur atau metalografi adalah susunan bentuk struktur yang terbuat dari bahan logam yang ukurannya sangat kecil dan tidak beraturan. bentuknya bervariasi sesuai dengan unsur dan proses yang dialami selama pembentukan.



Gambar 4 Proses Pengujian Struktur Mikro

Hasil pemeriksaan struktur mikro dapat menunjukkan penyimpangan struktur logam atau jenis cacat yang ada pada daerah HAZ dan Weld Metal, seperti retakan, inklusi, dan rongga. Secara umum dapat diartikan bahwa keadaan mikrostruktur logam dapat menentukan bentuk dan ukuran butiran kristal, homogenitas, komposisi mikro, inklusi, proses preparasi yang dapat menyebabkan kerusakan seperti pengelasan, peleburan, penempaan, korosi, dll. Penelitian ini menggunakan rumus yang mengacu pada ASTM E-112 dibawah ini :

$$G = [-6,646 \log L_2] - 3,298$$

Keterangan :

$L_2 = 1/P_L$ = 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

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Kecacatan (Dye Penetrant)

Pengujian Kecacatan Las Kampuh V 70° Arus 80A, 90A, 100A



Gambar 5 Spesimen uji penetrant (kampuh V 70° arus 80A, 90A, 100A)

Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 70° dan kuat arus 80A cacat las yang dihasilkan yaitu: Porositas¹ dan Undercut. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 70° dan kuat arus 90A cacat las yang dihasilkan yaitu Undercut. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 70° dan kuat arus 100A cacat las yang dihasilkan yaitu: Porosity dan Spatter.

Pengujian Kecacatan Las Kampuh V 80° Arus 80A, 90A, 100A



Gambar 6 Spesimen uji penetrant (kampuh V 80° arus 80A, 90A, 100A)

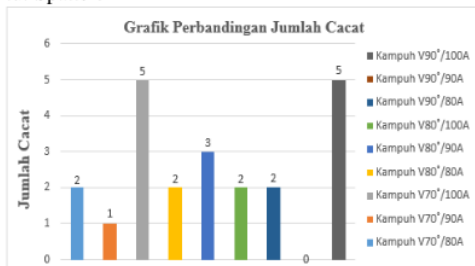
Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 80° dan kuat arus 80A cacat las yang dihasilkan yaitu: Undercut dan Porosity. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 80° dan kuat arus 90A cacat las yang dihasilkan yaitu: Undercut dan Porosity. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 80° dan kuat arus 100A cacat las yang dihasilkan yaitu: Porosity dan Spatter.

Pengujian Kecacatan Las Kampuh V 90° Arus 80A, 90A, 100A



Gambar 7 Spesimen uji penetrant (kampuh V 90° arus 80A, 90A, 100A)

Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 90° dan kuat arus 80A cacat las yang dihasilkan yaitu: Porosity dan crack. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 90° dan kuat arus 90A tidak terdapat adanya cacat las pada spesimen tersebut. Dari hasil pengujian dye penetrant, spesimen pada sudut kampuh 90° dan kuat arus 100A cacat las yang dihasilkan yaitu: Spatter.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Jumlah Cacat Pengelasan

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa dengan memvariasi sudut kampuh V dan kuat arus dapat memengaruhi cacat pengelasan pada material. Jumlah cacat pengelasan paling banyak ada pada variasi sudut kampuh V 70° arus 100 A, dan sudut kampuh V 90° arus 100 A yaitu sebanyak 5. Sedangkan jumlah cacat yang paling sedikit ada pada V 90° arus 90 A dengan tidak adanya jumlah cacat pada spesimen tersebut

B. Hasil Pengujian Tarik

Pada penelitian ini menggunakan 29 spesimen yang masing-masing variasi sudut kampuh dan kuat arus 3 spesimen untuk raw material 2 spesimen.

Pengujian tarik raw material

Tabel 1 data spesimen uji tarik raw material

No	Keterangan	Spesimen	
		1	2
1	Lebar Beban i (mm)	12,5	12,5
2	Tebal Beban t (mm)	10	10
3	Panjang Awal L_0 (mm)	200	200
4	Panjang Akhir L_f (mm)	232,27	234,91
5	Pertambahan Panjang ΔL (mm)	32,27	34,91
6	ΔL_1 (Yield) (mm)	6,8	5,49
7	ΔL_2 (Max) (mm)	18,66	18,22
8	ΔL_3 (Putus) (mm)	28,76	32,49
9	Beban Luluh (Yield Point) (Kg)	6217,4	5882,4
10	Beban Maksimum (Ultimate Stenght) (Kg)	7142	7040,4
11	Beban Putus (Fracture) (Kg)	4506,8	4480,2

Tegangan dan Regangan Teknik

$$L_1 = L_0 + \Delta L_{1(y)} = 200 \text{ mm} + 6,8 \text{ mm} = 206,8$$

$$L_2 = L_0 + \Delta L_{2(\text{Max})} = 200 \text{ mm} + 18,66 \text{ mm} = 218,66$$

$$L_3 = L_0 + \Delta L_{3(\text{Pts})} = 200 \text{ mm} + 28,76 \text{ mm} = 228,76$$

Luas Penampang

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

Tegangan

$$\sigma_{t1(y)} = \frac{P_1}{A_0} = \frac{6217,4}{125 \text{ mm}^2} = 49,73 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{t2(\text{Max})} = \frac{P_1}{A_0} = \frac{7142}{125 \text{ mm}^2} = 57,13 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{t3(\text{Pts})} = \frac{P_1}{A_0} = \frac{4506,8}{125 \text{ mm}^2} = 36,05 \text{ kg/mm}^2$$

Regangan

$$\begin{aligned} \epsilon_{1(y)} &= \frac{L_{1(y)} - L_0}{L_0} \times 100 \% \\ &= \frac{206,8 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \\ &= 3,40 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{2(\text{Max})} &= \frac{L_{2(\text{Max})} - L_0}{L_0} \times 100 \% \\ &= \frac{218,66 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \\ &= 9,33 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{3(\text{Max})} &= \frac{L_{3(\text{Pts})} - L_0}{L_0} \times 100 \% \\ &= \frac{228,76 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \\ &= 14,38 \% \end{aligned}$$

Tabel 2 data hasil tegangan dan regangan pengujian tarik raw material

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	49,73	57,13	36,05	3,40	9,33	14,38
2	47,05	56,32	35,84	2,75	9,11	16,25
Rata-Rata	48,39	56,72	35,94	3,07	9,22	15,31

Dari hasil perhitungan diatas, nilai tegangan maksimum paling tinggi ada pada spesimen 1 dengan tegangan maksimum 57,1 kg/mm² dengan nilai regangan maksimum 9,33 %. Untuk nilai tegangan maksimum paling rendah ada pada spesimen 2 dengan nilai tegangan maksimum 56,3 kg/mm² dengan nilai regangan maksimum 9,11 %. Dan nilai rata – rata tegangan maksimum raw material yaitu 37,82 kg/mm² dengan regangan maksimum 6,15 %.

