

PENGARUH *PREHEAT* DAN VARIASI ARUS PENGELASAN PADA MATERIAL SA 516 G70 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO

Simon Frans Welly S

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: simon.19022@mhs.unesa.ac.id

Novi Sukma Drastiawati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: novidrastiawati@unesa.ac.id

Abstrak

Material SA 516 G70 merupakan material khusus yang dalam implementasinya digunakan untuk pembuatan bejana tekan. Permasalahan yang sering terjadi dalam industri fabrikasi bejana tekan adalah kerusakan pada daerah hasil pengelasan disebabkan karena kurang ketatnya pengawasan terhadap parameter *heat input* pengelasan, kelembaban pada area sekitar pengelasan dan terjadi perbedaan temperatur antara sumber panas lokal dengan material induk. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh *preheat* dan variasi arus pengelasan SMAW terhadap uji impak, tarik dan pengamatan struktur mikro. Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dengan metode kuantitatif. Variasi arus yang digunakan yaitu 120 A, 130 A, 140 A, dan perlakuan *preheat* 200°C. Pengujian yang digunakan yaitu uji impak, tarik dan pengamatan metalografi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwasannya perlakuan *preheat* dan peningkatan arus pengelasan berpengaruh terhadap hasil uji tarik, ketangguhan dan pengamatan metalografi. Nilai ketangguhan tertinggi terdapat pada spesimen perlakuan pada kuat arus 110 A sebesar 0,81 J/mm² sedangkan terendah pada spesimen tanpa perlakuan *preheat* dengan arus 140 A sebesar 0,482 J/mm². Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen perlakuan pada kuat arus 140 A sebesar 536,627 MPa sedangkan terendah pada spesimen tanpa perlakuan *preheat* dengan arus 120 A sebesar 503 MPa. Hasil dari pengamatan struktur mikro yang terjadi yaitu ferit dan perlit.

Kata Kunci: Material SA 516 G70, Bejana Tekan, Arus Las, Pemanasan Awal.

Abstract

SA 516 G70 material is a special material which is used in the manufacture of pressure vessels. The problem that often occurs in the pressure vessel fabrication industry is damage to the weld area caused by a lack of strict control over the parameters of the welding heat input, humidity in the area around the welding and the temperature difference between the local heat source and the parent material. The purpose of this study was to determine the effect of preheat and SMAW welding current variations on impact, tensile and microstructure observations. This type of research used is experimental with quantitative methods. Current variations used are 120 A, 130 A, 140 A, and 200 °C preheat treatment. The tests used were impact, tensile and metallographic observations. The results of this study indicate that the preheat treatment and the increase in the light current affect the results of the tensile test, toughness and metallographic observations. The highest toughness value was found in the specimens treated with a current of 110 A of 0.81 J/mm² while the lowest was in the specimen without preheat treatment with a current of 140 A of 0.482 J/mm². The highest tensile strength value was found in the treated specimen at 140 A current of 536,627 MPa while the lowest was in the specimen without preheat treatment with 120 A current of 503 MPa. The results of observing the microstructure that occurs are ferrite and pearlite.

Keywords: Material SA 516 G70, Pressure Vessel, Current Weld, Preheat.

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari proses manufaktur, karena memiliki peran penting pada semua rekayasa logam dan perbaikan. Pengertian las yaitu proses penyambungan logam atau non logam dengan pemanasan menggunakan bahan tambahan yang telah mengalami proses pencairan. Proses peleburan bahan tambahan ini dicampur dengan logam induk yang akan membentuk suatu sambungan (Khaqiqi et al., 2021). Terdapat berbagai jenis pengelasan yang biasa digunakan dalam proses manufaktur, salah satunya yaitu pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

Pengelasan SMAW adalah proses penyambungan logam yang menggunakan arus listrik sebagai sumber

panas dan elektroda sebagai bahan tambahan (Azwinur, Jalil, & Husna, 2017). Pengelasan SMAW dipilih karena prosesnya sederhana, ekonomis, hasil pengelasan dievaluasi berdasarkan sifat mekanik dan fisik yang sangat baik, serta memakan biaya yang rendah. Namun, kekurangan dari pengelasan ini sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu elektroda, arus listrik, tegangan dan kecepatan pengelasan.

Beberapa faktor parameter tersebut sangat mempengaruhi hasil pengelasan, maka dari itu harus dilakukan pengawasan sehingga tidak mengalami penurunan nilai sifat mekanik pada material. Parameter las dapat dipantau secara ketat selama proses untuk menghindari kegagalan las dan kerusakan lainnya. Masukan panas merupakan salah satu faktor penentu

dalam pengelasan yang sangat mempengaruhi kekuatan pada hasil las.

Arus yang diberikan selama proses pengelasan memiliki pengaruh besar pada sifat mekanik dan struktur mikro material. Peningkatan arus selama proses pengelasan baja karbon akan mengakibatkan nilai kekuatan tarik bahan yang dilas meningkat, tetapi sifat ketangguhan material menurun (Rahman & Sunyoto, 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rusnoto, 2014) menyatakan bahwa kekuatan mekanik meningkat dengan penambahan temperatur pemanasan awal. Proses pemanasan awal dapat mengubah bentuk dan ukuran daerah las dan HAZ, sehingga meningkatkan kekuatan mekanik daerah las (Yunaidi & Ilman, 2012). Pada penelitian (Lowther et al., 2016) menyatakan semakin kecil ukuran butir yang dihasilkan dan semakin seragam distribusinya maka semakin tinggi nilai kekuatan mekanik yang dihasilkan.

