

PENGARUH KECEPATAN PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA PENGELASAN MIG DOUBLE LAYER KONVENSIONAL BAHAN AA 5052

Muhammad Afif Fatchunniam.^a, Mudjjjana^b, Himarosa, Rela Adi Himarosa.^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
apipapimuhhammad@gmail.com, mudjjjana@ugm.ac.id, rela.himarosa@gmail.com

Abstrak

MIG merupakan metode penyambungan yang digunakan, untuk hasil las yang baik maka perlu dilakukan uji NDT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cacat pada pengelasan menggunakan Radiografi dan makro mikro porosity untuk las MIG 2-layer AA5052 dengan elektroda ER5356. Plat aluminium berukuran 400 mm x 150 mm dilas menggunakan metode las konvensional dengan variasi kecepatan 6 mm/s, 7 mm/s, dan 8 mm/s. Pengelasan tandem dengan variasi jarak torch 18 mm, 27 mm, dan 36 mm. Parameter lain yang digunakan adalah $I = 130A$ dan $E = 22V$. Setelah proses pengelasan adapun pengujian yang dilakukan meliputi uji radiografi, dan uji makro mikro porosity. Hasil penelitian menunjukkan pada pengelasan konvensional diketahui kondisi terbaik terdapat pada variasi kecepatan 7 mm/s dengan cacat las incomplete penetration 0.8 mm dan distributed porosity 1-2 mm hal ini juga didukung dengan hasil dari uji makro mikro porosity ditemukan porositas per satuan luas terkecil dengan nilai porositas/ mm² sebesar 5.37. Hasil terbaik dari pengelasan tandem terdapat pada jarak 18 mm ditemukan elongated cavity dan porositas diameter 1 mm di 3 titik hal ini di dukung dengan hasil porositas per satuan luasnya terkecil dibanding variasi jarak torch lain dengan nilai porositas/ mm² sebesar 1,67.

Kata Kunci : MIG , Konvensional, Tandem, Radiografi, Porosity

Abstract

MIG is a connection method used, for good weld results, it is necessary to do an NDT test. This study aims to determine the defects in welding using the micro porosity radiography and macro for 2-layer MIG welding AA5052 with ER5356 electrodes. Aluminum plates measuring 400 mm x 150 mm are welded using conventional welding methods with variations in speed of 6 mm / s, 7 mm / s, and 8 mm / s. Tandem welding with variations in torch distance of 18 mm, 27 mm and 36 mm. Other parameters used are $I = 130A$ and $E = 22V$. After the welding process, the tests carried out include the radiographic test, and the macro micro porosity test. The results showed that in conventional welding the best conditions were found at variations in velocity of 7 mm / s with incomplete penetration 0.8 mm weld defects and 1-2 mm distributed porosity. porosity / mm² of 5.37. The best results from tandem welding at a distance of 18 mm were found to be elongated cavity and 1 mm diameter porosity at 3 points, this was supported with the smallest porosity results per unit area compared to other torch distance variations with a porosity / mm² value of 1.67.

Keywords: MIG, Conventional, Tandem, Radiography, Porosity

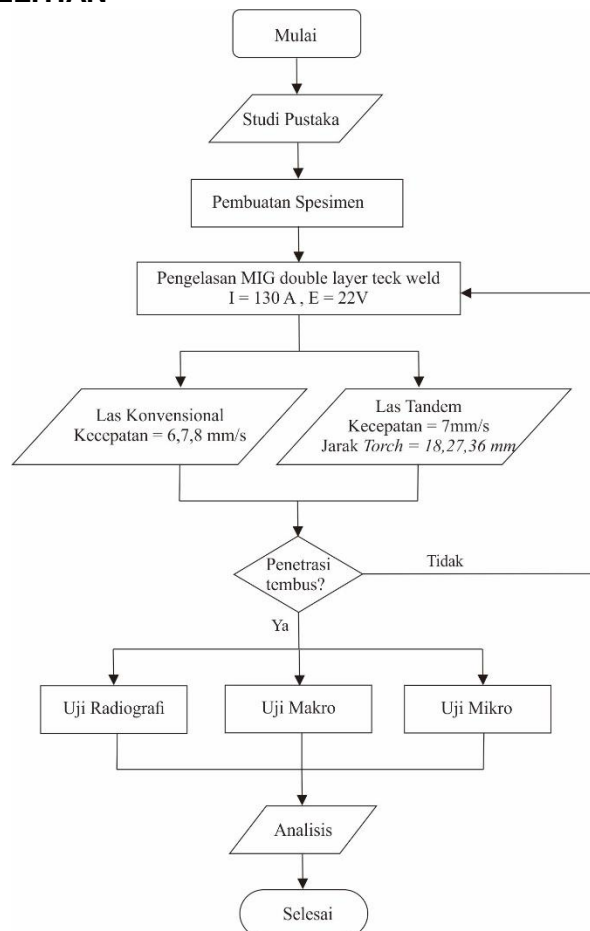
1. PENDAHULUAN

Proses manufaktur dalam industri saat ini telah berkembang pesat. Manufaktur pengelasan atau teknik penyambungan logam merupakan salah satu yang terpenting. Salah satu logam yang banyak digunakan dalam industri adalah AL 5052 selain ringan juga memiliki sifat tahan korosi maka dari itu logam ini banyak digunakan dalam industri perkapalan dan otomotif.