Pengujian Tarik Kampuh V 70° Arus 80A, 90A, 100A

Tabel 3 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 70° arus 80A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	46,08	53,79	33,59	2,31	6,81	9,99
2	44,71	53,53	39,07	1,43	9,33	16,69
3	27,10	44,01	35,57	1,94	7,50	13,03
Rata-Rata	39,30	50,44	36,08	1,94	7,50	13,03

Tabel 4 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 70° arus 90A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	26,36	44,81	36,83	1,76	9,55	17,02
2	42,96	50,99	41,28	1,98	4,50	8,56
3	29,06	41,60	33,16	1,54	2,20	4,50
Rata-Rata	32,79	45,80	37,09	1,76	5,42	10,03

Tabel 5 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 70° arus 100A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	41,70	50,98	38,87	2,09	6,92	11,31
2	45,03	52,46	48,97	1,98	5,27	8,02
3	45,72	53,41	44,08	2,64	6,70	18,12

Pada spesimen pengelasan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 80, 90, 100 Ampere, nilai tegangan maksimum yang paling tinggi ada pada spesimen kampuh V 70° Arus 100 Ampere dengan dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 52,29 kg/mm². Sedangkan untuk nilai tegangan maksimum paling rendah ada pada spesimen 70° Arus 90 Ampere dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 45,80 kg/mm². Dari percobaan pengujian diatas maka semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar juga tegangan maksimum yang didapatkan.

Pengujian Tarik Kampuh V 80° Arus 80A, 90A, 100A

Tabel 6 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 80° arus 80A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	44,25	53,13	41,11	2,09	7,03	15,69
2	25,89	43,54	35,23	1,65	9,77	20,75
3	43,29	53,53	32,76	1,87	6,04	10,43
Rata-Rata	37,81	50,07	36,37	1,87	7,61	15,62

Tabel 7 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 80° arus 90A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	23,77	45,58	37,05	1,65	2,75	7,69
2	28,23	42,75	36,51	1,68	3,08	5,16
3	26,20	43,69	35,10	1,21	9,22	18,01
Rata-Rata	26,07	44,01	36,22	1,51	5,01	10,28

Tabel 8 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 80° arus 100A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	45,77	51,67	41,91	2,31	6,26	10,65
2	40,11	50,85	42,75	1,98	5,71	10,21
3	40,49	50,11	41,60	1,36	6,58	14,82
Rata-Rata	42,12	50,88	42,09	1,88	6,18	11,89

Pada spesimen pengelasan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 80A, 90A, 100A, nilai tegangan maksimum yang paling tinggi ada pada spesimen kampuh V 80° Arus 100 Ampere dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 50,88 kg/mm². Sedangkan untuk nilai tegangan maksimum paling rendah ada pada spesimen 80° Arus 90 Ampere dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 44,01 kg/mm². Dari percobaan pengujian diatas maka semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar juga tegangan maksimum yang didapatkan.

Pengujian Tarik Kampuh V 90° Arus 80A, 90A, 100A

Tabel 9 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 90° arus 80A

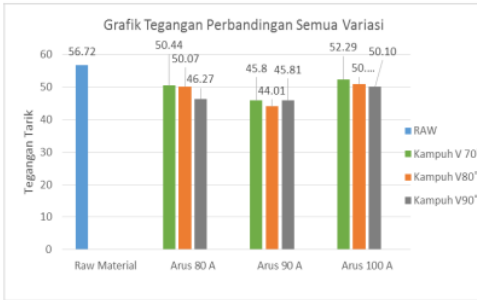
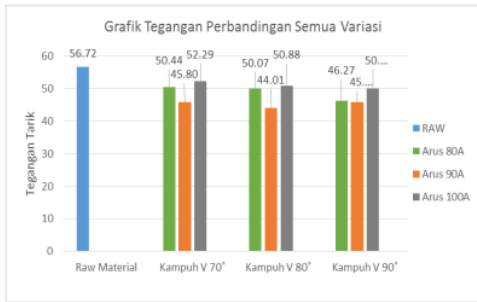
Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	45,68	51,63	32,15	2,64	5,71	16,69
2	27,46	43,13	34,41	1,87	9,11	13,72
3	5,37	44,04	34,41	0,66	2,75	7,36
Rata-Rata	26,17	46,27	33,66	1,72	5,86	12,59

Tabel 10 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 90° arus 90A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	36,06	50,84	50,26	2,42	5,60	10,21
2	26,79	43,61	34,78	1,98	9,88	15,92
3	13,70	42,97	37,60	1,21	3,08	5,16
Rata-Rata	25,52	45,81	40,88	1,87	6,18	10,43

Tabel 11 data hasil tegangan dan regangan variasi sudut kampuh v 90° arus 100A

Spesimen	Tegangan (kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	46,29	50,19	38,24	2,75	6,26	10,10
2	42,26	50,64	31,05	2,42	6,48	13,72
3	41,10	49,46	30,24	2,20	6,04	11,86
Rata-Rata	43,21	50,10	33,17	2,45	6,26	11,89



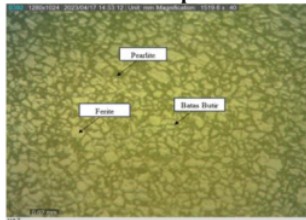
Gambar 9 Grafik perbandingan semua variasi

Pada spesimen pengelasan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 80A, 90A, 100A, nilai tegangan maksimum yang paling tinggi ada pada spesimen kampuh V 90° Arus 100 Ampere dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 50,10 kg/mm². Sedangkan untuk nilai tegangan maksimum paling rendah ada pada spesimen 90° Arus 90 Ampere dengan nilai rata – rata tegangan maksimum 45,81 kg/mm². Dari percobaan pengujian diatas maka semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar juga tegangan maksimum yang didapatkan.

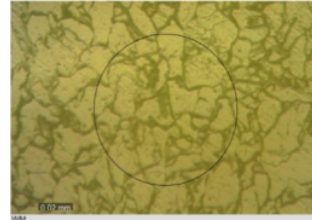
C. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Uji struktur mikro kali ini untuk melihat hasil perubahan struktural butiran mikro yang terjadi pada material baja SS400 setelah proses pengelasan selesai. Daerah yang nantinya akan dilihat untuk pengambilan data foto adalah weld metal dan HAZ dengan menggunakan pembesaran mikroskop 1500x.