Masalah umum dalam fabrikasi bejana tekan adalah sering terjadi kerusakan pada hasil pengelasan disebabkan karena daerah sekitar pengelasan mengalami kelembaban, kurang ketatnya pengawasan terhadap parameter *heat input* pengelasan dan terjadi perbedaan temperatur antara sumber panas lokal dengan material induk yang lebih dingin. Perbedaan temperatur dapat menyebabkan perbedaan pemuaian dan penyusutan termal serta tegangan sisa tinggi di sekitar daerah yang akan dilas. Pemanasan awal dapat mengurangi perbedaan temperatur pada material induk sehingga masalah seperti tegangan sisa yang berlebihan dapat dikurangi (Harahap, 2013).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis tertarik dan akan melakukan penelitian mengenai topik pengelasan dengan judul "Pengaruh *Preheat* dan Variasi Arus Pengelasan Pada Material SA 516 G70 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro".

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian eksperimental didefinisikan sebagai jenis penelitian yang meneliti efek dari perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali (Sugiyono, 2018). Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental atau *experimental research* dengan metode kuantitatif bertujuan untuk mengetahui hasil uji ketangguhan, tarik dan struktur mikro pada material SA 516 G70 dengan perlakuan *preheat* dan variabel arus las menggunakan metode pengelasan yaitu SMAW (*Shielded Metal Arc Weld*).

Desain eksperimen menggunakan rancangan faktorial 3x2. Faktor I merupakan kuat arus yang terdiri dari tiga taraf yaitu 120 A, 130 A, 140 A dan faktor T merupakan perlakuan dengan dua taraf yaitu tanpa *preheat* dan menggunakan *preheat* 200 °C. Kedua faktor I dan T menghasilkan tiga kombinasi yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Eksperimen Penelitian

Perlakuan	Kuat Arus		
	I ₁	I ₂	I ₃
T ₁	T ₁ I ₁	T ₁ I ₂	T ₁ I ₃

T ₂	T ₂ I ₁	T ₂ I ₂	T ₂ I ₃
----------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Keterangan:

T₁ I₁ = Tanpa *preheat* dengan arus las 120 A.

T₁ I₂ = Tanpa *preheat* dengan arus las 130 A.

T₁ I₃ = Tanpa *preheat* dengan arus las 140 A.

T₂ I₁ = *Preheat* 200°C dengan arus las 120 A.

T₂ I₂ = *Preheat* 200°C dengan arus las 130 A.

T₂ I₃ = *Preheat* 200°C dengan arus las 140 A.

Waktu, Tempat, dan Objek Penelitian

• Tempat

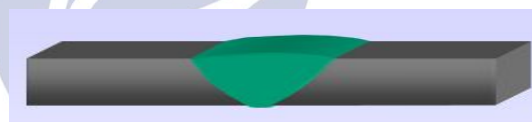
Proses pengelasan dilakukan di PT Boma Bisma Indra dan proses pengujian impak, tarik dan metalografi dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan, Politeknik Negeri Malang.

• Waktu

Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan April 2023 sampai Mei 2023.

• Objek

Objek pada penelitian ini adalah hasil pengelasan material SA 516 G70 dengan menggunakan perlakuan *preheat* dan variasi kuat arus pada sambungan pengelasan *v-butt joint* metode SMAW.



Gambar 1. Sambungan Single V Butt Joint

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas atau variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau penyebab perubahan pada variabel terikat (Sugiyono, 2018). Variabel bebas dari penelitian ini yaitu variasi arus 120A, 130A, dan 140A pada proses pengelasan SMAW.

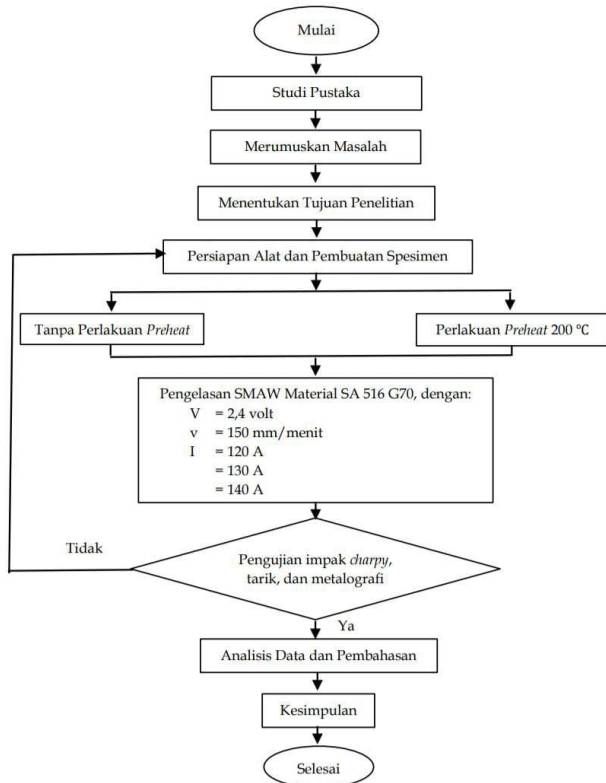
• Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau akibat dari adanya variabel bebas (Sugiyono, 2018). Variabel terikat yang terdapat dalam penelitian ini adalah hasil uji tarik, impak, dan pengamatan metalografi pada pengelasan SMAW material SA 516 G70 menggunakan perlakuan *preheat* dan variasi kuat arus.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang diamati dan dibuat tetap sehingga pengaruh variabel bebas terhadap terikat tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak diteliti (Sugiyono, 2018). Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu menggunakan material SA 516 G70, jenis elektroda E7016 dengan diameter 3,2 mm, sudut kampuh las 60°, jarak antar celah pengelasan (*root gap*) 3 mm, jarak *root face* 3 mm, tanpa perlakuan *preheat*, dengan perlakuan *preheat* 200 °C, kecepatan 150 mm/menit, dan tegangan las 24 volt.