Metode las yang sering dipakai untuk AA5052 adalah las GMAW (Gas Metal Arc Welding) selain praktis las ini juga cukup mudah untuk digunakan. Berbagai metode pengelasan MIG dikembangkan untuk meningkatkan hasil pengelasan anantara lain lain penggantian komposisi gas pelindung maupun elektroda, pengontrolan aliran arus las, penggunaan las hybrid TIG-MIG, las konvensional dan penggunaan las MIG tandem. Di antara beberapa metode di atas, las Tandem adalah metode yang paling baik untuk meningkatkan produktivitas pengelasan (Goecke, 2001).

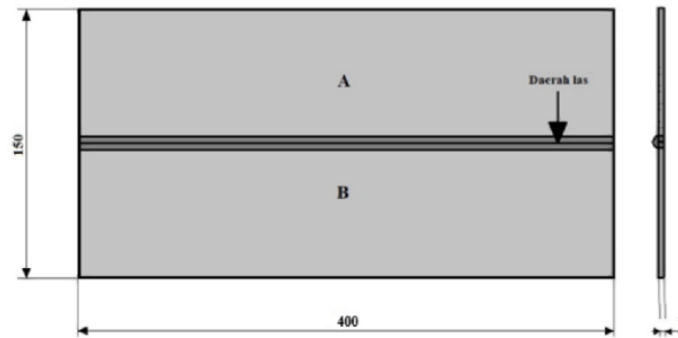
Setiap pengelasan MIG mempunyai kekurangan porositas yang selalu muncul akibat dari perlindungan gas yang kurang sempurna, maka dari itu perlunya dilakukan pengujian NDT karena dapat mengetahui cacat las yang tidak terlihat secara kasat mata. Pada pengujian ini lebih ditekankan pada uji Radiography dan makro mikro porosity sehingga dapat diketahui cacat pada sepanjang las seperti cacat undercut, porosity, miss alligment dan lainnya. Maka perlu dilakukan pengujian ini untuk memperoleh kondisi terbaik dari pengelasan konvensional dan tandem yang belum banyak dilakukan.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

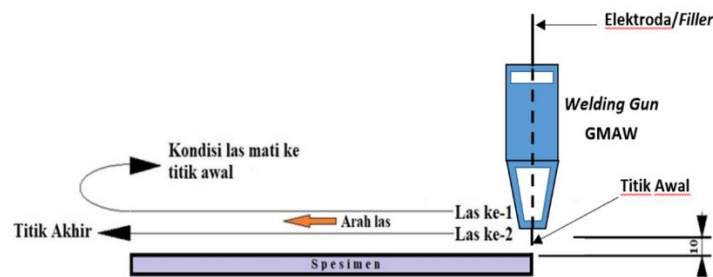
Pengelasan ini menggunakan alumunium seri AA5052 sebagai materialnya. Alumunium ini menggunakan Al-Mg sebagai paduan utamanya dan proses pengerjaannya dilakukan dengan rolling atau proses pengerjaan dingin. Ukuran yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dimensi panjang 400 mm lebar 150 mm dan tebal 5 mm seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skemas spesimen pengelasan dan dimension dalam milimeter

2.1 Proses pengelasan MIG *double layer* konvensional

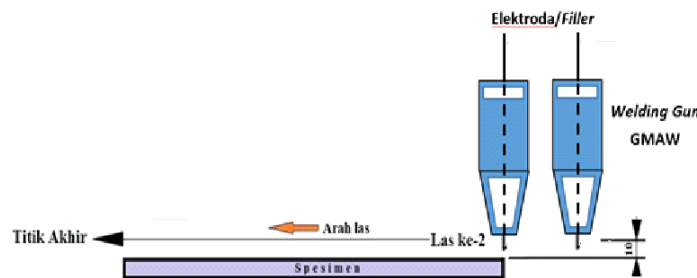
Pengelasan konvensional adalah metode pengelasan double layer dengan memberi jeda hingga suhu ruang pada pengelasan antara *layer* 1 dan *layer* 2. Pada penelitian ini variasi kecepatan pengelasan yang digunakan adalah 6 mm/s, 7 mm/s, dan 8 mm/s. Skema pengelasan 2 *layer* konvensional dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema pengelasan MIG *double layer* konvensional