Pengujian struktur mikro kampuh v 70° arus 80A



(a)



(b)

Gambar 10 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 80A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

$$P = 46 \text{ Titik}$$

$$M = 1500x$$

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

$$P_L = \frac{46}{(471/1500)} = 146,49 / mm$$

$$L_3 = \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{146,49} = 0,007$$

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

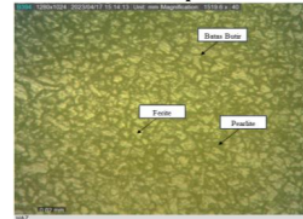
$$G = [-6,646 \log 0,007] - 3,298 = 11,023 \approx 11$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

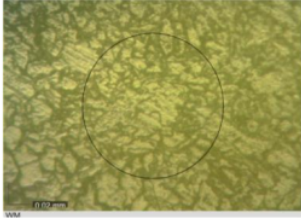
Grain Size No.	N ₁ Grain/Unit Area		A ₁ Average Grain Area		D ₁ Average Diameter		D ₂ Mean Intercept		N ₂
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	µm ²	mm	µm	mm	µm	
00	0.25	3.98	0.2501	250084	0.0000	0.0000	0.4025	402.5	2.21
0	0.50	7.95	0.1250	125032	0.0002	350.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.75	10.96	0.0832	83259	0.0021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1	1.00	15.00	0.0625	62505	0.0040	254.0	0.2200	220.0	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0454	45420	0.0076	215.0	0.1803	180.3	5.28
2.0	2.00	31.80	0.0323	32250	0.0136	179.6	0.1400	140.0	6.25
2.5	2.83	43.94	0.0228	22870	0.0216	151.0	0.1100	110.0	7.43
3.0	4.00	62.50	0.0161	16129	0.0320	127.0	0.0821	82.1	8.84
3.5	5.59	87.98	0.0114	11405	0.0468	106.6	0.0613	61.3	10.51
4.0	8.00	124.00	0.0080	8005	0.0660	88.0	0.0430	43.0	12.50
4.5	11.21	175.36	0.0057	5703	0.0936	75.5	0.0303	30.3	14.87
5.0	16.00	240.00	0.0040	4032	0.1305	63.5	0.0196	19.6	17.68
5.5	22.03	330.73	0.0029	2931	0.1824	53.4	0.0136	13.6	21.02
6.0	32.00	480.00	0.0020	2016	0.2448	44.9	0.0090	9.0	25.00
6.5	44.25	701.46	0.0014	1426	0.3376	37.0	0.0059	5.9	29.73
7.0	64.00	992.00	0.0010	1000	0.4608	31.0	0.0039	3.9	35.26
7.5	90.25	1402.9	0.0007	713	0.6267	26.7	0.0026	2.6	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.0005	504	0.8225	22.5	0.0018	1.8	50.00
8.5	180.00	2700.0	0.0004	395	1.0950	18.9	0.0012	1.2	59.46
9.0	256.00	3680.0	0.0003	292	1.4688	15.9	0.0008	0.8	70.71
9.5	360.25	5011.5	0.0002	210	1.9968	13.3	0.0005	0.5	84.69
10.0	512.00	6848.0	0.0001	128	2.7456	11.2	0.0003	0.3	100.00
10.5	724.00	9332.0	0.0001	80.0	3.7248	9.4	0.0002	0.2	118.8
11.0	1024.00	12827.0	0.0000	63.0	5.0079	7.9	0.0001	0.1	141.4
11.5	1440.00	17544.0	0.0000	49.0	6.7567	6.7	0.0001	0.1	169.2
12.0	2048.00	24744.0	0.0000	38.0	9.0056	5.8	0.0001	0.1	200.0
12.5	2896.00	34052.0	0.0000	29.0	12.0047	4.7	0.0001	0.1	237.6
13.0	4096.00	47408.0	0.0000	22.0	16.0040	4.0	0.0001	0.1	282.4
13.5	5744.00	65152.0	0.0000	17.0	21.6033	3.3	0.0001	0.1	336.4
14.0	8192.00	89792.0	0.0000	13.0	29.1028	2.8	0.0001	0.1	400.0

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 70° dengan kuat arus 80 Ampere diperoleh grain size number 11 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0079 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan µm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 7,9 µm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 70° arus 90A



(a)



(b)

Gambar 11 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 90A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

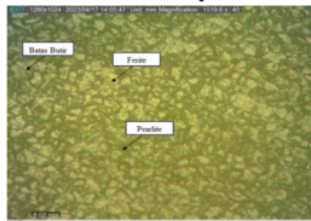
P = 32 Titik
M = 1500x
 $L_T = (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471$
 $P_L = \frac{32}{(471/1500)} = 101,91 / \text{mm}$
 $L_3 = \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{101,91} = 0,009$
G = [-6,646 log L₃] - 3,298
G = [-6,646 log 0,009] - 3,298 = 10,298 ≈ 10

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

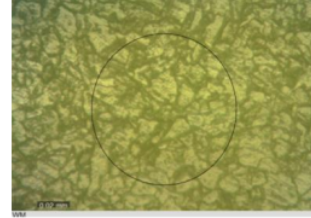
Grain Size No.	N_A Grain/Unit Area		\bar{A} Average Grain Area		\bar{L} Mean Intersect		N_L		
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	μm^2	mm	μm			
00	0,25	3,98	0,2581	250064	0,5000	500,0	0,4525	452,5	2,21
0	0,50	7,95	0,1290	125032	0,3500	350,0	0,3200	320,0	1,12
0,5	0,71	10,96	0,0912	91239	0,2611	261,1	0,2391	239,1	0,77
1,0	1,00	15,00	0,0645	64516	0,2040	204,0	0,2003	200,3	0,64
1,5	1,41	21,92	0,0465	46520	0,1596	159,6	0,1803	180,3	0,56
2,0	2,00	31,80	0,0323	32259	0,1196	119,6	0,1800	180,0	0,56
2,5	2,80	43,84	0,0228	22910	0,0850	85,0	0,1465	146,5	0,43
3,0	3,90	62,00	0,0161	16129	0,0710	71,0	0,1131	113,1	0,34
3,5	5,46	87,80	0,0114	11465	0,0565	56,5	0,0873	87,3	0,28
4,0	7,50	124,00	0,0086	8665	0,0496	49,6	0,0600	60,0	0,22
4,5	10,20	175,36	0,0063	6303	0,0410	41,0	0,0470	47,0	0,17
5,0	14,00	240,00	0,0045	4502	0,0355	35,5	0,0366	36,6	0,13
5,5	19,20	330,72	0,0032	3201	0,0304	30,4	0,0300	30,0	0,10
6,0	26,00	456,00	0,0022	2200	0,0249	24,9	0,0240	24,0	0,08
6,5	35,70	620,10	0,0016	1600	0,0200	20,0	0,0200	20,0	0,06
7,0	49,00	840,00	0,0011	1100	0,0161	16,1	0,0161	16,1	0,05
7,5	66,60	1133,16	0,0008	800	0,0130	13,0	0,0130	13,0	0,04
8,0	90,00	1500,00	0,0005	500	0,0100	10,0	0,0100	10,0	0,03
8,5	121,20	2056,56	0,0004	400	0,0079	7,9	0,0079	7,9	0,03
9,0	162,00	2790,00	0,0003	300	0,0063	6,3	0,0063	6,3	0,03
9,5	216,00	3888,00	0,0002	200	0,0050	5,0	0,0050	5,0	0,03
10,0	288,00	5280,00	0,0001	100	0,0039	3,9	0,0039	3,9	0,03
10,5	387,60	7248,72	0,0001	100	0,0030	3,0	0,0030	3,0	0,03
11,0	519,00	9702,00	0,0000	100	0,0023	2,3	0,0023	2,3	0,03
11,5	696,00	12948,00	0,0000	100	0,0017	1,7	0,0017	1,7	0,03
12,0	928,80	17323,68	0,0000	100	0,0013	1,3	0,0013	1,3	0,03
12,5	1243,20	23211,36	0,0000	100	0,0010	1,0	0,0010	1,0	0,03
13,0	1659,60	31034,16	0,0000	100	0,0008	0,8	0,0008	0,8	0,03
13,5	2212,80	41227,20	0,0000	100	0,0006	0,6	0,0006	0,6	0,03
14,0	2937,60	54852,00	0,0000	100	0,0005	0,5	0,0005	0,5	0,03

