

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Pengujian Struktur Mikro Pada Kekuatan Tarik dan Bending pada Sambungan Las Terhadap Pengelasan Material Baja SS400

Nely Ana Mufarida^{1*}, Moch. Arif Wibowo²^{1,2}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata No. 49 Jember, Jawa Timur, IndonesiaEmail: ^{1*}nelyana@unmuhjember.ac.id dan ²arifwi1806@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: SMAW, coolant, mechanical properties, current, SS400

ABSTRACT

The welding process is widely used for joining in machine construction and steel construction. One popular welding method today is SMAW. SMAW welding is effective and practical because it only requires simple tools and electrodes in its use. The purpose of this study is to determine the effect of different welding currents on the cooling liquid on the welding results of SS400 steel material. This study uses SMAW welding with an E6013 Ø2.6mm electrode and SS400 steel material. After welding, the specimens were immersed in cooling liquids, namely 10% dromus, radiator coolant, and SAE 40 oil. The results of the research on the SMAW welding process for SS400 steel showed that immersion using SAE 40 oil produced the highest tensile strength at both 80A and 90A currents, which were 28.79 kg/mm² and 28.22 kg/mm², respectively. Meanwhile, the bending test results showed two different outcomes: at 80A current, immersion welding using radiator coolant produced the highest bending strength at 1067.77 kgf/mm², whereas at 90A current, immersion welding using dromus produced the highest bending strength at 1130.22 kgf/mm².

Pendahuluan

Teknik pengelasan banyak digunakan untuk penyambungan pada konstruksi mesin dan konstruksi baja. Pada proses pembuatan sambungan dibuat

menggunakan teknik pengelasan yang lebih ringan dan sederhana. Penerapan proses pengelasan dalam industri konstruksi sangat luas dan mencakup rangka baja, kapal, jembatan, jaringan pipa, dan banyak lagi. Pengelasan disisi lain juga digunakan

*Corresponding author: nelyana@unmuhjember.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i2.6301>

Received 17 Juli 2024; Received in revised form 29 Juli 2024; Accepted 24 September 2024

Available online 30 September 2024

sebagai fungsi reparasi misalnya untuk mengisi lubang hasil cor, pada perkakas membuat lapisan keras, menambal bagian yang aus dan seterusnya [1]. Bidang teknik pengelasan mempunyai berbagai macam metode, salah satunya adalah busur nyala listrik/*Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Penggunaan proses pengelasan SMAW baik pada sambungan struktural maupun dalam pekerjaan yang lain dikarenakan memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas, kegunaan, dan penggunaan di dalam dan di luar ruangan [2]. Pengelasan SMAW ini efektif dan praktis karena hanya membutuhkan alat sederhana dan elektroda dalam penggunaannya, sehingga jenis las ini sangat baik diaplikasikan dalam industri rumah tangga, misalnya pembuatan pagar, atau di lingkungan industri yang memiliki hubungan dengan proses penyambungan material baja [3].

Material baja yang sering digunakan dalam bidang pengelasan adalah SS400. Baja karbon rendah (SS400) memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros dan lain-lain. Baja SS400 mempunyai tingkat keuletan yang tinggi, baja ini dapat dituang dikarenakan permukaannya (*case hardening*), mudah dilas dan ditempa [4].

Salah satu aspek yang mempengaruhi kekuatan sambungan las adalah waktu pengelasan dan panas yang diterima oleh benda atau bahan uji, sehingga besar arus yang digunakan juga sangat berdampak pada hasil sambungan [5]. Perlakuan pasca pengelasan material baja SS400, ketika semakin tinggi densitas suatu media pendingin yang digunakan, maka semakin cepat proses pendinginan. Media yang memiliki densitas tinggi akan memberikan daya pendinginan yang cepat, sehingga dapat mengakibatkan spesimen menjadi getas [6]. Pengelasan spesimen aluminium alloy 6061 yang dilakukan oleh memiliki kesimpulan bahwa pada pengelasan arus 110A, media pendingin minyak jelantah memiliki nilai kekuatan

tarik paling tinggi dibandingkan dengan penggunaan air dan oli SAE40, sedangkan pada pengelasan dengan arus 120A, penggunaan media pendingin air memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi di antara media pendingin lain.