Rancangan Penelitian

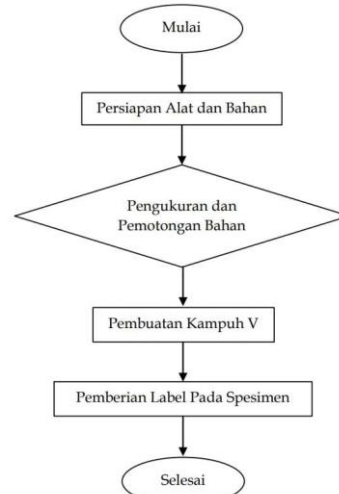


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Keterangan flowchart:

- Mulai;
- Proses diawali dengan studi pustaka yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang topik atau masalah yang sedang diteliti. Informasi ini dapat diperoleh dari buku, jurnal, artikel ilmiah, dan tesis, sehingga diperoleh rumusan masalah dan tujuan penelitian;
- Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan pembuatan spesimen penelitian sesuai dengan standarisasi yang ada;
- Setelah proses pembuatan spesimen telah selesai, jumlah spesimen dibagi menjadi dua. Setengah spesimen mendapatkan perlakuan *preheat* dengan temperatur 200 °C dan setengah lainnya tanpa perlakuan *preheat*;
- Selanjutnya proses pengelasan SMAW dilakukan dengan menggunakan tegangan 24 V, kecepatan 150 mm/menit, dan variasi arus 120 A, 130A, serta 140 A;
- Setelah proses pengelasan telah selesai, dilanjutkan dengan pengujian yang terdiri atas uji tarik, impak *charpy* dan metalografi;
- Proses selanjutnya adalah pengujian, jika mengalami kegagalan, proses akan diulang kembali pada persiapan alat dan pembuatan spesimen, namun ketika pengujian berhasil akan dilanjutkan dengan analisa data dan pembahasan;
- Setelah dilakukannya analisa data dan pembahasan kemudian akan didapatkan kesimpulan dari penelitian;
- Penelitian selesai.

Pembuatan Spesimen



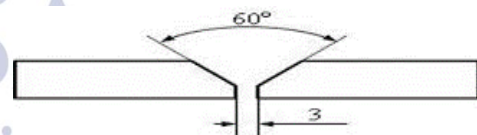
Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Spesimen

Keterangan flowchart pembuatan spesimen:

- Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan;
- Melakukan pengukuran pada bahan sesuai dengan aturan pembuatan spesimen uji impak *charpy* menggunakan standar ASTM E23 yaitu dengan dimensi spesimen 55 mm x 10 mm x 8 mm;
- Selanjutnya melakukan pengukuran pada bahan sesuai dengan aturan pembuatan spesimen pengujian tarik menggunakan standar ASTM E8 dengan dimensi 200 mm x 20 mm x 8 mm;
- Melakukan pemotongan terhadap material sesuai dengan dimensi spesimen yang sudah ditentukan;
- Membuat sudut kampuh ν yaitu 30° pada setiap satu sisi material yang akan dilas;



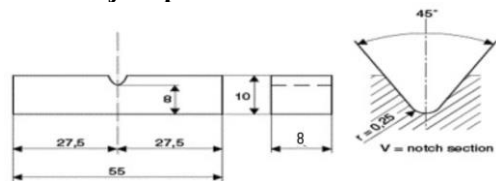
Gambar 4. Sudut Kampuh Las



Gambar 5. Lebar Celah Desain Pengelasan

- Memberikan label pada setiap spesimen uji;
- Pembuatan spesimen uji selesai.