2.2 Proses pengelasan MIG *double layer* tandem

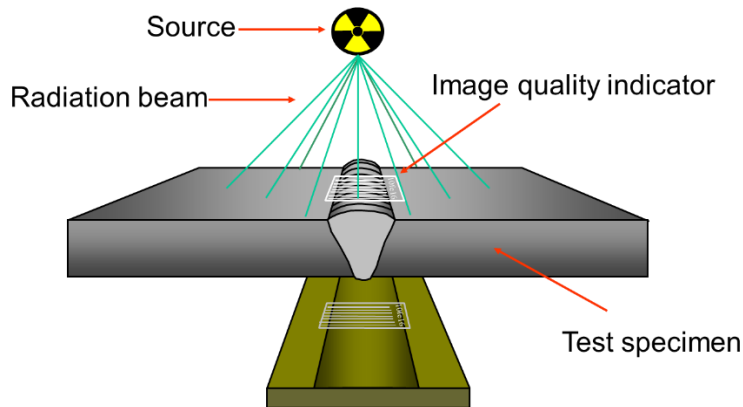
Pengelasan tandem adalah metode pengelasan double layer dengan cara menggunakan 2 torch sekaligus untuk menghasilkan 2 layer. Pada penelitian ini digunakan kecepatan pengelasan yang digunakan adalah 7 mm/s. Variasi jarak torch yang digunakan adalah 18 mm, 27 mm, dan 38 mm. Skema pengelasan 2 layer tandem dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Skema pengukuran distorsi

2.3 Pengujian Radiografi

Uji radiografi merupakan uji tak merusak benda uji atau NDT dengan cara menembakkan sinar X yang dipenetrasikan pada hasil lasan untuk mendeteksi adanya cacat internal dan hasilnya direkam dalam bentuk bayangan pada media perekam film fotografi. Skema uji radiografi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Skema penguji radiografi

Film yang sudah dilakukan penembakan terlebih dahulu dilakukan pemrosesan untuk mendapatkan bayangan yang permanen. Radiasi yang diteruskan hasilnya bergantung pada tebal benda uji atau jenis material yang digunakan. Bagian yang lebih gelap menandakan intensitas radiasi yang tinggi dan pada bagian yang terang menandakan intensitas radiasi rendah. Perbedaan gelap terang ini yang menandakan adanya cacat internal yang terjadi dalam pengelasan tersebut (Warman, 2017).

2.4 Penguji makro-mikro porosity

Penguji ini dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100x hingga 200x. Dengan penguji ini dapat diamati bentuk kristal logam, diskontinuitas, kerusakan logam akibat deformasi dan perbedaan komposisi. Terdapat beberapa tahapan sebelum dapat dilakukan penguji ini antaralain pemotongan plat, pengamplasan permukaan, pemolesan, dan dietsa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

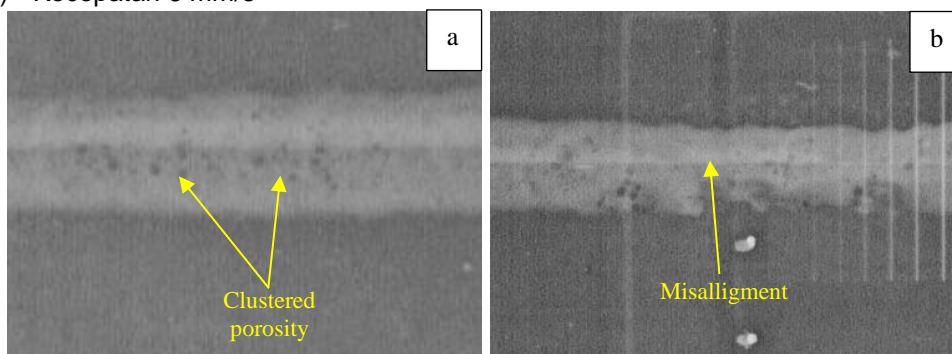
3.1 Hasil uji Radiografi

Uji radiografi adalah penguji tidak merusak atau NDT bertujuan untuk mengetahui cacat internal. Hal ini dilakukan untuk mengetahui cacat yang terjadi di sepanjang lasan pada masing-masing plat dengan variasi pengelasan yang berbeda, sehingga dapat diketahui baik tidaknya hasil las. Berikut adalah hasil dari penguji las konvensional dan Tandem