Proses penggunaan media pendinginan ini dilakukan pada saat material dalam keadaan panas. Setelah proses pengelasan, baja langsung dicelupkan pada cairan pendingin. Untuk mendapatkan sifat mekanis yang diinginkan, cukup banyak produsen baja yang menggunakan media oli sebagai cairan pendingin [1]. Dalam hal ini, penulis ingin mencari dan membandingkan media alternatif lain yang dapat didapatkan di sekitar lingkungan produksi/bengkel berupa coolant radiator dan *dromus*. Macam-macam media pendingin tersebut diharapkan dapat memberikan data dan informasi sehingga didapatkan hasil perbandingan sifat mekanis dari baja yang telah dilakukan pendinginan pasca pengelasan yang setidaknya tidak jauh berbeda dari penggunaan media oli.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penulis akan melakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi arus dan penggunaan cairan pendingin pada Pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik, bending dan struktur mikro sambungan las dengan menggunakan 3 macam cairan pendingin yang berbeda. Guna dapat menghasilkan nilai uji tarik, uji bending dan struktur mikro dari variasi arus serta pemberian cairan pendingin yang lebih meningkat dari penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian “Pengaruh Karakterisasi Variasi Cairan Pendingin dan Arus Pada Pengelasan Material Baja SS400 Menggunakan Metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)”.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dimana penelitian eksperimen (*Experimental Research*) merupakan suatu penelitian dengan tujuan berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lainnya dalam kondisi

yang terkontrol secara ketat. Penelitian ini terdiri dari tiga variabel yaitu variabel bebas, variabel terkontrol, dan variabel terikat.

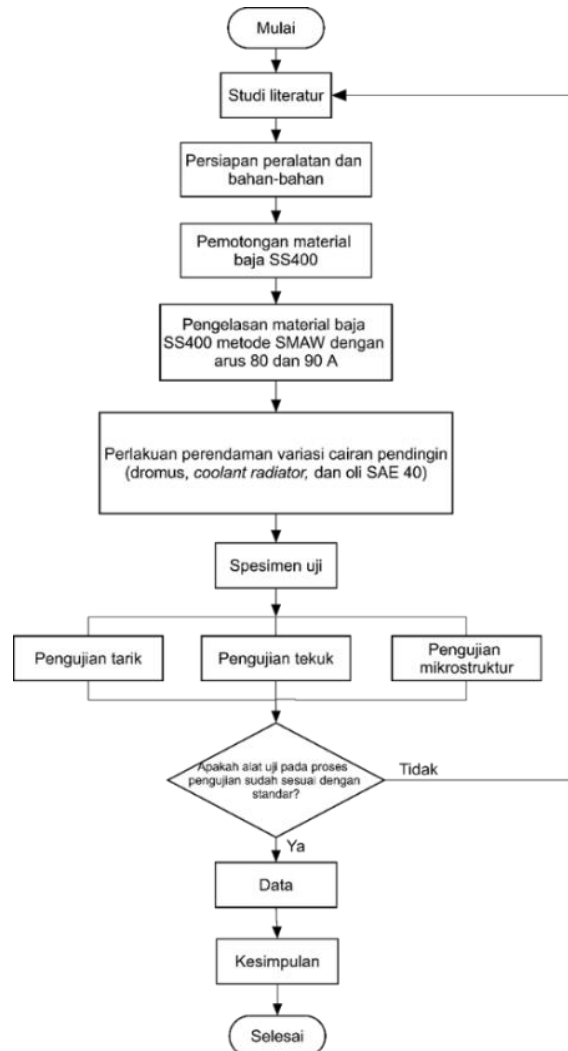
Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah arus pengelasan dan jenis cairan pendingin dengan masing-masing memiliki 3 variasi yang berbeda. Variasi arus pengelasan yakni 80A dan 90A sedangkan untuk cairan pendingin yakni *coolant radiator*, oli SAE40, dan *dromus oil* dengan kadar 10%.

