

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

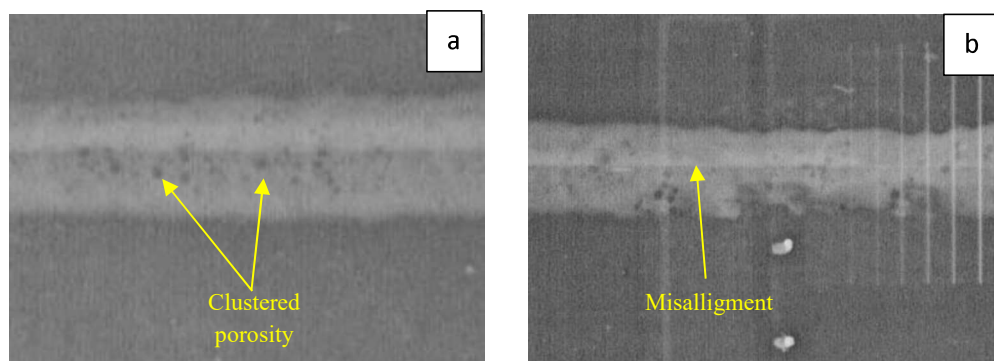
4.1 Hasil Uji Radiografi

Uji radiografi adalah pengujian 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 pengujian las konvensional dan Tandem

A. Uji Radiografi pada Las Konvensional

Pada konvensional digunakan variasi kecepatan

a. Kecepatan 6 mm/s

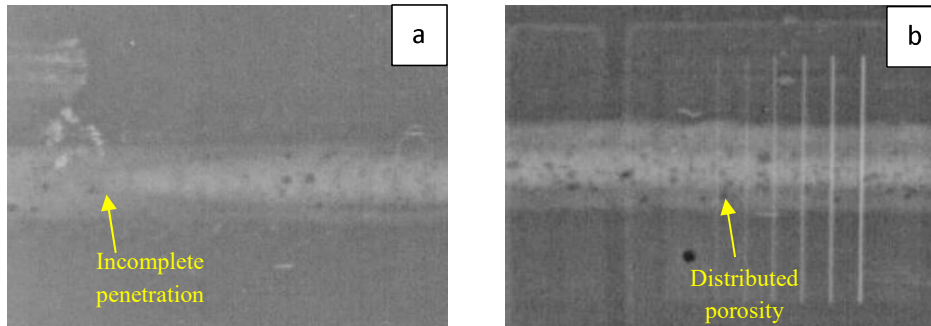


Gambar 4.1 uji radiografi konvensional kecepatan 6 mm/s (a) *Clustered Porosity*, (b) *Misalignment*.

Cacat yang terjadi :

- *Clustered porosity*
- *Missmatch/ Misalignment*

b. Kecepatan 7 mm/s

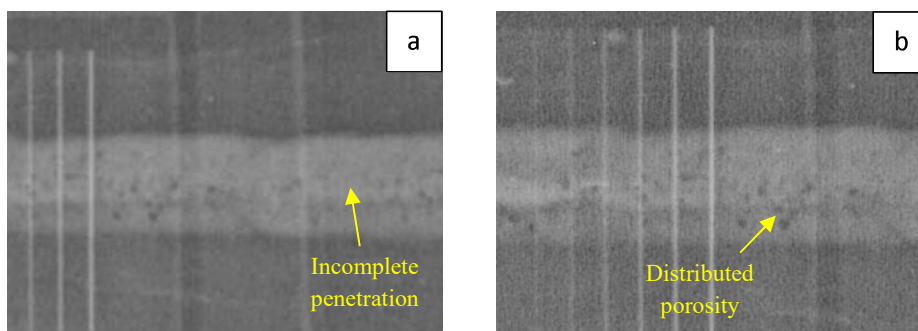


Gambar 4.2 uji radiografi konvensional kecepatan 7 mm/s (a) *Incomplete penetration*, dan (b) *Distributed porosity*

Cacat yang terjadi :

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

c. Kecepatan 8 mm/s



Gambar 4.3 uji radiografi konvensional kecepatan 8 mm/s (a) *Incomplete penetration*, dan (b) *Distributed porosity*