3.1.1 Uji radiografi pengelasan konvensional

Pada konvensional digunakan variasi kecepatan

a) Kecepatan 6 mm/s

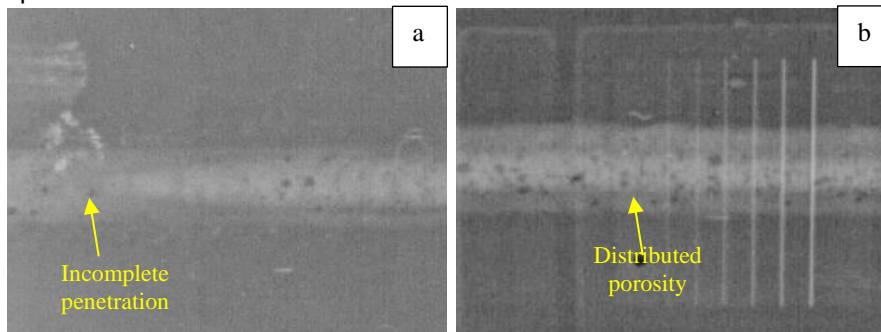


Gambar 6. Uji radiografi konvensional kecepatan 6 mm/s (a) *Clustered Porosity*, (b) *Misalignment*

Cacat yang terjadi :

- *Clustered porosity*
- *Mismatch/ Misalignment*

b) Kecepatan 7 mm/s

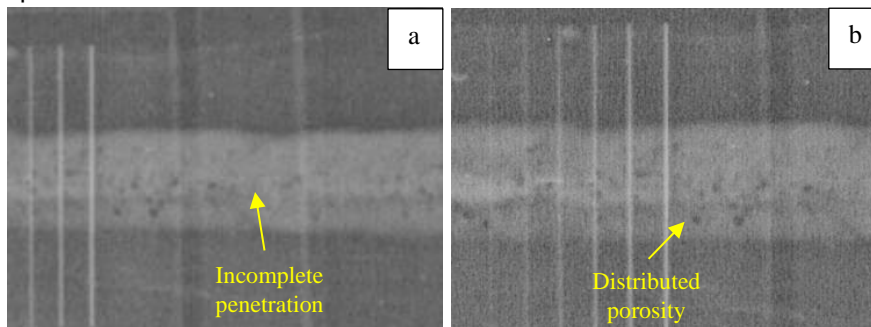


Gambar 7. Uji radiografi konvensional kecepatan 7 mm/s (a) *Incomplete penetration*, dan (b) *Distributed porosity*

Cacat yang terjadi :

- *Incomplete penetration* (IP : 0.8 mm)
- *Distributed porosity* (Diameter 1-2 mm)

c) Kecepatan 8 mm/s



Gambar 8. Uji radiografi konvensional kecepatan 7 mm/s (a) *Incomplete penetration*, dan (b) *Distributed porosity*

Cacat yang terjadi :

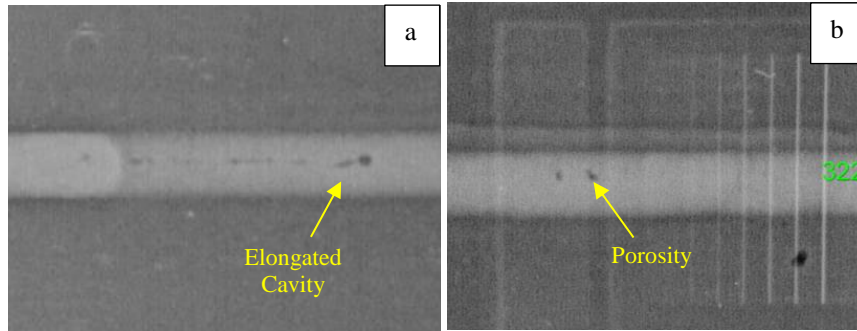
- *Incomplete penetration* (IP : 40 mm)
- *Distributed Porosity* (Diameter 1-3 mm)

Analisis las konvensional berdasarkan Gambar 4.1 sampai Gambar 4.3 dominan cacat yang terjadi adalah porositas pada semua kecepatan dan incomplete penetration pada kecepatan 7 dan 8 mm/s. Kondisi terburuk terdapat pada kecepatan 6 mm/s karena terdapat misalignment yang cukup panjang sehingga dapat mengurangi kekuatan las dan kondisi terbaik terdapat pada kecepatan 7 mm/s karena cacat incomplete penetration paling kecil meskipun ditemukan porositas cukup banyak.

3.1.2 Uji radiografi pengelasan tandem

Pada konvensional digunakan variasi jarak torch :