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 70° dengan kuat arus 90 Ampere diperoleh grain size number 10 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0112 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan µm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 11,2 µm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 70° arus 100A



(a)



(b)

Gambar 12 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 100A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

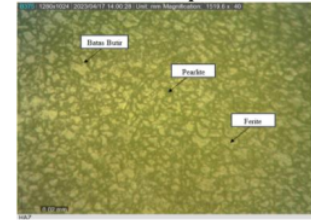
P = 50 Titik
M = 1500x
 $L_T = (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471$
 $P_L = \frac{50}{(471/1500)} = 159,23 / \text{mm}$
 $L_3 = \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{159,23} = 0,006$
G = [-6,646 log L₃] - 3,298
G = [-6,646 log 0,006] - 3,298 = 11,468 ≈ 11,5

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

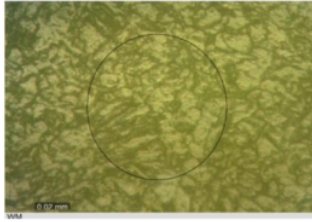
Grain Size No.	N_A Grain/Unit Area		\bar{A} Average Grain Area		\bar{L} Mean Intersect		N_L		
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	μm^2	mm	μm			
00	0,25	3,98	0,2581	250064	0,5000	500,0	0,4525	452,5	2,21
0	0,50	7,95	0,1290	125032	0,3500	350,0	0,3200	320,0	1,12
0,5	0,71	10,96	0,0912	91239	0,2611	261,1	0,2391	239,1	0,77
1,0	1,00	15,00	0,0645	64516	0,2040	204,0	0,2003	200,3	0,64
1,5	1,41	21,92	0,0465	46520	0,1596	159,6	0,1803	180,3	0,56
2,0	2,00	31,80	0,0323	32259	0,1196	119,6	0,1800	180,0	0,56
2,5	2,80	43,84	0,0228	22910	0,0850	85,0	0,1465	146,5	0,43
3,0	3,90	62,00	0,0161	16129	0,0710	71,0	0,1131	113,1	0,34
3,5	5,46	87,80	0,0114	11465	0,0565	56,5	0,0873	87,3	0,28
4,0	7,50	124,00	0,0086	8665	0,0496	49,6	0,0600	60,0	0,22
4,5	10,20	175,36	0,0063	6303	0,0410	41,0	0,0470	47,0	0,17
5,0	14,00	240,00	0,0045	4502	0,0355	35,5	0,0366	36,6	0,13
5,5	19,20	330,72	0,0032	3201	0,0304	30,4	0,0300	30,0	0,10
6,0	26,00	456,00	0,0022	2200	0,0249	24,9	0,0240	24,0	0,08
6,5	35,70	620,10	0,0016	1600	0,0200	20,0	0,0200	20,0	0,06
7,0	49,00	840,00	0,0011	1100	0,0161	16,1	0,0161	16,1	0,05
7,5	66,60	1133,16	0,0008	800	0,0130	13,0	0,0130	13,0	0,04
8,0	90,00	1500,00	0,0005	500	0,0100	10,0	0,0100	10,0	0,03
8,5	121,20	2056,56	0,0004	400	0,0079	7,9	0,0079	7,9	0,03
9,0	162,00	2790,00	0,0003	300	0,0063	6,3	0,0063	6,3	0,03
9,5	216,00	3888,00	0,0002	200	0,0050	5,0	0,0050	5,0	0,03
10,0	288,00	5280,00	0,0001	100	0,0039	3,9	0,0039	3,9	0,03
10,5	387,60	7248,72	0,0001	100	0,0030	3,0	0,0030	3,0	0,03
11,0	519,00	9702,00	0,0000	100	0,0023	2,3	0,0023	2,3	0,03
11,5	696,00	12948,00	0,0000	100	0,0017	1,7	0,0017	1,7	0,03
12,0	928,80	17323,68	0,0000	100	0,0013	1,3	0,0013	1,3	0,03
12,5	1243,20	23211,36	0,0000	100	0,0010	1,0	0,0010	1,0	0,03
13,0	1659,60	31034,16	0,0000	100	0,0008	0,8	0,0008	0,8	0,03
13,5	2212,80	41227,20	0,0000	100	0,0006	0,6	0,0006	0,6	0,03
14,0	2937,60	54852,00	0,0000	100	0,0005	0,5	0,0005	0,5	0,03

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 70° dengan kuat arus 100 Ampere diperoleh grain size number 11,5 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0067 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan µm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 6,7 µm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 80° arus 80A



(a)



(b)

Gambar 13 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 80A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

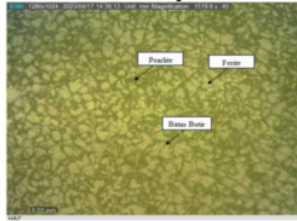
$$\begin{aligned}
 P &= 40 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{40}{(471/1500)} = 127,38 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{127,38} = 0,007 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,007] - 3,298 \\
 &= 10,711 \approx 11
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

