

PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN GAS PELINDUNG TERHADAP CACAT PADA PENGELASAN MATERIAL BAJA SS400

Naufal Kahfi Fathurrachman

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: naufalkahfi.21043@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

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

Abstrak

Perkembangan zaman yang semakin pesat membuat banyak industri di Indonesia yang menggunakan teknik pengelasan sebagai proses penyambungan material logam. Pada proses pengelasan GMAW mempunyai parameter yang cukup penting agar mendapatkan hasil lasan yang baik, salah satunya adalah laju aliran gas pelindung. Penggunaan laju aliran gas pelindung yang tepat dapat mencegah terjadinya cacat pengelasan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran gas pelindung terhadap cacat pada daerah permukaan dan internal sambungan hasil pengelasan GMAW. Untuk variasi laju aliran gas pelindung yang dilakukan antara lain 10, 15, 20, dan 25 liter/menit. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan variasi pada laju aliran gas pelindung terhadap cacat pengelasan dengan menggunakan pengujian penetrant dan radiografi. Hasil dari pengujian penetrant menunjukkan untuk variasi laju aliran gas pelindung 10, 15, 20, dan 25 liter/menit menunjukkan bahwa tidak ada indikasi cacat pada permukaan pengelasan. Untuk hasil pengujian radiografi menunjukkan cacat pengelasan paling sedikit diperoleh pada variasi laju aliran gas pelindung 10 liter/menit dengan cacat *slag inclusion*, lalu untuk laju aliran gas pelindung 15 liter/menit mempunyai indikasi cacat pengelasan *slag inclusion* dan *porosity*, kemudian untuk laju aliran gas pelindung 20 liter/menit mempunyai indikasi cacat pengelasan *incomplete penetration* dan *porosity*, dan untuk laju aliran gas pelindung 25 liter/menit mempunyai indikasi cacat pengelasan yaitu *slag inclusion* dan *porosity*.

Kata Kunci: Laju Aliran Gas Pelindung, Las GMAW, SS-400, Cacat Pengelasan

Abstract

The rapid development of the era has made many industries in Indonesia use welding techniques as a process of joining metal materials. In the GMAW welding process, there are quite important parameters in order to obtain good welding results, one of which is the shielding gas flow rate. The use of the right shielding gas flow rate can prevent welding defects. Therefore, this study aims to determine the effect of variations in the shielding gas flow rate on defects in the surface and internal areas of GMAW welding joints. The variations in the shielding gas flow rate used include 10, 15, 20, and 25 liters/minute. This study uses an experimental method by varying the shielding gas flow rate on welding defects using penetrant and radiographic testing. The results of the penetrant test showed that for variations in the shielding gas flow rate of 10, 15, 20, and 25 liters/minute, there was no indication of defects on the welding surface. For the results of radiographic testing, the least welding defects were obtained at a shielding gas flow rate variation of 10 liters/minute with slag inclusion defects, then for a shielding gas flow rate of 15 liters/minute there were indications of slag inclusion and porosity welding defects, then for a shielding gas flow rate of 20 liters/minute there were indications of incomplete penetration and porosity welding defects, and for a shielding gas flow rate of 25 liters/minute there were indications of slag inclusion and porosity welding defects.

Keywords: Shielding Gas Flow Rate, GMAW Welding, SS-400, Welding Defects

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin pesat membuat banyak industri di Indonesia yang menggunakan teknik pengelasan sebagai proses penyambungan material logam, khususnya pada bidang konstruksi baja dan konstruksi mesin. Banyaknya penggunaan teknik pengelasan ini diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai ilmu metalurgi dan material agar mendapatkan proses penyambungan yang baik dan tidak mudah putus saat penggunaannya. Proses pengelasan mungkin terlihat sederhana, namun sesungguhnya didalamnya masih terdapat banyak permasalahan yang perlu diselesaikan dimana pemecahannya memerlukan berbagai macam pengetahuan dan pengalaman.

Pada dunia teknik untuk proses pemilihan material dapat mempengaruhi kualitas sambungan hasil pengelasan.