a) Jarak torch 18 mm

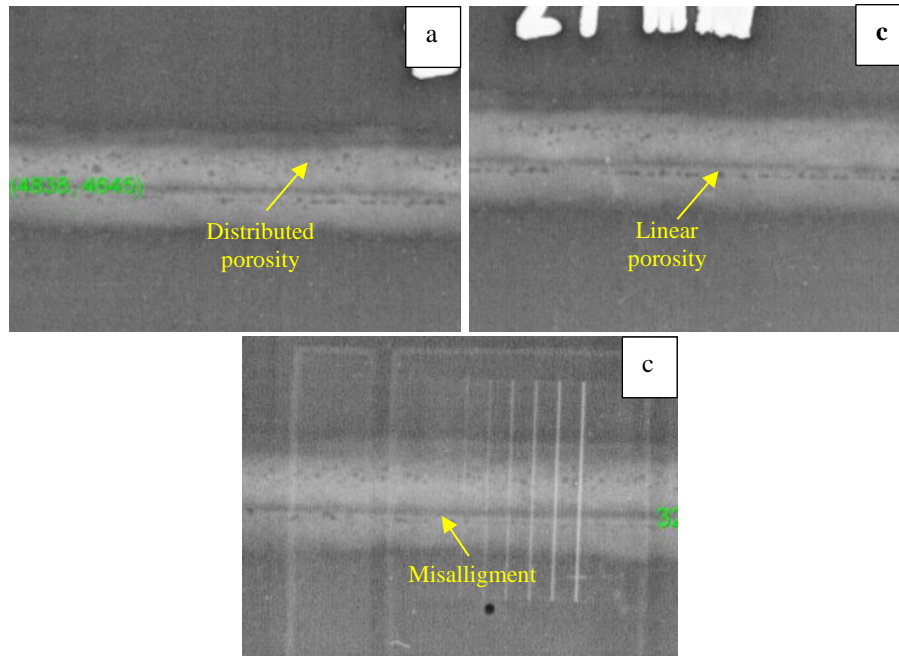


Gambar 9. Uji radiografi tandem jarak torch 18 (a) *Elongated cavity*, dan (b) *Porosity*

Cacat yang terjadi :

- *Elongated cavity* 30 mm
- *Porosity* (Diameter 1 mm)

b) Jarak torch 27 mm

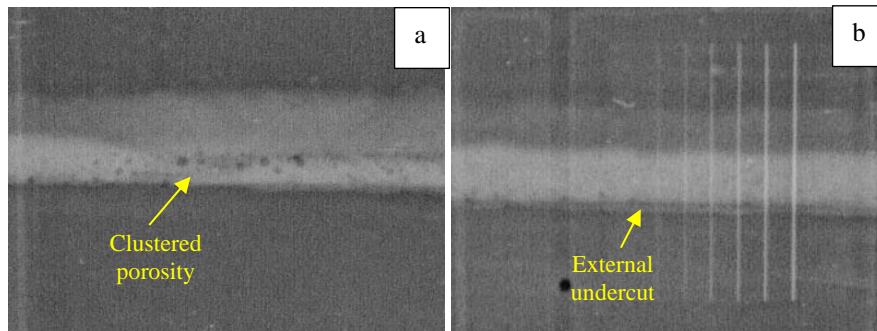


Gambar 10. Uji radiografi tandem jarak torch 27 (a) *Distributed porosity*, (b) *Linear porosity*, dan (c) *Misalignment*

Cacat yang terjadi :

- *Distributed porosity* dibawah 1 mm
- *Linear porosity*
- *Missmatch/ Missalignment*

c) Jarak *torch* 36 mm



Gambar 11. Uji radiografi tandem jarak *torch* 36 (a) *Clustered porosity*, dan (b) *External undercut*

Cacat yang terjadi :

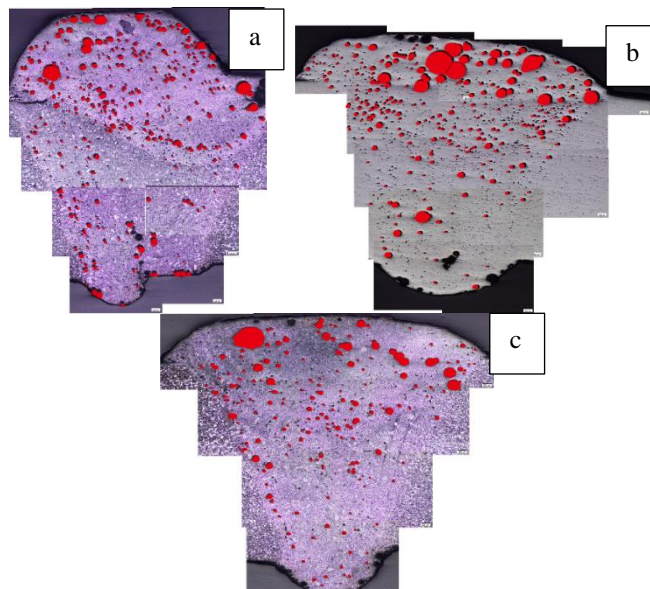
- Clustered porosity sepanjang 20 mm
- External undercut

Analisis las tandem berdasarkan Gambar 4.4 sampai Gambar 4.6 adalah cacat yang terjadi adalah porositas di semua variasi jarak *torch*. Kondisi terbaik terdapat pada variasi jarak *torch* 18 mm karena paling sedikit cacat yaitu hanya elongated cavity kecil dan porositas pada 3 titik. Sedangkan kondisi terburuk terdapat pada variasi jarak 27 mm dibandingkan dengan jarak 36 mm karena terdapat missaligment.