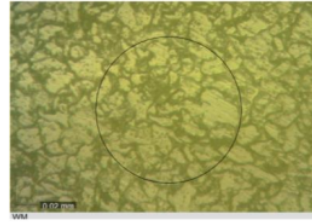
Grain Size No. G	N _v Grains/Unit Area		Average Grain Area		Average Diameter		Mean Intercept		N _v
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	μm ²	mm	μm	mm	μm	
0.0	0.25	3.98	0.2591	258004	0.5080	509.0	0.4026	402.5	2.21
0.5	0.71	10.96	0.7129	71292	0.3621	362.1	0.2891	289.1	3.72
1.0	1.00	15.00	0.6666	66667	0.2843	284.3	0.2283	228.3	4.42
1.5	1.41	21.62	0.6468	64620	0.2376	237.6	0.1943	194.3	5.26
2.0	2.00	31.80	0.6223	62229	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.94	0.6228	62280	0.1390	139.0	0.1245	124.5	7.43
3.0	4.00	60.00	0.6161	61610	0.1270	127.0	0.1129	112.9	8.84
3.5	5.66	87.96	0.6114	61140	0.1065	106.5	0.0991	99.1	10.61
4.0	8.00	124.00	0.6086	60865	0.0896	89.6	0.0800	80.0	12.80
4.5	11.31	176.36	0.6076	60763	0.0765	76.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	240.00	0.6063	60632	0.0658	65.8	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.83	340.73	0.6056	60561	0.0574	57.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	480.00	0.6050	60504	0.0498	49.8	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	670.45	0.6045	60450	0.0436	43.6	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	900.00	0.6041	60408	0.0389	38.9	0.0283	28.3	35.38
7.5	90.00	1400.00	0.6037	60369	0.0350	35.0	0.0236	23.6	42.64
8.0	128.00	1904.00	0.6035	60354	0.0325	32.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.00	2695.00	0.6033	60336	0.0296	29.6	0.0169	16.9	59.46
9.0	256.00	3840.00	0.6032	60325	0.0278	27.8	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.00	5611.00	0.6031	60313	0.0263	26.3	0.0119	11.9	84.08
10.0	512.00	7800.00	0.6031	60312	0.0242	24.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.00	10740.00	0.6030	60304	0.0224	22.4	0.0084	8.4	136.80
11.0	1024.00	15072.00	0.6030	60303	0.0209	20.9	0.0071	7.1	181.44
11.5	1424.00	20448.00	0.6029	60294	0.0190	19.0	0.0060	6.0	250.00
12.0	2048.00	28744.00	0.6029	60292	0.0174	17.4	0.0050	5.0	330.00
12.5	2896.00	40022.00	0.6028	60283	0.0160	16.0	0.0042	4.2	437.00
13.0	4096.00	55408.00	0.6028	60281	0.0148	14.8	0.0035	3.5	582.00
13.5	5744.00	78784.00	0.6028	60280	0.0138	13.8	0.0030	3.0	396.40
14.0	8192.00	109976.00	0.6028	60279	0.0128	12.8	0.0025	2.5	400.00

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 80° dengan kuat arus 80 Ampere diperoleh grain size number 11 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0079 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan μm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 7,9 μm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 80° arus 90A



(a)



(b)

Gambar 14 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 90A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

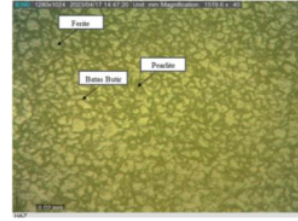
$$\begin{aligned}
 P &= 28 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{28}{(471/1500)} = 133,75 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{133,75} = 0,011 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,011] - 3,298 \\
 &= 9,718 \approx 10
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

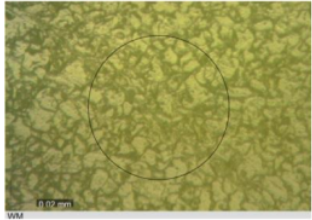
Grain Size No. G	N _v Grains/Unit Area		Average Grain Area		Average Diameter		Mean Intercept		N _v
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	μm ²	mm	μm	mm	μm	
0.0	0.25	3.98	0.2591	258004	0.5080	509.0	0.4026	402.5	2.21
0.5	0.71	10.96	0.7129	71292	0.3621	362.1	0.2891	289.1	3.72
1.0	1.00	15.00	0.6666	66667	0.2843	284.3	0.2283	228.3	4.42
1.5	1.41	21.62	0.6468	64620	0.2376	237.6	0.1943	194.3	5.26
2.0	2.00	31.80	0.6223	62229	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.94	0.6228	62280	0.1390	139.0	0.1245	124.5	7.43
3.0	4.00	60.00	0.6161	61610	0.1270	127.0	0.1129	112.9	8.84
3.5	5.66	87.96	0.6114	61140	0.1065	106.5	0.0991	99.1	10.61
4.0	8.00	124.00	0.6086	60865	0.0896	89.6	0.0800	80.0	12.80
4.5	11.31	176.36	0.6076	60763	0.0765	76.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	240.00	0.6063	60632	0.0658	65.8	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.83	340.73	0.6056	60561	0.0574	57.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	480.00	0.6050	60504	0.0498	49.8	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	670.45	0.6045	60450	0.0436	43.6	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	900.00	0.6041	60408	0.0389	38.9	0.0283	28.3	35.38
7.5	90.00	1400.00	0.6037	60369	0.0350	35.0	0.0236	23.6	42.64
8.0	128.00	1904.00	0.6035	60354	0.0325	32.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.00	2695.00	0.6033	60336	0.0296	29.6	0.0169	16.9	59.46
9.0	256.00	3840.00	0.6032	60325	0.0278	27.8	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.00	5611.00	0.6031	60313	0.0263	26.3	0.0119	11.9	84.08
10.0	512.00	7800.00	0.6031	60312	0.0242	24.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.00	10740.00	0.6030	60304	0.0224	22.4	0.0084	8.4	136.80
11.0	1024.00	15072.00	0.6030	60303	0.0209	20.9	0.0071	7.1	181.44
11.5	1424.00	20448.00	0.6029	60294	0.0190	19.0	0.0060	6.0	250.00
12.0	2048.00	28744.00	0.6029	60292	0.0174	17.4	0.0050	5.0	330.00
12.5	2896.00	40022.00	0.6028	60283	0.0160	16.0	0.0042	4.2	437.00
13.0	4096.00	55408.00	0.6028	60281	0.0148	14.8	0.0035	3.5	582.00
13.5	5744.00	78784.00	0.6028	60280	0.0138	13.8	0.0030	3.0	396.40
14.0	8192.00	109976.00	0.6028	60279	0.0128	12.8	0.0025	2.5	400.00

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 80° dengan kuat arus 90 Ampere diperoleh grain size number 10 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0112 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan μm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 11,2 μm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 80° arus 100A



(a)



(b)

Gambar 15 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 100A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa nital 5% pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

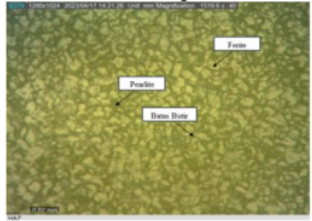
$$\begin{aligned}
 P &= 46 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{46}{(471/1500)} = 146,49 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{146,49} = 0,009 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,009] - 3,298 \\
 &= 11,107 \approx 11
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