Hal ini dikarenakan material mempunyai kriteria, metode, dan jenis pengelasan yang berbeda-beda, sehingga diperlukan proses pengelasan yang sesuai agar mendapatkan sifat mekanik yang diinginkan. Saat proses pengelasan berlangsung daerah las akan mengalami proses pemanasan sehingga terjadi perubahan-perubahan pada struktur mikro material yang dapat berpengaruh pada sifat mekanik tersebut (Habibi et al., 2015).

Selain dari pemilihan material untuk kualitas dari sambungan las juga dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya tegangan listrik (*voltage*), kecepatan pengumpanan kawat elektroda las (*wire feed speed*), kecepatan pengelasan (*welding speed*), laju aliran gas pelindung (*gas flow rate*), dan jenis elektroda yang digunakan. Pada pengelasan GMAW salah satu parameter yang sangat berpengaruh untuk mencegah cacat dari hasil pengelasan adalah laju aliran gas pelindung. Gas pelindung

berfungsi untuk melindungi logam cair dan busur listrik dari kontaminasi udara sekitar, seperti oksigen, nitrogen, dan uap air yang dapat menimbulkan cacat pada hasil pengelasan. Pada logam hasil pengelasan sangat rentan terhadap difusi hidrogen yang dapat menyebabkan cacat *porosity*. Selain itu terdapat juga cacat pengelasan yang disebabkan jika laju aliran gas pelindung tidak tepat diantaranya *undercut*, *spatter*, *pin hole*, *lack of fusion* dan sebagainya. Oleh karena itu peningkatan laju aliran gas pelindung ini dapat menjadi upaya untuk menstabilkan busur listrik dan membantu dalam mencegah cacat pengelasan sehingga memperoleh kualitas hasil las yang baik. Efek dari peningkatan ini tidak hanya berpengaruh pada kestabilan proses, tetapi juga berdampak terhadap sifat mekanik dan struktur mikro logam hasil pengelasan.

Pada saat berada di PT INKA (Persero) penulis menemukan permasalahan di bagian produksi kereta api saat proses pengelasan material. Saat proses pengelasan berlangsung ditemukan beberapa masalah pada hasil pengelasan mengenai cacat pengelasan (*defect*) yang cukup sering terjadi sehingga diharuskan melakukan *repair* untuk memperbaiki kualitas sambungan material tersebut dan tentunya dapat menghabiskan waktu banyak sehingga bisa menghambat proses produksi tersebut. Menurut penulis permasalahan yang ditemukan adalah karena laju aliran gas pelindung yang digunakan selama proses pengelasan berlangsung cukup kecil sehingga dapat mengakibatkan terjadinya cacat pengelasan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Laju Aliran Gas Pelindung Terhadap Cacat Pada Pengelasan Material Baja SS400”. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran gas pelindung terhadap cacat permukaan dan cacat internal pada material baja SS400 dengan pengelasan GMAW.

METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, pada percobaan ini peneliti memvariasikan laju aliran gas pelindung dengan proses pengelasan GMAW pada baja SS400 terhadap cacat pengelasan menggunakan pengujian penetrant dan radiografi.

TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di berbagai tempat yakni untuk pengelasan material dilaksanakan di Politeknik Negeri Malang dan untuk proses pengujian penetrant dan radiografi dilaksanakan di PT Spektra Megah Semesta.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025.

VARIABEL PENELITIAN

Variabel Bebas (*Independent*)

Penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu variasi laju aliran gas pelindung 10, 15, 20, dan 25 liter/menit.