3.2 Hasil Makro-Mikro Porosity

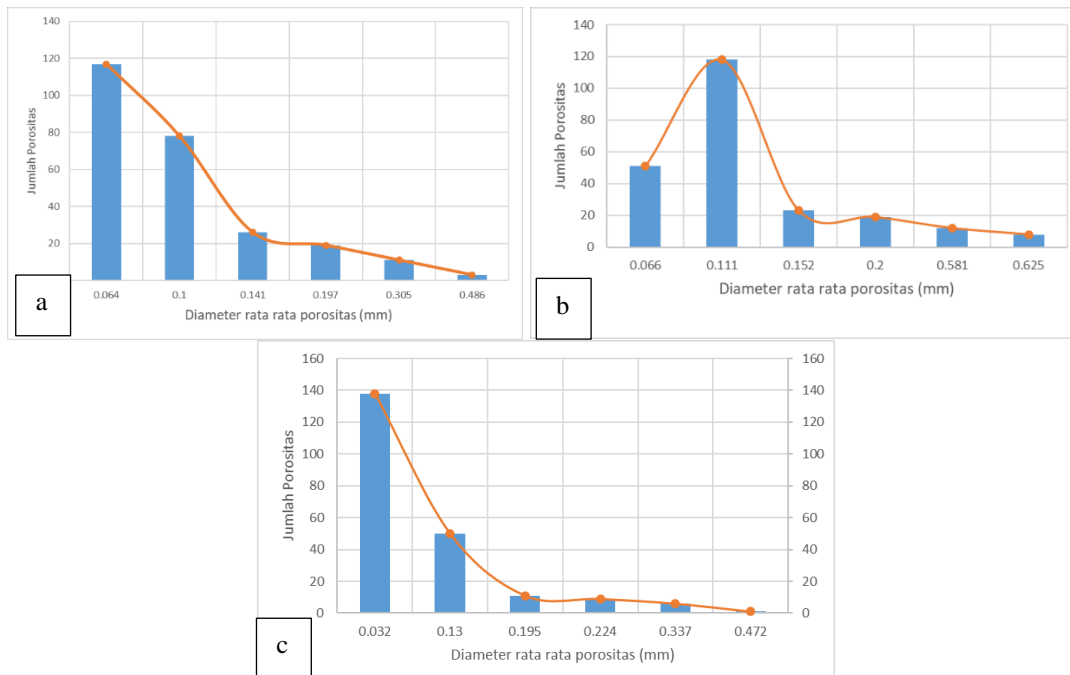
Cacat yang sering terjadi pada pengelasan ini adalah porositas namun pada pengujian makro tampak porositas kurang jelas maka perlu dilakukan uji mikro porositas agar lebih terlihat. Digunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100x dan diambil beberapa gambar. Gambar diolah menggunakan Corel draw untuk menggabungkan gambar menjadi 1 bagian.

3.2.1 Hasil Uji mikro *porosity* las konvensional



Gambar 12. Hasil mikro *porosity* las konvensional (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, dan (c) kecepatan 8 mm/s

Dari gambar 12 dapat diperoleh grafik dan tabel distribusi normal porositas sebagai berikut :



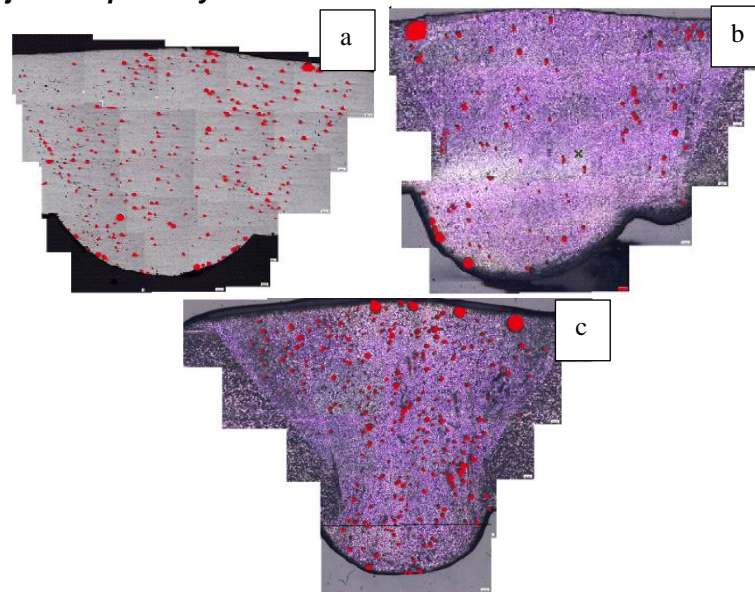
Gambar 13. Grafik distribusi normal porositas las konvensional (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, dan (c) kecepatan 8 mm/s