Cacat yang terjadi :

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

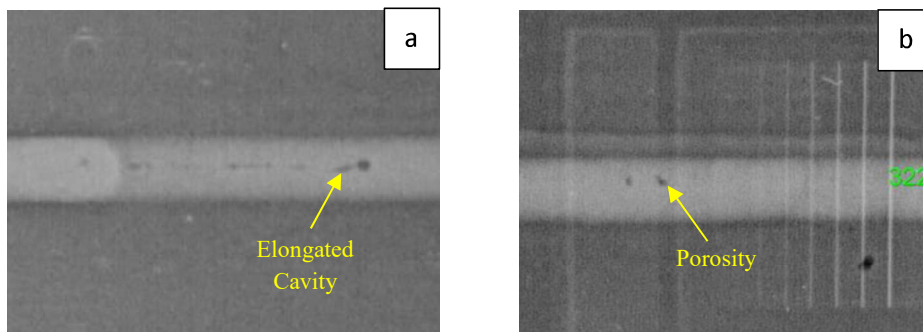
Analisis las konvensional berdasarkan Gambar 4.1 sampai Gambar 4.3 dominan cacat yang terjadi adalah porositas pada semua kecepatan dan *incomplete penetration* pada kecepatan 7 dan 8 mm/s. Kondisi terburuk terdapat pada kecepatan 6 mm/s karena terdapat *missaligment* yang cukup panjang sehingga dapat

mengurangi kekuatan las dan kondisi terbaik terdapat pada kecepatan 7 mm/s karena cacat *incomplete penetration* paling kecil meskipun ditemukan porositas cukup banyak.

B. Uji Radiografi pada las Tandem

Pada las tandem digunakan variasi jarak torch

a. Jarak 18 mm

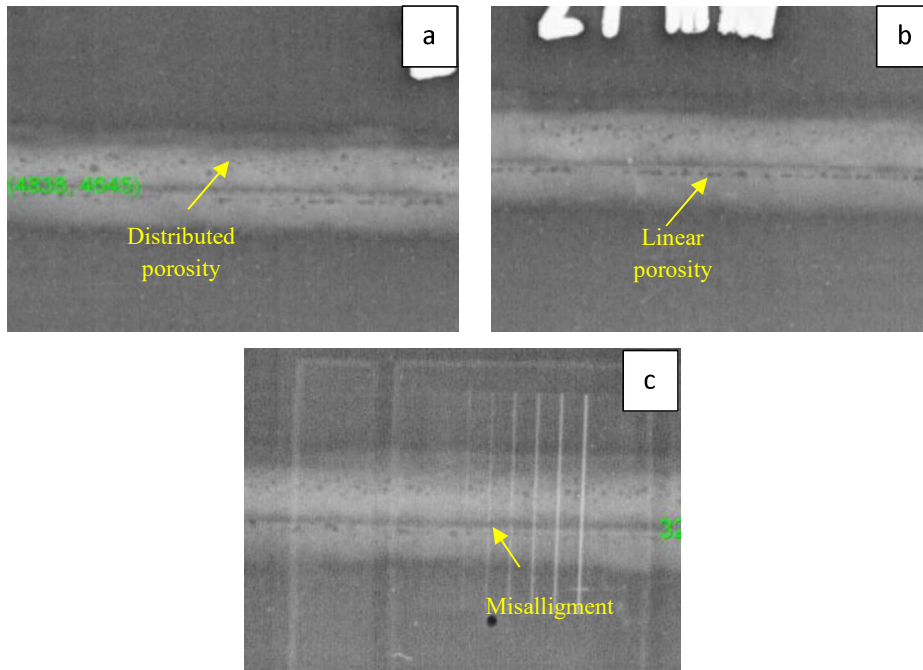


Gambar 4.4 uji radiografi tandem jarak 18 mm (a) *Elongated cavity*, dan (b) *Porosity*.