• Spesimen Uji Impak



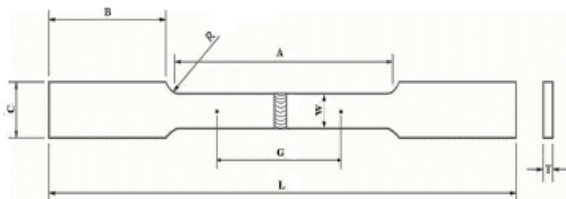
Gambar 6. Spesimen Uji Impak ASTM E23

Keterangan (ASTM E23, 2012):

L – Panjang keseluruhan : 55 mm ± 1 mm

W - Lebar : 10 mm $\pm$ 0,13 mm
 T - Ketebalan : 8 mm $\pm$ 0,13 mm
 Sudut *v-notch* : 45°
 r - Radius of notch : 0,25 mm

• Spesimen Uji Tarik

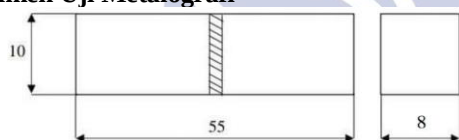


Gambar 7. Spesimen Uji Tarik ASTM E8

Keterangan (ASTM E8, 2016):

G - Gauge length : 50 mm $\pm$ 0,1 mm
 W - Lebar : 12,5 mm $\pm$ 0,2 mm
 T - Ketebalan : 8 mm
 R - Radius fillet : 12,5 mm
 L - Panjang keseluruhan : 200 mm
 A - Panjang paralel : 57 mm
 B - Panjang pegangan : 50 mm
 C - Lebar bagian pegangan : 20 mm

• Spesimen Uji Metalografi



Gambar 8. Spesimen Uji Metalografi

Keterangan:

L - Panjang keseluruhan : 55 mm $\pm$ 1 mm
 W - Lebar : 10 mm
 T - Ketebalan : 8 mm

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif asosiasi. Penelitian deskriptif asosiatif adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih (Sugiyono, 2018). Data yang diperoleh pada uji impact *charpy* dan tarik dideskripsikan dalam bentuk grafik batang atau grafis, selanjutnya diterjemahkan ke dalam bentuk deskriptif, namun hasil pengamatan metalografi akan disajikan dalam bentuk gambar. Model regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap dependen dengan menggunakan *software IBM SPSS Statistics*.

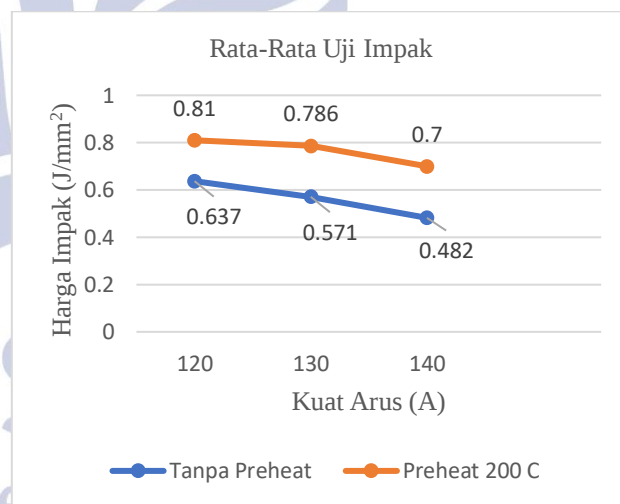
HASIL DAN PEMBAHASAN

• Uji Impact

Proses pengujian impact dilakukan setelah material telah dilas dengan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A serta menggunakan *preheat* 200°C dan tanpa perlakuan *preheat*. Melalui pengujian impact didapatkan hasil uji yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Impact

Arus	TP	A (mm ²)	E (Joule)	HI (J/mm ²)
120 A	A11	80	54,716	0,684
	A12		49	0,616
	A13		48,854	0,611
	Rata-rata		50,971	0,637
	A21	80	64,487	0,806
	A22		63,917	0,799
130 A	A23		64,975	0,812
	Rata-rata		64,46	0,806
	B11	80	44,783	0,56
	B12		45,027	0,563
	B13		47,144	0,589
	Rata-rata		46	0,571
140 A	B21	80	60,66	0,76
	B22		65,138	0,814
	B23		62,696	0,784
	Rata-rata		62,831	0,786
	C11	80	41,363	0,517
	C12		37	0,464
	C13		37,128	0,464
	Rata-rata		38,54	0,482
	C21	80	55,938	0,699
	C22		57,566	0,719
	C23		54,39	0,68
	Rata-rata		55,965	0,699



Gambar 9. Grafik Uji Impact

Dari tabel 2 dan gambar 9 di atas menunjukkan bahwa penggunaan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A, perlakuan *preheat* 200°C dan tanpa perlakuan *preheat* memiliki hasil uji impact yang berbeda-beda. Nilai uji impact tertinggi didapat pada variasi arus 120 A menggunakan perlakuan *preheat* 200°C dengan rata-rata 0,81 J/mm² dan nilai impact terendah didapat pada variasi arus 140 A tanpa perlakuan *preheat* yaitu rata-rata nilai impact sebesar 0,482 J/mm².



Gambar 10. Patahan Spesimen Uji Impak

Gambar 10 di atas menunjukkan patahan dari spesimen uji impak, jenis patahan yang terjadi pada spesimen yaitu patah getas karena permukaan tampak halus, berkilat, bercahaya serta terjadi secara tiba-tiba tanpa terjadinya deformasi plastis terlebih dahulu.