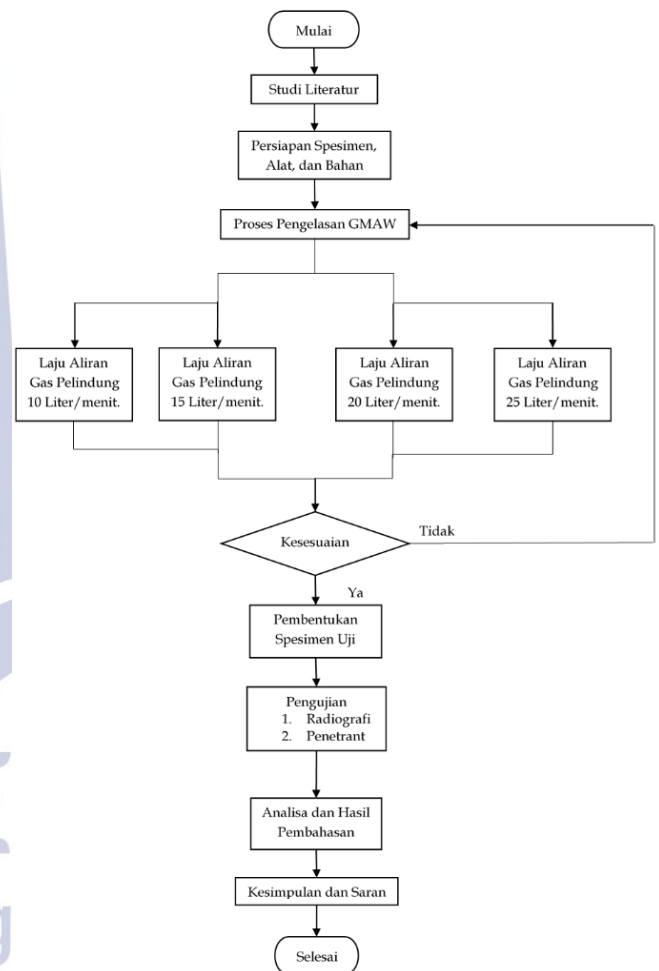
Variabel Terikat (*Dependent*)

Penelitian ini menggunakan variabel terikat yaitu cacat pengelasan pada permukaan menggunakan pengujian penetrant dan cacat pada struktur dalam (internal) menggunakan pengujian radiografi.

Variabel Kontrol

Penelitian ini menggunakan variabel kontrol yaitu proses las GMAW, baja SS-400, jenis elektroda ER 70S-6 dengan diameter 0,8 mm, posisi pengelasan 1G, jenis sambungan *butt weld joint* dengan kampuh berbentuk *single V-Groove* dengan sudut 60° dan welder yang bersertifikasi.

RANCANGAN PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

PROSEDUR PENELITIAN

A. Proses Pengelasan

- Mempersiapkan mesin las GMAW.
- Mempersiapkan material pada meja kerja.
- Mengatur arus mesin las sebesar 100A.
- Melakukan setting regulator agar tekanan yang keluar pada gas argon sesuai.
- Menyalakan mesin las dan melakukan proses pengelasan.
- Mendinginkan material dengan suhu ruang.
- Melakukan pemotongan material untuk dilakukan pengujian.

B. Proses Pengujian Radiografi

- Mempersiapkan spesimen.
- Memberikan kode ke material dan film.
- Meletakkan material pada ujung penyinaran alat radiografi.
- Melakukan pencucian pada film setelah proses radiografi.
- Melakukan evaluasi pada film hasil pengujian radiografi.

C. Proses Pengujian Penetrant

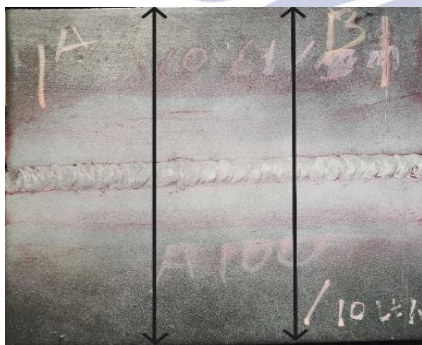
- Mempersiapkan bahan dan material.
- Memberikan *cleaner* untuk membersihkan permukaan material.
- Memberikan penetrant dengan kuas ke material agar merata.
- Lalu tunggu selama 10 menit agar *penetrant* meresap, etelah meresap kemudian bersihkan spesimen dengan *cleaner*.
- Memberikan *developer* ke material kemudian tunggu hingga beberapa menit.
- Setelah selesai akan terdapat beberapa indikasi dengan warna merah jika terdapat cacat pada hasil pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