Variabel kontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah material baja SS400, jenis elektroda E 6013 Ø2,6mm, posisi pengelasan 1G, dan pemberian cairan pendingin dengan cara merendam spesimen hingga pendinginan terjadi secara merata.

Variabel terikat pada penelitian ini yakni hasil dari pengujian struktur mikro, pengujian tarik dan pengujian bending sambungan las. Penelitian eksperimen merupakan metode yang sistematis guna membangun hubungan fenomena kausal.

Penelitian eksperimen adalah metode inti dari model penelitian yang menggunakan analisa kuantitatif dan analisa kualitatif terhadap sifat baja SS400 ketika dilakukan pengujian tarik, bending dan struktur mikro. Pada metode eksperimen, peneliti harus melakukan tiga persyaratan yaitu, kegiatan mengontrol, kegiatan manipulasi, dan kegiatan observasi.

Langkah proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir dari penelitian ini dirinci sebagai berikut:

1. Mulai

Tahap awal yang dilakukan guna mempelajari langkah-langkah melakukan penelitian mulai awal hingga akhir.

2. Studi Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari bahan literasi untuk melaksanakan penelitian hingga selesai.

3. Persiapan peralatan dan bahan bahan

Mempersiapkan alat-alat dan bahan-bahan yang akan digunakan untuk melakukan penelitian.

4. Pemotongan material baja SS400

Langkah memotong material baja SS400 menjadi 42 spesimen (36 spesimen untuk pengujian tarik dan tekuk dengan masing-masing 18 spesimen kemudian 6 spesimen untuk dilakukan pengujian struktur mikro).

5. Pengelasan SMAW

Melakukan pengelasan SMAW dengan menggunakan arus 80A dan 90A.

6. Pemberian cairan pendingin

Memberikan cairan pendingin (*dromus*, *coolant radiator* dan Oli SAE 40) dengan cara merendam dan kemudian digerakkan hasil pengelasan ke dalam wadah yang berisi cairan pendingin.

7. Pengujian mikro, tarik, dan tekan sambungan las

Menguji struktur mikro, kekuatan tarik serta bending sambungan las yang telah diberi cairan pendingin.

8. Pengambilan data

Mencatat hasil pengujian struktur mikro, kekuatan tarik serta bending sambungan las yang telah diberi cairan pendingin.

9. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua prosedur sebelumnya terlaksana.

10. Selesai

Hasil dan Pembahasan

• Hasil Pengujian Tarik

Pengujian Tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM E8, pada tanggal 26 Februari 2024 yang bertempat di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Spesimen uji tarik yang digunakan untuk penelitian ini adalah SS400 dengan menggunakan sambungan las SMAW. Hasil kekuatan tarik diperoleh dari gaya tarik (F) dibagi dengan luas penampang spesimen (A_o). Setiap variabel penelitian dilakukan tiga kali pengulangan.

Berikut data hasil pengujian tarik sambungan las:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik

Kode	Arus	Cairan Pendingin	F _{maks} (kg)	F _{rata-rata} (kg)
T1	80	Dromus	2726,4	2797,267
T2			2823	
T3			2842,4	
T4			2597	
T5	90	Coolant Radiator	2558,6	2641,267
T6			2768,2	
T7			2807	
T8	80	Coolant Radiator	2608,8	2776,2
T9			2912,8	
T10	90	Oli SAE 40	2717,8	2713,133
T11			2727,6	
T12			2694	
T13			2946	
T14	80	Oli SAE 40	2862,4	2896,933
T15			2882,4	
T16	90	Oli SAE 40	2828,6	2822,2
T17			2848	
T18			2790	

1. Tegangan Tarik Sambungan Las Arus 80A

Pengujian tarik baja SS400 yang telah mengalami proses pengelasan SMAW menggunakan arus pengelasan 80A dengan variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40 diperoleh angka kekuatan tarik baja SS400 yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 2. Tegangan Tarik Sambungan Las Arus 80A

No.	Cairan Pendingin	F _{maks} (kg)	σ (kg/mm ²)
1.	Dromus	2797,27	27,97
2.	Coolant Radiator	2776,2	27,76
3.	Oli SAE 40	2896,933	28,97

Berdasarkan data dari hasil pengujian tarik spesimen yang menggunakan arus pengelasan 80A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (*dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan tarik sebesar 28,97 kg/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan *coolant radiator* dengan nilai tegangan tarik sebesar 27,76 kg/mm².