Melalui hasil pengujian di atas terlihat bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan *preheat* dan variasi arus pengelasan terhadap ketangguhan sambungan las, hal ini didukung juga melalui hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan metode regresi linear berganda. Perbedaan signifikan pada hasil setiap spesimen disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- Penurunan nilai ketangguhan pada material disebabkan peningkatan dari nilai kuat arus pada proses pengelasan material SA 516 G70, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ikhsan et al., 2021) menyatakan semakin meningkatnya nilai kuat arus pada pengelasan akan menurunkan nilai dari ketangguhan hasil lasan.
- Penurunan nilai ketangguhan pada material disebabkan oleh peningkatan dari parameter *heat input*, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (E. Wahyudi, 2019) menyatakan masukan panas yang meningkat, cenderung menciptakan penetrasi yang lebih terlihat, dan akan menyebabkan penggetasan pada logam las yang dapat menurunkan nilai dari ketangguhan.
- Penurunan nilai ketangguhan pada material disebabkan peningkatan dari nilai kuat arus pada proses pengelasan material SA 516 G70, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Khotasa, 2016) menyatakan peningkatan arus pengelasan akan sejalan dengan peningkatan dari masukan panas sehingga struktur baja yang terbentuk akan berbeda dan ketangguhan lasan dapat menurun.
- Nilai ketangguhan material tanpa *preheat* lebih rendah dibandingkan material yang diberikan perlakuan pemanasan awal, dapat dilihat pada hasil pengujian setiap variasi arus. Hal tersebut dikarenakan pemberian perlakuan pemanasan awal sebelum pengelasan, pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian (Akbar et al., 2020) menyatakan pemberian perlakuan *preheat* akan meningkatkan nilai impak, sehingga menghasilkan nilai uji impak lebih baik dibandingkan material tanpa *preheat*, karena *preheat* dapat mengurangi perbedaan *gradient* temperatur pada material.
- Peningkatan nilai ketangguhan pada hasil pengelasan disebabkan oleh perlakuan yang diberikan, sehingga hasil uji impak material

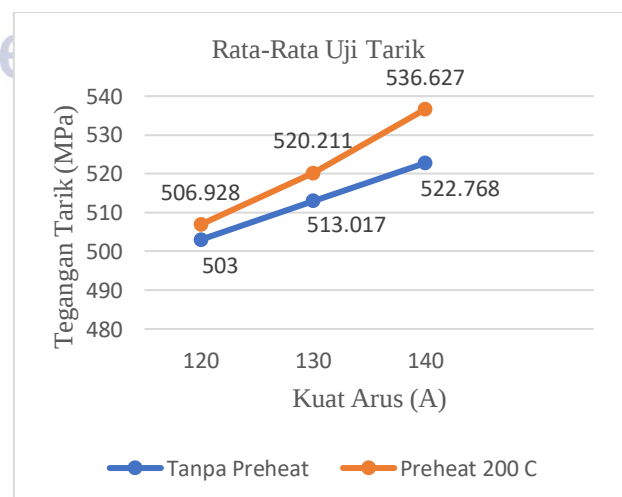
pengelasan menggunakan *preheat* lebih baik dibandingkan tanpa *preheat*, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Harahap, 2013) menyatakan pemberian pemanasan awal dapat mengurangi perbedaan temperatur pada material induk sehingga nilai ketangguhan yang diperoleh akan meningkat.

• Uji Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan setelah material telah dilas dengan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A serta menggunakan *preheat* 200°C dan tanpa perlakuan *preheat* Melalui pengujian tarik didapatkan hasil uji yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tarik

Arus (A)	TP	F (N)	σ (MPa)	ε (%)	E (MPa)
120	A11	50.474	504,77	7,805	6.466,93
	A12	50.223	502,23	7,87	6.381,61
	A13	50.249	502,49	7,915	6.348,55
	Rata-rata		503	7,863	6.399,03
	A21	50.832	508,32	7,175	7.084,53
	A22	50.635	506,35	7,405	6.837,99
130	A23	50.612	506,12	7,335	6.900,03
	Rata-rata		506,93	7,305	6.940,85
	B11	51.424	514,24	7,855	6.546,66
	B12	51.165	511,65	7,865	6.505,41
	B13	51.316	513,16	7,905	6.491,60
	Rata-rata		513,02	7,875	6.514,56
140	B21	52.005	520,05	7,415	7.013,46
	B22	52.036	520,36	7,465	6.970,69
	B23	52.022	520,22	7,355	7.073,07
	Rata-rata		520,21	7,411	7.019,07
	C11	52.376	523,76	7,65	6.846,48
	C12	52.228	522,28	7,685	6.796,15
140	C13	52.227	522,26	7,685	6.792,90
	Rata-rata		522,77	7,673	6.811,84
	C21	53.699	536,99	7,465	7.193,56
	C22	53.639	536,39	7,355	7.292,88
	C23	53.649	536,49	7,355	7.294,21
	Rata-rata		536,63	7,392	7.260,22



Gambar 11. Grafik Rata-Rata Uji Tarik

Dari gambar 11 dan tabel 3 di atas menunjukkan bahwa penggunaan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A, perlakuan *preheat* 200°C dan tanpa perlakuan *preheat* memiliki hasil uji tarik yang berbeda-beda. Rata-rata nilai uji tarik tertinggi didapat pada variasi arus 140 A menggunakan perlakuan *preheat* 200°C dengan rata-rata 536,627 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah didapat pada variasi arus 120 A tanpa perlakuan *preheat* yaitu rata-rata nilai dampak sebesar 503 MPa.