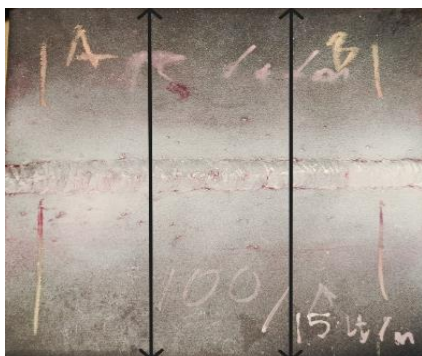
A. Pengujian Penetrant

• Data Hasil Pengujian

Pada pengujian penetrant ini dibagi menjadi 3 segment dengan menggunakan spesimen ukuran panjang 60 mm dan lebar 200 mm. Untuk menganalisa hasil pengujian penetrant ini menggunakan standar dari ASME SECT. VIII. Berikut ini adalah hasil dari pengujian penetrant yang telah dilakukan :



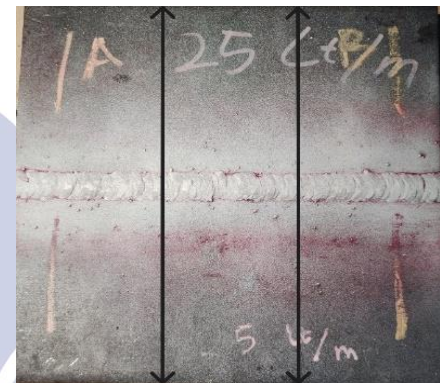
Gambar 2. Hasil Pengujian Penetrant 10 L/mnt



Gambar 3. Hasil Pengujian Penetrant 15 L/mnt



Gambar 4. Hasil Pengujian Penetrant 20 L/mnt



Gambar 5. Hasil Pengujian Penetrant 25 L/mnt

Tabel 1. Cacat Pengelasan Pada Pengujian Penetrant

Laju Aliran Gas Pelindung	Jenis Cacat	Ukuran (mm)	Result	Remarks
10 liter/menit	-	-	Accepted	No Defect
15 liter/menit	-	-	Accepted	No Defect
20 liter/menit	-	-	Accepted	No Defect
25 liter/menit	-	-	Accepted	No Defect

• Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian penetrant pada variasi laju aliran gas pelindung 10, 15, 20, dan 25 L/mnt tidak ditemukannya cacat pada permukaan hasil sambungan pengelasan, sehingga menurut standar ASME SECT. VIII untuk proses pengelasan ini dapat diterima.

B. Pengujian Radiografi

• Data Hasil Pengujian

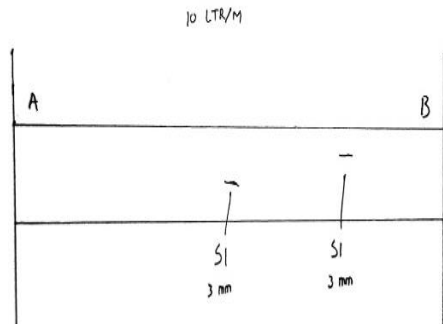
Pada pengujian radiografi ini dibagi menjadi 3 segment dengan menggunakan spesimen ukuran panjang 60 mm dan lebar 200 mm. Untuk menganalisa hasil pengujian radiografi ini menggunakan standar dari ASME SECT. VIII. Berikut ini adalah hasil dari pengujian radiografi yang telah dilakukan :



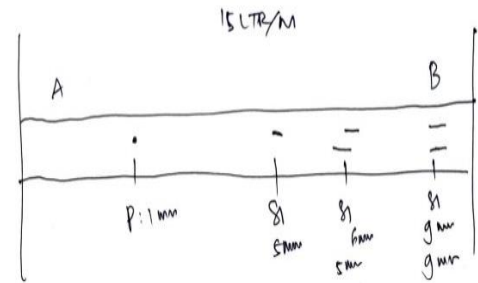
Gambar 6. Hasil Pengujian Radiografi 10 L/mnt