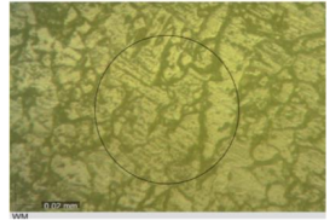
Grain Size No.	N _v Grains/Unit Area		A _v Average Grain Area		D _v Average Diameter		D _m Mean Intercept		N _L
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	µm ²	mm	µm	mm	µm	
00	0.25	3.98	0.2581	238084	0.5080	509.0	0.4525	452.5	2.21
0.5	0.50	7.95	0.1290	119032	0.2562	256.2	0.2260	226.0	1.12
1.0	1.00	15.90	0.0645	59516	0.1281	128.1	0.1130	113.0	0.56
1.5	1.50	23.85	0.0430	39677	0.0854	85.4	0.0753	75.3	0.37
2.0	2.00	31.80	0.0323	29739	0.0639	63.9	0.0565	56.5	0.28
2.5	2.50	39.75	0.0242	22304	0.0476	47.6	0.0423	42.3	0.20
3.0	3.00	47.70	0.0181	16759	0.0357	35.7	0.0316	31.6	0.15
3.5	3.50	55.65	0.0137	12569	0.0268	26.8	0.0238	23.8	0.11
4.0	4.00	63.60	0.0103	9404	0.0201	20.1	0.0180	18.0	0.08
4.5	4.50	71.55	0.0076	7050	0.0150	15.0	0.0136	13.6	0.06
5.0	5.00	79.50	0.0057	5288	0.0112	11.2	0.0101	10.1	0.05
5.5	5.50	87.45	0.0043	4032	0.0083	8.3	0.0075	7.5	0.04
6.0	6.00	95.40	0.0032	2973	0.0062	6.2	0.0056	5.6	0.03
6.5	6.50	103.35	0.0024	2230	0.0046	4.6	0.0042	4.2	0.02
7.0	7.00	111.30	0.0018	1675	0.0034	3.4	0.0031	3.1	0.02
7.5	7.50	119.25	0.0014	1256	0.0026	2.6	0.0023	2.3	0.01
8.0	8.00	127.20	0.0010	940	0.0019	1.9	0.0018	1.8	0.01
8.5	8.50	135.15	0.0008	705	0.0014	1.4	0.0013	1.3	0.01
9.0	9.00	143.10	0.0006	529	0.0010	1.0	0.0010	1.0	0.01
9.5	9.50	151.05	0.0004	397	0.0007	0.7	0.0007	0.7	0.01
10.0	10.00	159.00	0.0003	298	0.0005	0.5	0.0005	0.5	0.01
10.5	10.50	166.95	0.0002	223	0.0004	0.4	0.0004	0.4	0.01
11.0	10.50	166.95	0.0003	298	0.0005	0.5	0.0005	0.5	0.01
11.5	11.50	174.90	0.0002	174	0.0003	0.3	0.0003	0.3	0.01
12.0	12.00	182.85	0.0001	126	0.0002	0.2	0.0002	0.2	0.01
12.5	12.50	190.80	0.0001	94	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
13.0	13.00	198.75	0.0001	70	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
13.5	13.50	206.70	0.0001	53	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
14.0	14.00	214.65	0.0001	40	0.0001	0.0	0.0001	0.0	0.01

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 80° dengan kuat arus 100 Ampere diperoleh grain size number 11 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0079 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan µm (mikrometer) maka besar nilai butir adalah sebesar 7,9 µm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 90° arus 80A



(a)



(b)

Gambar 16 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 80A (a); HAZ, (b); weld metal (etsa Nital 5% Pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

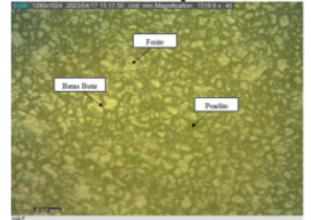
$$\begin{aligned}
 P &= 39 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{39}{(471/1500)} = 124,20 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{124,20} = 0,008 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,008] - 3,298 \\
 &= 10,638 \approx 10,5
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

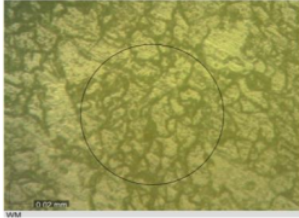
Grain Size No.	N _v Grains/Unit Area		A _v Average Grain Area		D _v Average Diameter		D _m Mean Intercept		N _L
	No./in. ² at 100X	No./mm ² at 1X	mm ²	µm ²	mm	µm	mm	µm	
00	0.25	3.98	0.2581	238084	0.5080	509.0	0.4525	452.5	2.21
0.5	0.50	7.95	0.1290	119032	0.2562	256.2	0.2260	226.0	1.12
1.0	1.00	15.90	0.0645	59516	0.1281	128.1	0.1130	113.0	0.56
1.5	1.50	23.85	0.0430	39677	0.0854	85.4	0.0753	75.3	0.37
2.0	2.00	31.80	0.0323	29739	0.0639	63.9	0.0565	56.5	0.28
2.5	2.50	39.75	0.0242	22304	0.0476	47.6	0.0423	42.3	0.20
3.0	3.00	47.70	0.0181	16759	0.0357	35.7	0.0316	31.6	0.15
3.5	3.50	55.65	0.0137	12569	0.0268	26.8	0.0238	23.8	0.11
4.0	4.00	63.60	0.0103	9404	0.0201	20.1	0.0180	18.0	0.08
4.5	4.50	71.55	0.0076	7050	0.0150	15.0	0.0136	13.6	0.06
5.0	5.00	79.50	0.0057	5288	0.0112	11.2	0.0101	10.1	0.05
5.5	5.50	87.45	0.0043	4032	0.0083	8.3	0.0075	7.5	0.04
6.0	6.00	95.40	0.0032	2973	0.0062	6.2	0.0056	5.6	0.03
6.5	6.50	103.35	0.0024	2230	0.0046	4.6	0.0042	4.2	0.02
7.0	7.00	111.30	0.0018	1675	0.0034	3.4	0.0031	3.1	0.02
7.5	7.50	119.25	0.0014	1256	0.0026	2.6	0.0023	2.3	0.01
8.0	8.00	127.20	0.0010	940	0.0019	1.9	0.0018	1.8	0.01
8.5	8.50	135.15	0.0008	705	0.0014	1.4	0.0013	1.3	0.01
9.0	9.00	143.10	0.0006	529	0.0010	1.0	0.0010	1.0	0.01
9.5	9.50	151.05	0.0004	397	0.0007	0.7	0.0007	0.7	0.01
10.0	10.00	159.00	0.0003	298	0.0005	0.5	0.0005	0.5	0.01
10.5	10.50	166.95	0.0002	223	0.0004	0.4	0.0004	0.4	0.01
11.0	11.00	174.90	0.0002	174	0.0003	0.3	0.0003	0.3	0.01
11.5	11.50	182.85	0.0001	126	0.0002	0.2	0.0002	0.2	0.01
12.0	12.00	190.80	0.0001	94	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
12.5	12.50	198.75	0.0001	70	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
13.0	13.00	206.70	0.0001	53	0.0001	0.1	0.0001	0.1	0.01
13.5	13.50	214.65	0.0001	40	0.0001	0.0	0.0001	0.0	0.01
14.0	14.00	222.60	0.0001	30	0.0001	0.0	0.0001	0.0	0.01

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 90° dengan kuat arus 80 Ampere diperoleh grain size number 10,5 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0094 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan µm (mikrometer) maka besar nilai butir adalah sebesar 9,4 µm.