2. Tegangan Tarik Sambungan Las Arus 90A

Pengujian tarik baja SS400 yang telah mengalami proses pengelasan SMAW menggunakan arus pengelasan 90A dengan variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40 diperoleh angka kekuatan tarik baja SS400 yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

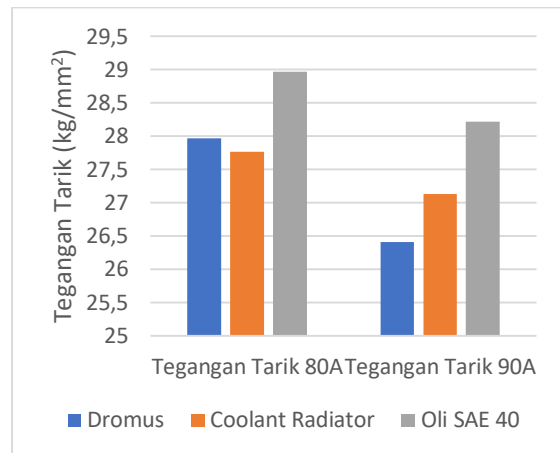
Tabel 3. Tegangan Tarik Sambungan Las Arus 90A

No.	Cairan Pendingin	F_{maks} (kg)	σ (kg/mm ²)
1.	Dromus	2641,267	26,41
2.	Coolant Radiator	2713,133	27,13
3.	Oli SAE 40	2822,2	28,22

Berdasarkan data dari hasil pengujian tarik spesimen yang menggunakan arus pengelasan 90A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (*dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan tarik sebesar 28,22 kg/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan *dromus* dengan nilai tegangan tarik sebesar 26,41 kg/mm².

Salah satu faktor kemampuan media pendingin dalam mendinginkan spesimen adalah viskositas media pendingin [7]. Nilai viskositas dari Oli SAE40 merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan *coolant radiator* dan *dromus*. Oli SAE40 memiliki nilai viskositas sebesar 12,5 cP, *coolant radiator* sebesar 4 cP dan *dromus* sebesar 3 cP [8]. Melalui kesimpulan dari penelitian [6], bahwa semakin tinggi viskositas media pendingin semakin tinggi pula tegangan tarik yang dihasilkan maka dalam kekuatan tarik media pendingin Oli SAE40 merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan alternatif media pendingin *dromus* dan *coolant radiator*.

Berdasarkan data dari arus 80A dan 90A dengan pemberian variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator* dan oli, didapatkan diagram tegangan tarik seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Tegangan Tarik Spesimen Las

- Hasil Pengujian Tekuk (*Bending*)

Pengujian Tekuk (*Bending*) dilakukan berdasarkan standar ASTM D790, pada tanggal 26 Februari 2024 yang bertempat di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Spesimen uji tekuk (*bending*) yang digunakan untuk penelitian ini adalah SS400 dengan menggunakan sambungan las SMAW. Hasil kekuatan tekuk (*bending*) diperoleh dari besarnya gaya beban (P) dan tegangan lentur maksimal (σ Max). Setiap variabel penelitian dilakukan tiga kali pengulangan.