Gambar 8. Hasil Pengujian Radiografi 15 L/mnt



Gambar 7. Ilustrasi Cacat Pengelasan 10 L/mnt



Gambar 9. Ilustrasi Cacat Pengelasan 15 L/mnt

Tabel 2. Cacat Pengelasan Pada 10 L/mnt

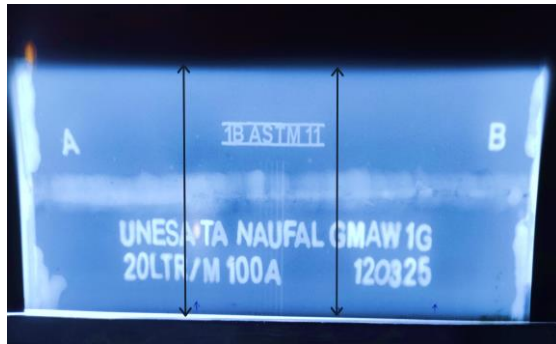
Laju Aliran Gas Pelindung 10 liter/menit	Spesimen	Jenis Cacat	Dimensi Cacat	Keterangan	Jumlah
	A1	-	-	Accepted	-
	A2	Slag Inclusion	3 mm	Accepted	1
	A3	Slag Inclusion	3 mm	Accepted	1
	Total				2

Tabel 3. Cacat Pengelasan Pada 15 L/mnt

Laju Aliran Gas Pelindung 15 liter/menit	Spesimen	Jenis Cacat	Dimensi Cacat	Keterangan	Jumlah
	B1	Porosity	1 mm	Accepted	1
	B2	Slag Inclusion	5 mm	Accepted	1
	B3	Slag Inclusion	5 mm	Rejected	4
			6 mm 9 mm 9 mm		
Total					5

Dari hasil pengujian diatas untuk pengelasan spesimen menggunakan laju aliran gas pelindung 10 L/mnt pada film hasil pengujian radiografi menunjukkan bahwa untuk spesimen A1 tidak ada cacat pengelasan, namun untuk spesimen A2 dan A3 terdapat cacat pengelasan berupa *slag inclusion* dengan panjang 3 mm. Berdasarkan standar ASME SECT. VIII yang digunakan untuk hasil proses pengelasan GMAW menggunakan laju aliran gas pelindung 10 L/mnt untuk spesimen A1, A2, dan A3 ini dapat diterima dikarenakan masih dalam batas penerimaan.

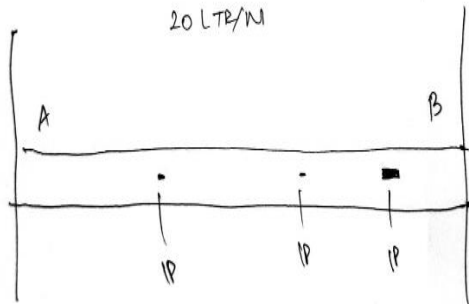
Dari hasil pengujian diatas untuk pengelasan material menggunakan laju aliran gas pelindung 15 L/mnt pada film hasil pengujian radiografi menunjukkan bahwa untuk spesimen B1 terdapat cacat *porosity* dengan ukuran 1 mm, lalu untuk spesimen B2 terdapat cacat *slag inclusion* dengan panjang 5 mm dan spesimen B3 terdapat cacat *slag inclusion* dengan panjang 5 mm, 6 mm, dan 9 mm. Berdasarkan standar ASME SECT. VIII yang digunakan untuk hasil proses pengelasan GMAW menggunakan laju aliran gas pelindung 15 L/mnt untuk spesimen B1 dan B2 masih dapat diterima, namun untuk spesimen B3 tidak dapat diterima karena melebihi batas penerimaan.