Pengujian struktur mikro kampuh v 90° arus 90A

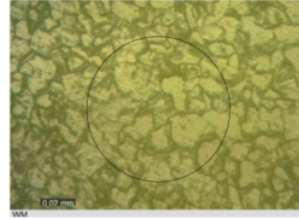


(a)



(b)

Gambar 17 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 90A (a); HAZ, (b); weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x)



(b)

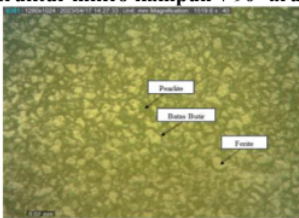
Gambar 18 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 80A (a); HAZ, (b); weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x)

Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= 34 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{34}{(471/1500)} = 108,28 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{108,28} = 0,009 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,009] - 3,298 \\
 &= 10,298 \approx 10
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

Grain Size No.	N_A Grains/Unit Area	A Average Grain Area μm^2	\bar{D} Average Diameter μm	\bar{T} Mean Intercept μm	N_V				
0.0	0.25	3.38	0.2591	250064	0.0000	690.0	0.4625	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	12052	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	81230	0.2021	202.1	0.2891	289.1	3.72
1.0	1.00	15.90	0.0845	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0806	46620	0.2196	219.6	0.1803	180.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0753	32258	0.1796	179.6	0.1500	150.0	6.25
2.5	2.63	43.04	0.0728	22810	0.1510	151.0	0.1248	124.8	7.43
3.0	3.00	62.00	0.0711	16129	0.1270	127.0	0.1126	112.6	8.84
3.5	3.68	87.68	0.0714	11405	0.1088	108.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	4.00	124.00	0.0706	8065	0.0986	98.6	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.21	175.36	0.0670	5703	0.0735	73.5	0.0673	67.3	14.67
5.0	16.00	248.00	0.0643	4032	0.0566	56.6	0.0500	50.0	17.68
5.5	22.63	353.73	0.0628	2891	0.0524	52.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.0602	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.0583	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	962.00	0.0561	1000	0.0318	31.8	0.0293	29.3	35.26
7.5	90.51	1402.01	0.0537	713	0.0267	26.7	0.0258	25.8	42.04
8.0	126.00	1984.00	0.0509	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.02	0.0478	356	0.0189	18.9	0.0166	16.6	59.46
9.0	250.00	3960.00	0.0452	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	342.04	5511.04	0.0433	178	0.0133	13.3	0.0118	11.8	84.09
10.0	468.00	7560.00	0.0412	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	648.00	10440.00	0.0391	90	0.0091	9.0	0.0079	7.9	118.2
11.0	882.00	14256.00	0.0370	66	0.0070	6.6	0.0060	6.0	139.2
11.5	1188.00	19272.00	0.0350	48	0.0050	4.8	0.0044	4.4	164.4
12.0	1584.00	26184.00	0.0330	36	0.0036	3.6	0.0032	3.2	196.0
12.5	2106.00	35286.00	0.0310	27	0.0027	2.7	0.0024	2.4	237.0
13.0	2808.00	47424.00	0.0290	20	0.0020	2.0	0.0018	1.8	288.0
13.5	3726.00	63816.00	0.0270	15	0.0015	1.5	0.0014	1.4	348.0
14.0	4932.00	85680.00	0.0250	11	0.0011	1.1	0.0010	1.0	420.0



(a)

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 90° dengan kuat arus 90 Ampere diperoleh grain size number 10 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0112 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan μm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 11,2 μm .

Pengujian struktur mikro kampuh v 90° arus 100A

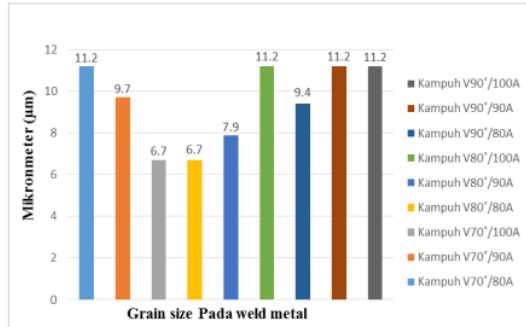
Analisa hasil struktur mikro diatas didapatkan data berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= 44 \text{ Titik} \\
 M &= 1500x \\
 L_T &= (\text{Keliling Lingkaran}) = (150 \times \pi) = 471 \\
 P_L &= \frac{44}{(471/1500)} = 140,12 / \text{mm} \\
 L_3 &= \frac{1}{N_L} = \frac{1}{P_L} = \frac{1}{140,12} = 0,007 \\
 G &= [-6,646 \log L_3] - 3,298 \\
 G &= [-6,646 \log 0,007] - 3,298 \\
 &= 10,96 \approx 11
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai G untuk mengetahui berapa diameter butir yang diperoleh dapat dilihat pada tabel grain size number dibawah ini.

Grain Size No.	N_A Grains/Unit Area	A Average Grain Area μm^2	\bar{D} Average Diameter μm	\bar{T} Mean Intercept μm	N_V				
0.0	0.25	3.38	0.2591	250064	0.0000	690.0	0.4625	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	12052	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	81230	0.2021	202.1	0.2891	289.1	3.72
1.0	1.00	15.90	0.0845	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0806	46620	0.2196	219.6	0.1803	180.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0753	32258	0.1796	179.6	0.1500	150.0	6.25
2.5	2.63	43.04	0.0728	22810	0.1510	151.0	0.1248	124.8	7.43
3.0	3.00	62.00	0.0711	16129	0.1270	127.0	0.1126	112.6	8.84
3.5	3.68	87.68	0.0714	11405	0.1088	108.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	4.00	124.00	0.0706	8065	0.0986	98.6	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.21	175.36	0.0670	5703	0.0735	73.5	0.0673	67.3	14.67
5.0	16.00	248.00	0.0643	4032	0.0566	56.6	0.0500	50.0	17.68
5.5	22.63	353.73	0.0628	2891	0.0524	52.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.0602	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.0583	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	962.00	0.0561	1000	0.0318	31.8	0.0293	29.3	35.26
7.5	90.51	1402.01	0.0537	713	0.0267	26.7	0.0258	25.8	42.04
8.0	126.00	1984.00	0.0509	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.02	0.0478	356	0.0189	18.9	0.0166	16.6	59.46
9.0	250.00	3960.00	0.0452	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	342.04	5511.04	0.0433	178	0.0133	13.3	0.0118	11.8	84.09
10.0	468.00	7560.00	0.0412	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	648.00	10440.00	0.0391	90	0.0091	9.0	0.0079	7.9	118.2
11.0	882.00	14256.00	0.0370	66	0.0070	6.6	0.0060	6.0	139.2
11.5	1188.00	19272.00	0.0350	48	0.0050	4.8	0.0044	4.4	164.4
12.0	1584.00	26184.00	0.0330	36	0.0036	3.6	0.0032	3.2	196.0
12.5	2106.00	35286.00	0.0310	27	0.0027	2.7	0.0024	2.4	237.0
13.0	2808.00	47424.00	0.0290	20	0.0020	2.0	0.0018	1.8	288.0
13.5	3726.00	63816.00	0.0270	15	0.0015	1.5	0.0014	1.4	348.0
14.0	4932.00	85680.00	0.0250	11	0.0011	1.1	0.0010	1.0	420.0