Gambar 12. Patahan Spesimen Uji Tarik

Gambar 12 di atas menunjukkan patahan dari spesimen uji tarik, jenis patahan yang terjadi pada spesimen yaitu patah ulet ditandai dengan penyerapan energi serta deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan tampak kasar, berserabut dan berwarna kelabu.

Melalui hasil pengujian di atas terlihat bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan *preheat* dan variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las, hal ini didukung juga melalui hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan metode regresi linear berganda. Perbedaan signifikan pada hasil setiap spesimen disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- Peningkatan nilai kekuatan tarik pada material disebabkan peningkatan dari nilai kuat arus pada proses pengelasan material, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Prayogo, 2018) menyatakan semakin meningkatnya nilai kuat arus pada pengelasan akan meningkatkan nilai kekuatan tarik pada sambungan.
- Peningkatan nilai kekuatan tarik sejalan dengan peningkatan dari nilai kuat arus pada proses pengelasan material, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sebayang et al., 2021) menyatakan variasi kuat arus berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan las. semakin meningkatnya nilai kuat arus pada pengelasan akan meningkatkan nilai kekuatan tarik pada sambungan.
- *Heat input* meningkat sejalan dengan peningkatan dari kuat arus pengelasan. Peningkatan nilai kekuatan tarik pada material disebabkan oleh peningkatan dari parameter *heat input*, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahman & Sunyoto, 2021) menyatakan peningkatan masukan panas, elektroda dan benda kerja lebih mudah meleleh selama proses pengelasan. Ketika tingkat fusi elektroda dan benda kerja tinggi, kedalaman penetrasi logam las

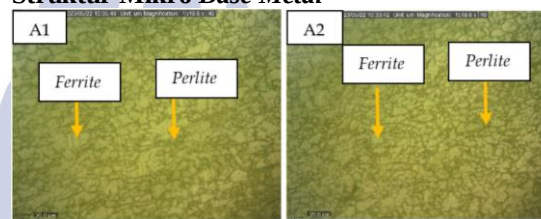
semakin dalam dan melebar, sehingga permukaan campuran logam las atau elektroda cair dan benda kerja semakin dalam. Semakin dalam penetrasi logam las, semakin tinggi kekuatan tarik sambungan las.

- Nilai kekuatan pada material dengan perlakuan *preheat* memiliki nilai lebih baik dibandingkan tanpa pemberian perlakuan, hal ini disebabkan oleh penambahan perlakuan panas sebelum pengelasan dapat meningkatkan kekuatan tarik dari material hasil pengelasan, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Dharmawan, 2019) menyatakan efek dari perlakuan *preheat* dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik pada logam las maupun daerah pengaruh panas atau HAZ.

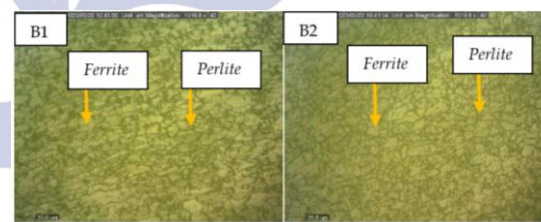
• Pengamatan Metalografi

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mendeteksi perubahan struktur mikro atau sifat mekanik. Perbesaran yang digunakan dalam pengamatan ini adalah 300x dan resolusi 20 μm .

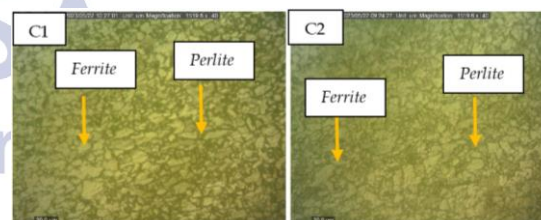
- Struktur Mikro Base Metal



Gambar 13. BM Arus 120 A



Gambar 14. BM Arus 130 A

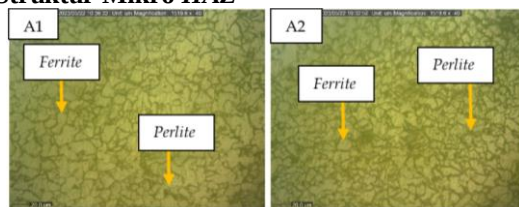


Gambar 15. BM Arus 140 A

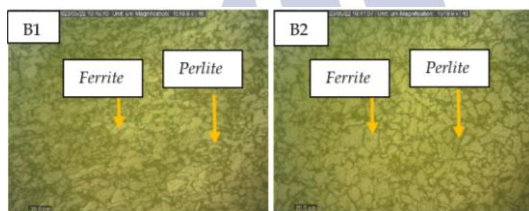
Hasil pengamatan metalografi pada daerah logam induk baja SA 516 G70, fasa yang terbentuk hampir sama dengan logam induk yaitu *ferrite* dan *perlite*. Hal ini ditandai dengan terdapat titik bulat berwarna putih yaitu *ferrite* dan titik-titik bulat hitam berwarna hitam merupakan *perlite*. Melalui hasil pengamatan metalografi, dapat diperhatikan bahwa perubahan struktur mikro pada hasil pengelasan dengan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A, serta sebelum dan sesudah perlakuan

preheat 200°C di daerah logam induk tidak jauh berbeda. Hal tersebut dapat dilihat melalui gambar 13, gambar 14, dan gambar 15, fase *ferrite* dan *perlite* yang mendominasi daerah logam induk serta distribusi pada struktur merata karena tidak dipengaruhi oleh panas. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian (Anzharie et al., 2020) menyatakan daerah *base metal* yang diperoleh dari pengamatan metalografi relatif sama karena tidak dipengaruhi parameter pengelasan dan perlakuan panas.