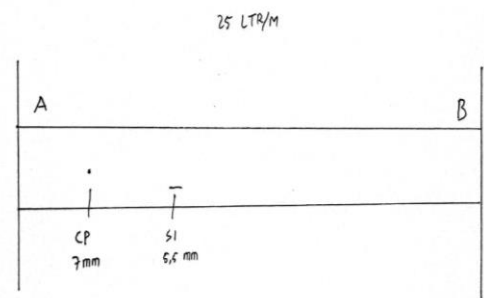
Gambar 10. Hasil Pengujian Radiografi 20 L/mnt



Gambar 12. Hasil Pengujian Radiografi 25 L/mnt



Gambar 11. Ilustrasi Cacat Pengelasan 20 L/mnt



Gambar 13. Ilustrasi Cacat Pengelasan 25 L/mnt

Tabel 4. Cacat Pengelasan Pada 20 L/mnt

	Spesimen	Jenis Cacat	Dimensi Cacat	Keterangan	Jumlah
Laju Aliran Gas Pelindung 20 liter/menit	C1	Porosity	1 mm	Accepted	1
	C2	Incomplete Penetration	-	Rejected	1
	C3	Incomplete Penetration	-	Rejected	2
	Total				4

Dari hasil pengujian diatas untuk pengelasan spesimen menggunakan laju aliran gas pelindung 20 L/mnt pada film hasil pengujian radiografi menunjukkan bahwa untuk spesimen C1 terdapat cacat *porosity* dengan ukuran 1 mm dan untuk spesimen C2 dan C3 terdapat cacat *incomplete penetration*. Berdasarkan standar ASME SECT. VIII yang digunakan untuk hasil proses pengelasan GMAW menggunakan laju aliran gas pelindung 20 L/mnt untuk spesimen C1 masih dapat diterima, namun untuk spesimen C2 dan C3 tidak dapat diterima karena telah melebihi batas penerimaan.

Tabel 5. Cacat Pengelasan Pada 25 L/mnt

	Spesimen	Jenis Cacat	Dimensi Cacat	Keterangan	Jumlah
Laju Aliran Gas Pelindung 25 liter/menit	D1	Porosity Slag Inclusion	7 mm 5.5 mm	Accepted	2
	D2	-	-	Accepted	-
	D3	-	-	Accepted	-
	Total				2

Dari hasil pengujian diatas untuk pengelasan material menggunakan laju aliran gas pelindung 25 L/mnt pada film hasil pengujian radiografi menunjukkan bahwa untuk spesimen D1 terdapat cacat pengelasan berupa *porosity* dan *slag inclusion*, lalu untuk spesimen D2 dan D3 tidak ada cacat pengelasan. Berdasarkan standar ASME SECT. VIII yang digunakan untuk hasil proses pengelasan GMAW menggunakan laju aliran gas pelindung 25 L/mnt untuk spesimen D1, D2, dan D3 dapat diterima dikarenakan masih dalam batas penerimaan.

• Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian radiografi untuk proses pengelasan GMAW menggunakan variasi laju aliran gas pelindung cacat pengelasan paling sedikit didapatkan laju aliran gas pelindung 10 L/mnt, sedangkan untuk cacat pengelasan paling banyak didapatkan laju aliran gas pelindung 20 L/mnt. Pada variasi laju aliran gas pelindung ini untuk cacat pengelasan yang ditemukan adalah *slag inclusion*, *incomplete penetration*, dan *porosity*.

Pada penelitian ini untuk penggunaan laju aliran gas pelindung dapat mempengaruhi cacat *porosity*. Hal ini dapat dilihat pada laju aliran gas pelindung 10 L/mnt yang tidak memiliki cacat *porosity*, sedangkan laju aliran gas pelindung 15, 20, dan 25 L/mnt terdapat cacat *porosity*. Untuk cacat pengelasan *porosity* disebabkan karena penggunaan laju aliran gas pelindung yang terlalu besar dan permukaan pengelasan yang kotor sehingga terjadi kontaminasi dari udara ataupun gas. Selanjutnya untuk cacat *slag inclusion* dan *incomplete penetration* ini tidak dipengaruhi oleh laju aliran gas pelindung, namun dapat terjadi karena penggunaan dari parameter arus yang kurang tepat. Hal ini dikarenakan gas pelindung sendiri berfungsi untuk melindungi kontaminasi dari udara dan untuk menstabilkan busur listrik. Sedangkan penyebab terjadinya cacat *slag inclusion* dikarenakan terdapat terak (slag) atau sisa-sisa elektroda yang tertinggal selama proses pengelasan berlangsung dan untuk penyebab terjadinya cacat *incomplete penetration* dikarenakan penetrasi yang tidak sempurna sehingga beberapa sambungan pengelasan tidak menyatu.