Berikut data hasil pengujian tekuk (*bending*) sambungan las:

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Tekuk (Bending)

Kode	Arus	Cairan Pendingin	P_{maks} (kgf)	$P_{rata-rata}$ (kgf)
B1	80	Dromus	4302,2	4248,6267
B2			4104,24	
B3			4339,44	
B4			4753	
B5	90	Dromus	5129,32	4709,2267
B6			4245,36	
B7			4141,48	
B8	80	Coolant Radiator	4353,16	4449,0533
B9			4852,52	
B10			4390,4	
B11	90	Coolant Radiator	4076,8	4117,3067
B12			3884,72	
B13	80	Oli SAE 40	3294,76	3889,9467
B14			4133,64	
B15			4241,44	
B16			3882,76	
B17	90	Oli SAE 40	4347,28	4172,84
B18			4288,48	

1. Tegangan Lengkung Sambungan Las Arus 80A

Pengujian tekuk (*bending*) baja SS400 yang telah mengalami proses pengelasan SMAW menggunakan arus pengelasan 80A dengan variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE40 diperoleh angka kekuatan tekuk (*bending*) baja SS400 yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 5. Tegangan Lengkung Sambungan Las Arus 80A

No.	Cairan Pendingin	P_{maks} (kgf)	σ_h (kgf/mm ²)
1.	Dromus	4248,63	1019,67
2.	Coolant Radiator	4449,05	1067,77
3.	Oli SAE 40	3889,95	921,30

Berdasarkan tabel dan grafik dari hasil pengujian tekuk (*bending*) spesimen yang menggunakan arus pengelasan 80A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (*dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan tegangan lengkung tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan *coolant radiator* dengan nilai tegangan lengkung sebesar 1067,77 kgf/mm². Sedangkan nilai tegangan lengkung terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan lengkung sebesar 921,30 kgf/mm².

2. Tegangan Lengkung Sambungan Las Arus 90A

Pengujian tekuk (*bending*) baja SS400 yang telah mengalami proses pengelasan SMAW menggunakan arus pengelasan 90A dengan variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40 diperoleh angka kekuatan tekuk (*bending*) baja SS400 yang dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

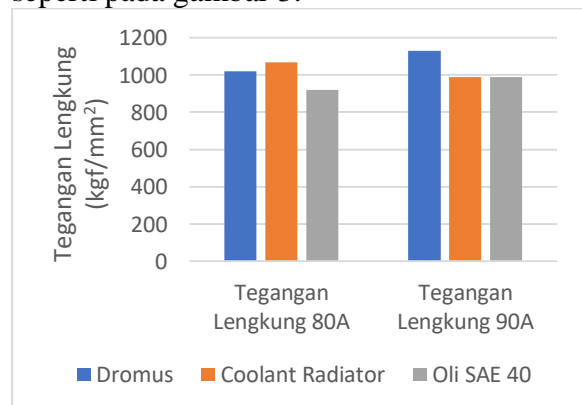
Tabel 6. Tegangan Lengkung Sambungan Las Arus 90A

No.	Cairan Pendingin	P_{maks} (kgf)	σ_h (kgf/mm ²)
1.	Dromus	4709,23	1130,22
2.	Coolant Radiator	4117,31	988,15
3.	Oli SAE 40	4172,84	988,30

Berdasarkan tabel dan grafik dari hasil pengujian tekuk (*bending*) spesimen yang menggunakan arus pengelasan 90A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (*dromus*, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan tegangan lengkung tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan *dromus* dengan nilai tegangan lengkung sebesar 1130,22 kgf/mm². Sedangkan nilai tegangan lengkung terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan *coolant radiator* dengan nilai tegangan lengkung sebesar 988,15 kgf/mm².

Adanya perbedaan laju pendinginan pada media pendingin berpengaruh pada hasil kekuatan tekuk masing-masing spesimen [9]. Semakin tinggi viskositas suatu media maka semakin lambat laju pendinginannya. Material akan bersifat getas ketika pendinginan terjadi secara lambat. Oli SAE40 mempunyai laju pendinginan yang lebih lambat daripada *dromus* dan *coolant radiator* [10].