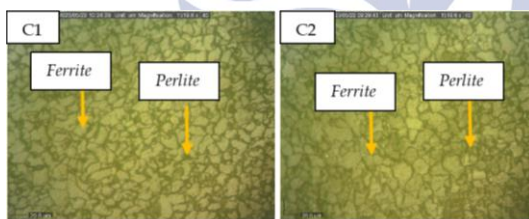
- Struktur Mikro HAZ



Gambar 16. HAZ Arus 120 A



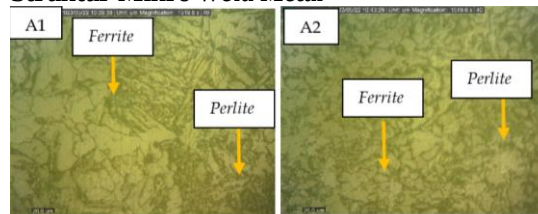
Gambar 17. HAZ Arus 130 A



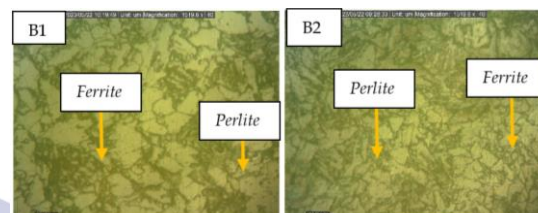
Gambar 18. HAZ Arus 140 A

Pada daerah HAZ baja SA 516 G70, fasa yang terbentuk adalah *ferrite* dan *perlite*. Hal ini ditandai dengan terdapat matrik dasar berwarna putih atau terang yaitu *ferrite* dan matrik terang berlamel warna gelap merupakan *perlite*. Melalui hasil pengamatan metalografi, dapat diperhatikan bahwa perubahan struktur mikro pada hasil pengelasan dengan variasi arus 120 A, 130 A, 140 A, serta sebelum dan sesudah perlakuan *preheat* 200°C di daerah HAZ memiliki perbedaan struktur yang tidak signifikan. Hal tersebut dapat dilihat melalui gambar 16, gambar 17, dan gambar 18, pada gambar terlihat ukuran butir *ferrite* lebih besar dibandingkan dengan daerah *base metal* hal ini karena wilayah HAZ merupakan daerah yang dipengaruhi oleh panas.

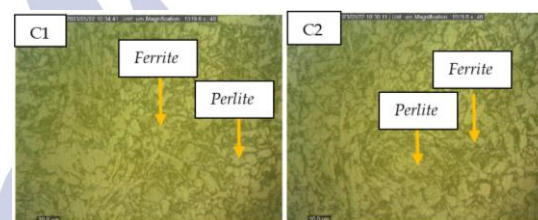
- Struktur Mikro Weld Metal



Gambar 19. WM Arus 120 A



Gambar 20. WM Arus 130 A



Gambar 21. WM Arus 140 A

Perbedaan signifikan pada daerah pengelasan (*weld metal*) baja SA 516 G70, fasa yang terbentuk lebih terlihat jelas yaitu adalah *ferrite* dan *perlite*. Hal ini ditandai dengan terdapat titik bulat berwarna putih yaitu *ferrite* dan titik-titik bulat berwarna hitam merupakan *perlite*. Melalui hasil pengamatan metalografi, dapat diperhatikan bahwa perubahan struktur mikro pada hasil pengelasan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan *preheat* 200 °C di daerah pengelasan (*weld metal*) signifikan. Hal tersebut dapat dilihat melalui gambar 19, gambar 20, dan gambar 21, semakin meningkatnya arus dan pemberian perlakuan *preheat* akan mengakibatkan ukuran butir *perlite* mengecil dan terdistribusi merata. Hal ini juga diperkuat dari hasil pengujian ketangguhan (tabel 2) dan tarik (tabel 3), didapatkan bahwa semakin meningkat nilai dari arus dan pemberian perlakuan pemanasan awal akan meningkatkan nilai dari kekuatan tarik yaitu, namun nilai ketangguhan mengalami penurunan dikarenakan fase *perlite* yang terdistribusi lebih merata pada struktur material SA 516 G70 hasil pengelasan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh perlakuan *preheat* dan variasi arus pada hasil pengelasan material SA 516 G70 terhadap nilai uji impak. Nilai ketangguhan tertinggi yaitu pada variasi arus 120 A dengan perlakuan *preheat* yaitu

0,806 J/mm² dan terendah yaitu tanpa pemberian perlakuan pemanasan awal dengan arus 140 A yaitu 0,482 J/mm². Melalui penelitian ini dapat disimpulkan peningkatan arus akan menurunkan nilai ketangguhan dan pemberian perlakuan *preheat* dapat meningkatkan nilai ketangguhan pada material hasil pengelasan.