PENUTUP

Simpulan

- Variasi laju aliran gas pelindung berpengaruh terhadap cacat pada permukaan pengelasan dimana didapatkan hasil bahwa tidak ditemukan adanya cacat permukaan, sehingga hal ini membuktikan bahwa penggunaan gas pelindung cukup efektif untuk mencegah cacat pengelasan.
- Variasi laju aliran gas pelindung berpengaruh terhadap cacat struktur dalam (internal) pengelasan dimana didapatkan hasil bahwa semakin besar penggunaan laju aliran gas pelindung dapat terbentuk cacat *porosity*. Namun untuk cacat *porosity* yang terbentuk masih dalam batas penerimaan sehingga hal ini membuktikan jika penggunaan gas pelindung cukup efektif.

Saran

- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan arus yang lebih tinggi yaitu diatas 100 ampere, apakah dari perubahan arus tersebut dapat mencegah terjadinya cacat pengelasan *slag inclusion* dan *incomplete penetration*.
- Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan gas pelindung CO₂ untuk menentukan mana yang lebih baik dalam mencegah cacat pengelasan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada PT INKA (Persero) atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini. Kedua Orang tua yang tiada henti untuk

memberikan doa dan dukungan secara moril maupun finansial. Dr. Mochamad Arif Irfa'i, S.Pd., M. T. dan Ahmad Saepuddin, S. T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran untuk penelitian tugas akhir ini

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, Y., Sulistiawan, A., Ardianti, A. D. (2022). Analisis Perbandingan Cacat Las Menggunakan Metode Liquid Penetrant Test Dengan Kuas Dan Spray Pada Plat Baja NK-68 E6013. *Journal Of Science and Technology*, 3(1).
- Firmansyah, D. R. (2017). *Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Gas Pelindung Hasil Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Seri 5083*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fuadi, S. (2015). *Metode-Metode Pengelasan*. Pustaka Ilmu.
- Habibi, F., Respati, S. M. B., & Syafa'at, I. (2015). Perlakuan Pemanasan Awal Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Dan Fisik Pada Daerah HAZ Hasil Pengelasan Baja Karbon ST 41. *Prosiding SNST*.
- Irwansyah. (2019). Deteksi Cacat Pada Material Dengan Teknik Pengujian Tidak Merusak. *LENSA*, 2(48).
- Junus, S. (2011). Pengaruh Besar Aliran Gas Terhadap Cacat Porositas Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG Pada Paduan Aluminium 5083. *Jurnal Rotor*, 4.
- Nawawi, M. K. A. (2018). *Pengaruh Variasi Laju Aliran Gas Pada Pengelasan Gtaw (gas Tungsten Arc Welding) Pada Baja ST 42 Terhadap Cacat Las, Lebar Haz, Dan Kekerasan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rangkuti, S. (2024). *Pengaruh Variasi Aliran Gas Pelindung Pada Proses Pengelasan TIG Menggunakan Material Stainless Steel 304*. Universitas Malikussaleh.
- Ritanto, G. (2019). *Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW Pada Material Plat SS400 Disambung Dengan Material Plat SUS304 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lebar HAZ*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saefudin, A., Qolik, A., & Solichin. (2020). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan dan Debit Aliran Gas Pelindung Terhadap Kekuatan Tarik Stainless Steel 304 pada Proses Las GTAW. *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran*, 2(2), 153. <https://doi.org/10.17977/um054v2i2p153-160>
- Silaen, E. W., Saragih, R. K., Huatabrat, U. I. J. (2023). Analisis Pengujian Penetrant Pada Pengelasan GMAW Baja Karbon. *Konferensi Nasional Social Dan Engineering*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Yahya, M. Z. (2021). *Pengaruh Variasi Arus dan Kecepatan Aliran Gas Pelindung Pada Pengelasan Material SS-304 Menggunakan Las TIG Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro*. 09.