Tabel 3.1 Distribusi normal porositas pengelasan konvensional

Kecepatan Pengelasan	No.	Ukuran Rata-rata Porositas (mm)	Jumlah (buah)	Luas WM mm ²	Porositas/mm ²
6 mm/s	1.	0.064	177	45	8.72
	2.	0.1	78		
	3.	0.141	26		
	4.	0.197	19		
	5.	0.305	11		
	6.	0.486	3		
	Total		314		
7 mm/s	1.	0.066	51	43	3.39
	2.	0.111	118		
	3.	0.152	23		
	4.	0.2	19		
	5.	0.581	12		
	6.	0.625	8		
	Total		231		
8 mm/s	1.	0.032	138	39	3.83
	2.	0.13	50		
	3.	0.195	11		
	4.	0.224	9		
	5.	0.337	6		
	6.	0.472	1		
	Total		215		

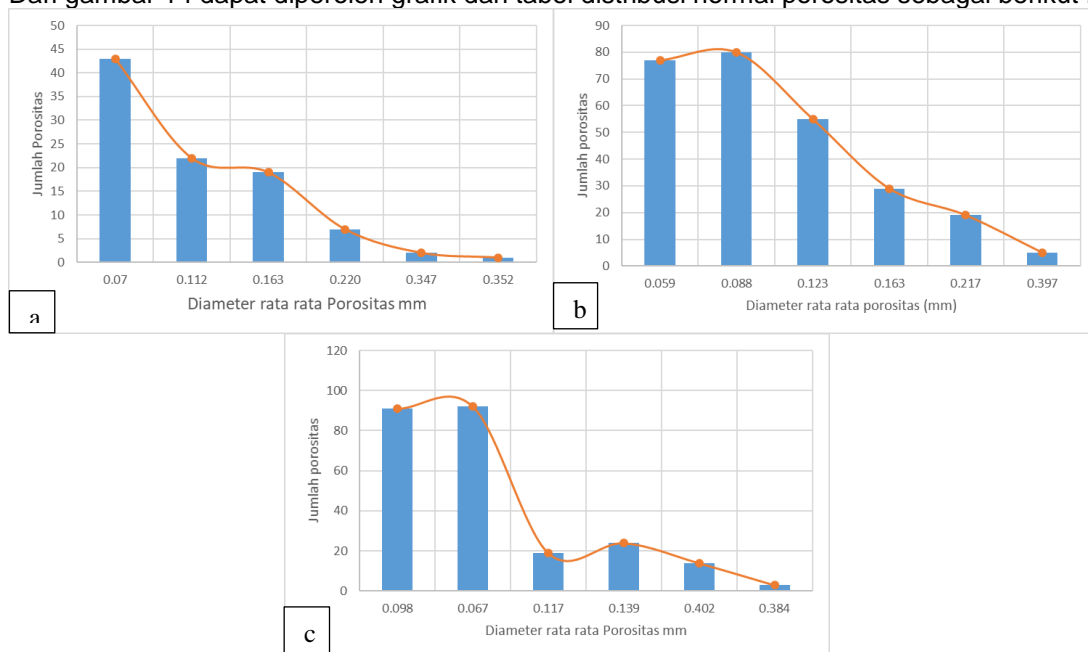
Berdasarkan Gambar 13 menunjukkan bahwa semua grafik bernilai positif hal itu menunjukkan bahwa semua variasi pengelasan dapat diterima. Nilai porositas per satuan luas terkecil terdapat pada kecepatan 7 mm/s 5,372 porositas/mm², terkecil kedua terdapat pada kecepatan 8 mm/s dengan nilai 5,512 porositas/mm², dan yang terbesar terdapat pada kecepatan 6 mm/s dengan nilai 6,977 porositas/mm² seperti yang terlihat pada tabel 4.1-4.3. Dari data tersebut dapat diperoleh bahwa kecepatan pengelasan paling optimal terdapat pada kecepatan 7 mm/s.

3.2.2 Hasil uji mikro *porosity* las tandem



Gambar 14. Hasil mikro *porosity* las Tandem (a) Jarak *torch* 18 mm (b) Jarak *torch* 27 mm, dan (c) Jarak *torch* 36 mm.

Dari gambar 14 dapat diperoleh grafik dan tabel distribusi normal *porosity* sebagai berikut :



Gambar 15. Grafik distribusi normal *porosity* las tandem (a) Jarak *torch* 18 mm (b) Jarak *torch* 27 mm, dan (c) Jarak *torch* 36 mm.