- Terdapat pengaruh perlakuan *preheat* dan variasi arus pada hasil pengelasan material SA 516 G70 terhadap nilai uji tarik. Nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu pada variasi arus 140 A dengan perlakuan *preheat* yaitu 536,627 MPa dan terendah yaitu tanpa pemberian perlakuan pemanasan awal dengan arus 120 A yaitu 503 MPa. Melalui penelitian ini dapat disimpulkan peningkatan arus dan pemberian perlakuan *preheat* akan meningkatkan nilai kekuatan tarik pada material hasil pengelasan.
- Terdapat pengaruh perlakuan *preheat* dan variasi arus pada hasil pengelasan material SA 516 G70 terhadap pengamatan struktur mikro. Melalui pengamatan struktur mikro, peningkatan arus dan penambahan perlakuan *preheat* akan menghasilkan struktur *ferrite* dan *perlite*, ukuran butir *perlite* mengecil dan terdistribusi lebih merata sehingga dapat meningkatkan nilai dari kekuatan tarik namun dapat menurunkan nilai ketangguhan material hasil pengelasan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka terdapat saran sebagai berikut:

- Diperlukan kecepatan perpindahan pada saat proses pengelasan setelah diberikan perlakuan *preheat* karena dapat mempengaruhi sifat mekanik pada suatu material.
- Diharapkan untuk pemberian tanda pada daerah *gauge length* sehingga tidak dilakukan pengujian ulang.
- Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan *post weld heat treatment (PWHT)* untuk dapat mengetahui perbedaan hasil pada nilai tarik dan ketangguhan.
- Diharapkan pada penelitian selanjutnya mengganti metode pengelasan untuk dapat mengetahui perbedaan hasil dari pengaruh perlakuan *preheat* dan variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro.
- Pada penelitian selanjutnya diharapkan melakukan uji komposisi untuk melihat perbedaan komposisi kimia sebelum dan sesudah material diberikan perlakuan *preheat* dan pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, D, Wartono, & Hartana, D. (2020). Pengaruh Temperatur Preheat Terhadap Sifat Mekanis Las SMAW Pada Baja Karbon. *CENDEKIA MEKANIKA*, 1, 47–56.

Anzharie, D. C. ., Ari, M., & Kurniyanto, H. . (2020). Analisis Penambahan Gas Argon Pada Gas Pelindung Flux Cored Arc Welding Terhadap Struktur Mikro, Kekuatan Tarik dan Nilai Kekerasan Pada Material A 516 G70. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL NCIET*, 1, 79.

ASTM E23. (2012). ASTM E23. *ASTM International*, 3.

ASTM E8. (2016). ASTM E8-E8M-16a. *ASTM International*, 4.

Azwinur, Jalil, S. ., & Husna, A. (2017). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Pada Proses Pengelasan SMAW. *JURNAL POLIMESIN*, 37.

Dharmawan, O. (2019). *Pengaruh Variasi Suhu Preheat Terhadap Kekuatan Tarik dan Lebar HAZ Pada Material A36 dengan Metode Las GTAW*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Harahap, H. M. . (2013). *Pengaruh Pemanasan Awal dan Perbedaan Ketebalan Pelat Terhadap Ketahanan Retak dan Sifat Mekanis Baja Tahan Aus Creusabro 4800 Dengan Pengelasan SMAW Multilayer*. Universitas Indonesia.

Ikhsan, B. ., Rodika, & Dharta, Y. (2021). Pengaruh Variasi Arus Busur Listrik Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Rendah ST 37. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN*, 85.

Jalil, S. ., Zulkifli, & Rahayu, T. (2017). Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan SMAW Material ASSAB 705 dengan Variasi Arus Pengelasan. *JURNAL POLIMESIN*, 15, 61.

Khaqiqi, M., Respati, S., & Sya'at, I. (2021). Analisis Sifat Mekanik Baja AISI 1018 Menggunakan Preheat Treatment. *MOMENTUM*, 79.

Khotasa, M. S. . (2016). *Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Bentuk Kampuh Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impact Sambungan Butt Joint Pada Plat Baja A36*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Lowther, E., Djamil, S., & Siradj, E. . (2016). Pengaruh Perbedaan Laju Waktu Proses Pembekuan Hasil Cor Aluminium 319 Dengan Cetakan Logam Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis. *POROS*, 14, 71.

Manurung, V. A. ., Wibowo, Y. T. ., & Baskoro, S. . (2020). *PANDUAN METALOGRAFI* (E. . Wibowo (ed.); 1st ed.). LP2M Politeknik Manufaktur Astra.

Prayogo, R. . (2018). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja SS 41 Pada Pengelasan GTAW. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 138.

Rahman, H. ., & Sunyoto. (2021). Pengaruh Arus SMAW Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Baja Konstruksi IWF JIS G3101 SS400. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6, 44.

Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (28th ed.).

Wahyudi, E. (2019). Penurunan Kekuatan Impak Baja ST 37 Akibat Pengelasan SMAW. *OTOPRO*, 14, 68.

Winardi, Y., Fadelan, Munaji, & W.N, K. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undhiksa*, 8, 89.