Berdasarkan data dari arus 80A dan 90A dengan pemberian variasi cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator* dan oli, didapatkan diagram tegangan lengkung seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Tegangan Lengkung Sambungan Las

- Hasil Pengujian Mikrostruktur

Berdasarkan hasil pengujian mikrostruktur pada sambungan las material baja SS400 didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Mikrostruktur Pembesaran 300x

Kode	Arus	Cairan Pendingin	Gambar Mikrostruktur
M1	80	Dromus	
M2	90		
M3	80	Coolant Radiator	
M4	90		
M5	80	Oli SAE 40	
M6	90		

Keterangan:

- Area terang menunjukkan fasa *ferrite*
- Area gelap menunjukkan fasa *sementite*
- Area seperti tumpukan pelat yakni gabungan antara *ferrite* dan *sementite* yang disebut *perlite*
- Area berbentuk kristal disebut *martensite*

Tabel di atas merupakan hasil pengujian struktur mikro pada daerah *weld metal* (WM) spesimen pengelasan baja SS400 variasi arus 80A dan 90A serta

perlakuan perendaman cairan pendingin menggunakan *dromus*, *coolant radiator*, dan Oli SAE 40 terbentuk fasa *ferrite*, *perlite* dan *martensite*.

Dromus Arus 80A	Dromus Arus 90A
70% ferrit, 20% perlit, 10% martensit	70% ferrit, 20% perlit, 10% martensit

Pada spesimen dengan perlakuan perendaman menggunakan cairan *dromus* dengan arus 80A menunjukkan hasil yakni fasa *ferrite* sebesar 70%, *perlite* 20%, dan terdapat beberapa fasa *martensite* 10%. Sedangkan pada arus 90A menunjukkan hasil yang sama.

Coolant radiator Arus 80A	Coolant radiator Arus 90A
60% ferrit, 30% perlit, 10% martensit	70% ferrit, 20% perlit, 10% martensit

Pada spesimen dengan perlakuan perendaman menggunakan cairan *coolant radiator* arus 80A menunjukkan hasil *ferrite* 60%, *perlite* 30%, dan *martensite* 10%. Sedangkan pada arus 90A menunjukkan hasil *ferrite* 70%, *perlite* 10%, dan *martensite* 20%.

Oli SAF40 Arus 80A	Oli SAF40 Arus 90A
75% ferrit, 20% perlit, 5% martensit	60% ferrit, 35% perlit, 5% martensit

Pada spesimen dengan perlakuan perendaman menggunakan cairan Oli SAE40 dengan arus 80A menunjukkan hasil *ferrite* 75%, *perlite* 20%, dan *martensite* 5%. Sedangkan pada arus 90A menunjukkan hasil *ferrite* 60%, *perlite* 35%, dan *martensite* 5%.

Perbandingan struktur mikro antara masing-masing pembeda dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 8. Perbandingan Struktur Mikro

Cairan Pendingin	Arus Pengelasan (A)	
	80 A	90 A
<i>Dromus</i>	70% <i>ferrite</i> , 20% <i>perlite</i> , dan 10% <i>martensite</i>	70% <i>ferrite</i> , 20% <i>perlite</i> , dan 10% <i>martensite</i>
<i>Coolant radiator</i>	60% <i>ferrite</i> , 30% <i>perlite</i> , dan 10% <i>martensite</i>	70% <i>ferrite</i> , 20% <i>perlite</i> , dan 10% <i>martensite</i>
Oli SAE40	75% <i>ferrite</i> , 20% <i>perlite</i> , dan 5% <i>martensite</i>	60% <i>ferrite</i> , 35% <i>perlite</i> , dan 5% <i>martensite</i>

Fasa *ferrite* yakni larutan karbon dalam keadaan padat pada besi murni, fasa ini mengakibatkan material memiliki sifat lunak namun ulet. Fasa *perlite* yaitu pencampuran antara fasa *ferrite* dan *sementite*, sifat yang diwariskan dari fasa ini adalah keras, kuat dan ulet. Fasa *martensite* tercipta karena adanya pendinginan secara cepat, fasa ini mengakibatkan material memiliki sifat kuat dan keras namun getas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proses pengelasan dengan metode SMAW (*Shielded Metal Arc*

Welding) material baja SS400, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan Oli SAE 40 menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi baik pada arus 80A maupun 90A yakni sebesar 28,97 kg/mm² dan 28,2 kg/mm². Variasi arus pengelasan memberikan sedikit pengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan las, sedangkan cairan pendingin memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las.

Hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan *coolant radiator* menghasilkan kekuatan tekuk (*bending*) paling tinggi pada arus 80A sebesar 1067,77 kgf/mm². Sedangkan pada arus 90A, hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan *dromus* menghasilkan kekuatan tekuk (*bending*) paling tinggi yakni sebesar 1130,22 kgf/mm². Variasi arus pengelasan dan cairan pendingin memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan bending sambungan las.

Hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman cairan pendingin *dromus*, *coolant radiator* dan Oli SAE40 menghasilkan struktur yang hampir serupa dengan fasa *ferrite*, *perlite*, dan *martensite* dengan sifat cukup ulet, tangguh dan keras. Sedangkan, hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman Oli SAE40 menghasilkan struktur yang berbeda dengan sedikitnya fasa *martensite* yang mengakibatkan sifat material menjadi ulet, tangguh namun tidak begitu keras. Berdasarkan hasil struktur mikro di atas, semakin banyak *perlite* maka material semakin tangguh sedangkan *martensite* mengakibatkan material menjadi keras atau getas. Sedangkan struktur *ferrite* mengakibatkan material menjadi lunak namun ulet.

Referensi

- [1] H. Bisri And Y. Yunus, "Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Pengelasan Smaw Material Baja

- Ss400 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Yunus Abstrak,” *J. Tek. Mesin Unesa*, Vol. 10, No. 03, Pp. 55–60, 2022.
- [2] A. Muhammad, D. H. T. Prasetyo, And D. Wahyudi, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Dengan Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja St-37,” *J-Proteksion*, Vol. 6, No. 2, Pp. 49–55, 2022, Doi: 10.32528/Jp.V6i2.6917.
- [3] A. R. Fachrudin, F. A. F. Astuti, M. E. Martawati, And A. Hanif, “Pelatihan Pengelasan Smaw Bagi Karang Taruna Kelurahan Temas Kecamatan Batu Kota Batu,” *J. Abdimas Bina Bangsa*, Vol. 2, No. 1, Pp. 14–19, 2021, Doi: 10.46306/Jabb.V2i1.56.
- [4] A. Apriatun, Taufikurahman, And E. Sundari, “Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah St 37,” *Mach. J. Teknol. Terap.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 23–27, 2021.
- [5] A. Nawiko, Rosehan, And M. S. Y. Lubis, “Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Smaw Terhadap Uji Tarik Sambungan Bahan Astm A36,” *J. Syntax Transform.*, Vol. 3, No. 05, Pp. 802–808, 2022, Doi: 10.46799/Jst.V3i5.567.
- [6] Iswanto, E. Widodo, P. H. Tjahjanti, And D. N. Rohman, “Pengaruh Viskositas Cairan Pendingin Pasca Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Fisik Baja St 37,” *J. Rotasi*, Vol. 23, No. 1, Pp. 13–17, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/32532>
- [7] D. A. Tyagita And A. Irawan, “Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Smaw Plat Baja St 37 Dengan Pendingin Liquid The Tensile Strength Of Smaw Steel Plate Welded St 37 With Liquid Coolers,” *J. Ilm. Inov.*, Vol. 16, No. 3, 2016.
- [8] S. Kristiadi, U. Lesmanah, And A. Raharjo, “Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Mikrostruktur Pada Pengecoran Aluminium 6061,” *J. Tek. Mesin*, Pp. 6–13, 2023, [Online]. Available: <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jts/article/view/20665>
- [9] G. Y. Pratama And Y. Yunus, “Pengaruh Post Weld Heat Treatment (Pwht) Dengan Variasi Media Pendinginan Hasil Pengelasan Smaw Pada Pipa Kilang Astm A 106 Grade B Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro,” *J. Tek. Mesin*, Vol. 10, No. 03, Pp. 69–76, 2022.
- [10] Yunaidi And S. Harnowo, “Pendingin Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Quenching Baja St 60,” *J. Tek. Mesin Politek. Lpp Yogyakarta*, Pp. 57–63, 2015.