Tabel 3.2 Distribusi normal porositas pengelasan tandem

Jarak Torch	No.	Ukuran Rata-rata Porositas (mm)	Jumlah (buah)	Luas WM mm ²	Porositas/mm ²
18 mm	1.	0.07	43	56	1.67
	2.	0.112	22		
	3.	0.163	19		
	4.	0.220	7		
	5.	0.347	2		
	6.	0.352	1		
	Total				
27 mm	1.	0.059	77	68	3.89
	2.	0.088	80		
	3.	0.123	55		
	4.	0.163	29		
	5.	0.217	19		
	6.	0.397	5		
	Total				
36 mm	1.	0.098	91	36	6.75
	2.	0.067	92		
	3.	0.117	19		
	4.	0.139	24		
	5.	0.402	14		
	6.	0.384	3		
	Total				

Berdasarkan Gambar 15 menunjukkan bahwa semua grafik bernilai positif hal itu menunjukkan bahwa semua variasi pengelasan dapat diterima. Nilai porositas/mm² terkecil terdapat pada variasi jarak torch 18 mm dengan nilai 1,678 dilanjutkan terkecil kedua terdapat pada jarak 27 mm dengan nilai 3,897 dan yang terbesar terdapat pada jarak 36 mm dengan nilai 6,75. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh jarak torch yang paling optimal terdapat pada jarak torch 18.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian pada sambungan las MIG double layer konvensional dengan variasi kecepatan 6 mm/s, 7 mm/s, 8 mm/s dan tandem dengan kecepatan 7 mm/s dan variasi jarak torch 18 mm, 27 mm, dan 36 mm dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Variasi kecepatan konvensional paling optimal terdapat pada kecepatan 7 mm/s. Berdasarkan hasil dari pengujian radiografi terdapat cacat incomplete penetration paling kecil dan distributed porosity dengan ukuran kecil. Hal ini juga didukung dengan hasil Mikro porosity dengan hasil 5,372 porositas/mm² yang merupakan porositas per satuan luas terkecil.
2. Pada pengelasan tandem dengan welding speed 7 mm/s diperoleh hasil paling optimal terdapat pada jarak torch 18. Berdasarkan uji radiografi pada kecepatan tersebut ditemukan cacat paling sedikit yaitu elongated cavity dan porosity di 3 titik. Hal ini juga didukung dengan pengujian mikro porosity didapatkan hasil 1,67 porositas/mm². Pada pengelasan ini semakin jauh jarak torch maka porositas persatuan luasnya semakin besar.

REFERENCES

- [1] Djuhana. (2000). Pegujian cacat las menggunakan sinar X. NSL, 125-128.
- [2] Goecke, S. and Kaufmann, H., 2001. Tandem MIG/MAG Welding. Researchgate.
- [3] Junus, S. (2011). Pengaruh Besar Aliran Gas Terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG Pada Paduan Alumunium 5083. Jurnal ROTOR, 22-28.
- [4] Khan, I. (2007). Welding Science and Technology. New Age international.
- [5] Kou, S. (2003). Welding Metallurgy , Second Edition. New Jersey: John Wiley & sons,inc.
- [6] Kumbhar, N. T., & Bhanumurthy, K. (2012). Friction Stir Welding of Al5052 with AL 6061 Alloy. Journal of metallurgy, 1-6.
- [7] Mandal, N.R., 2005. Aluminium Welding, 2nd ed. Narosa Publishing House Pvt Ltd, India.
- [8] Messler, Jr.R.W., 1999. Principles of Welding – Process, Physics, Chemistry, and Metallurgy, 1st ed. John Wiley & Sons, USA.
- [9] Muhtadin. (2009). Ekstraksi ciri Cacat Pengelasan Pada Citra Digital Film Radiografi . JFN, 83-105.
- [10] Sahlan. (2015). Analisis Cacat las Incomplete Fusion dan retak memanjang waterwall tube Boiler PLTU Paiton unit 1. Ilmiah semesta Teknika, 10-20.
- [11] Soembogo, D., Rasyid, H. A., & Sianta, N. (2016). Radiografi Sinar X pada las pipa dengan metode ketebalan ganda bayangan tunggal. PRSG, 13-18.
- [12] sugeng, & anggraini, L. (2017). Analisis cacat porositas pada alumunium sebagai aplikasi tuas kendaraan bermotor diproses dengan die cast tekanan tinggi. Seminar nasional Cendekiawan, 49-54.
- [13] Surdia, T., & Saito, S. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradyanya Paramita.
- [14] Suryaningsih, F., & Rasyid, H. A. (2017). Analisis Cacat pada Plat Carbon Steel Menggunakan Software ISEE untuk Hasil Film Imaging. Prima, 1-9.
- [15] Warman, S. P. (2017). Analisis Faktor Penyebab Cacat Pengelasan Pada Pipa. Jurnal Mekanikal, 730-736.
- [16] Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [17] Yoedhawan, A. J., & Sumarji. (2014). Analisis kekerasan, cacat las, dan struktur mikro pada sambungal las T paduam alumunium 6061 hasil GMAW dengan variasi kuat arus. Jurnal ROTOR, 1-8.