Dapat dilihat dari tabel di atas, hasil dari perhitungan besar butiran pada baja SS400 kampuh V 90° dengan kuat arus 100 Ampere diperoleh grain size number 11 didapatkan besar diameter butir adalah 0,0079 mm apabila dikonversikan ke dalam satuan μm (mikronmeter) maka besar nilai butir adalah sebesar 7,9 μm .



Gambar 19 Grafik Perbandingan besar butir pada Weld Metal

Dapat dilihat pada tabel *grain size number* ASTM E – 112 nilai dari hasil perhitungan besar butir pada material baja SS 400 di area Weld Metal dengan variasi kampuh V 70°, 80°, 90° dengan kuat arus 80, 90, 100 Ampere, diperoleh hasil nomor *Grain size* paling besar 11,2 dengan besar diameter butir 0,0112 mm dan didapatkan juga hasil nomor *Grain size* paling kecil 6,7 dengan besar diameter butir 0,0067 mm. Butir yang membesar mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan pada material tersebut.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data diatas pengaruh dia⁵ter kampuh dan arus pada pengelasan baja SS400, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari Hasil Pengujian NDT (Dye penetrant), jumlah cacat paling banyak ada pada variasi sudut kampuh V 70° arus 100 A sebanyak 5 titik, dan sudut kampuh V 90° arus 100 A yaitu sebanyak 5 titik dengan jenis cacat las porosity dan spatter, disebabkan karena terlalu besar arus yang digunakan mengakibatkan terjadinya percikan logam las yang banyak. Sedangkan untuk jumlah cacat las yang paling sedikit ada pada variasi sudut kampuh V 90° arus 90 A dengan tidak adanya jumlah cacat pada spesimen tersebut.

2. Dari hasil pengujian Tarik, nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada variasi sudut kampuh 70° Arus 100 Ampere dengan nilai tegangan maksimum rata – rata 52,29 kg/mm² dengan nilai regangan 6,29 %. Dan untuk nilai 21 ndah didapat pada variasi sudut kampuh 80° Arus 90 Ampere dengan nilai tegangan maksimum rata – rata 44,01 kg/mm² dengan nilai regangan 6,18 %.

Untuk Sudut kampuh yang semakin kecil akan semakin kuat untuk sambungan pengelasan dan semakin besar sudut kampuh akan semakin lemah untuk sambungan pengelasan.

Jadi arus 100 Ampere bisa mempengaruhi penetrasi dan kecepatan pencairan logam las pada proses pengelasan dengan merata dan dapat membuat kekuatan material semakin ulet. Sedangkan untuk arus 90 Ampere penetrasi dan kecepatan pencairan logam las rendah, hal ini membuat proses pengelasan tidak merata dan membuat kekuatan material getas.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi kampuh dan arus harus disesuaikan sesuai dengan standar atau spesifikasi pengelasannya.

3. Dari hasil pengujian struktur mikro, nilai besar butiran pada material baja SS 400 di area Weld Metal dengan variasi kampuh V 70°, 80°, 90° dengan kuat arus 80, 90, 100 Ampere, diperoleh hasil nomor *Grain size* paling besar 11,2 dengan besar diameter butir 0,0112 mm dan didapatkan juga hasil nomor *Grain size* paling kecil 6,7 dengan besar diameter butir 0,0067 mm. Butir yang membesar mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan pada material tersebut.

Saran

- Gunakan APD atau peralatan sefty pada saat proses pengelasan dan pembuatan spesimen agar mengurangi tingkat bahaya dan kecelakaan kerja pada saat proses pengelasan dan pembuatan spesimen berlangsung.
- Pada penelitian ini harus diperhatikan syarat dan ketentuan yang diberikan dalam pengujian struktur mikro agar tidak terjadi kesalahan.

REFERENSI

- AWS (American Welding Society) An American Nation Standart D1.1, 2015, Structural Welding Code – Steel.
- ASTM International (E8/E8M-04). 2010. Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials. United States Of American.
- Fenoria, P., 2010. Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan. Palembang.
- Santoso, J., 2006. Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018. Unversitas Negeri Semarang.
- Setiawan, F., 2016. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus Dengan Las SMAW Pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik. Jurnal Teknik Mesin Umsida
- Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie., 1996. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Didik Setiawan, I., 2019. Analisa Cacat Las Pada Pengelasan SMAW BUTT JOINT dengan Variasi Arus. JTM- Jurnal Teknik Mesin, Volume 2 no 2, pp. 53-62.
- Romadhoni, S. M., 2016. Job Sheet Pengujian Tak Merusak (Non Destructive Testing). Teknik Perkapalan. Bengkalis Riau..
- Santoso, S. & H., 2015. Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW dengan Elektroda E7016. Jurnal Teknik Mesin, Volume 1, pp. 56-64.
- Romadhoni, I. F., 2021. Studi Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik dan Cacat Pengelasan Pada Baja ST 42. INVENTOR, Journal Of Science And Technology, Volume 2 No 1, 5-10.

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	jurnal.poltekba.ac.id Internet Source	2%
2	123dok.com Internet Source	1%
3	core.ac.uk Internet Source	1%
4	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1%
5	e-jurnal.pnl.ac.id Internet Source	<1%
6	text-id.123dok.com Internet Source	<1%
7	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1%
8	www.slideshare.net Internet Source	<1%

9	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
10	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
11	M.H. Lin, C. Tomasi. "Surfaces with occlusions from layered stereo", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2004 Publication	<1 %
12	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
13	jurnal.uui.ac.id Internet Source	<1 %
14	id.123dok.com Internet Source	<1 %
15	ml.scribd.com Internet Source	<1 %
16	Submitted to Universitas Nasional Student Paper	<1 %
17	adoc.pub Internet Source	<1 %
18	docplayer.info Internet Source	<1 %
19	edoc.pub Internet Source	<1 %

20	journal.pnm.ac.id Internet Source	<1 %
21	journal.unugiri.ac.id Internet Source	<1 %
22	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
23	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
24	sipora.polije.ac.id Internet Source	<1 %
25	jurnal.pnk.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On