Cacat yang terjadi :

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

b. Jarak 27 mm

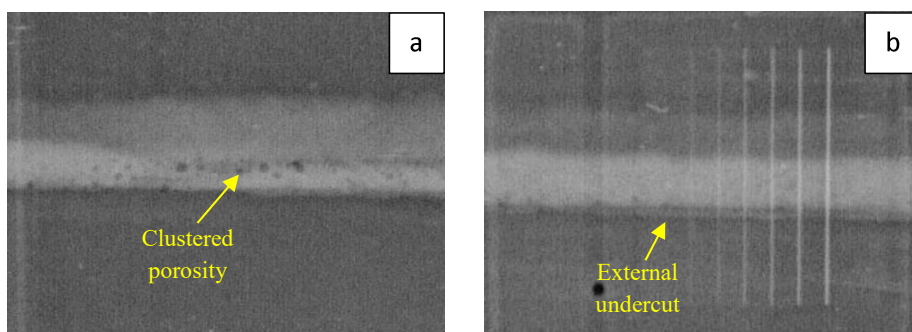


Gambar 4.5 uji radiografi tandem jarak 27 mm (a) *Distributed porosity*, (b) *Linear porosity*, dan (c) *Misalignment*.

Cacat yang terjadi :

- Distributed porosity dibawah 1 mm
- Linear porosity
- Mismatch/ Missaligment

c. Jarak 36 mm



Gambar 4.6 uji radiografi tandem jarak 36 mm (a) *Clustered porosity*, dan (b) *External undercut*

Cacat yang terjadi :

- Clustered porosity sepanjang 20 mm

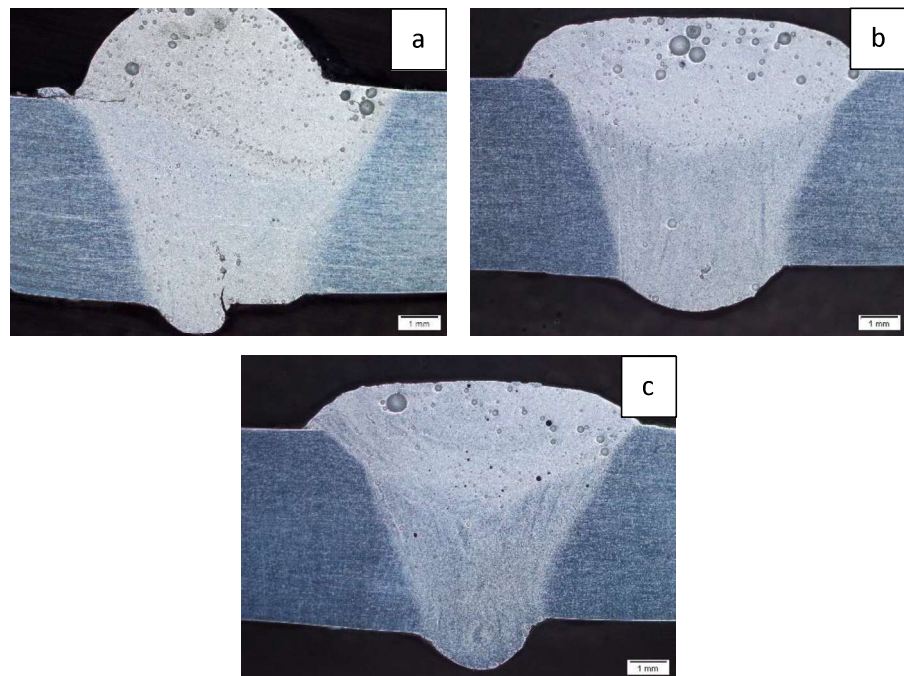
- External undercut

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 *missalignment*.

4.2 Hasil uji Makro dan Mikro

Pengujian radiografi mempunyai kelemahan yaitu penembakan pada 1 sisi sehingga dimungkinkan terjadi *overlapping* cacat yang terjadi, maka perlu dilakukan uji makro pada potongan las untuk mengetahui cacat yang terjadi. Pengujian ini menggunakan mesin makro dengan perbesaran 1.2x. Berikut merupakan hasil uji makro dari potongan pengelasan konvensional dan tandem.

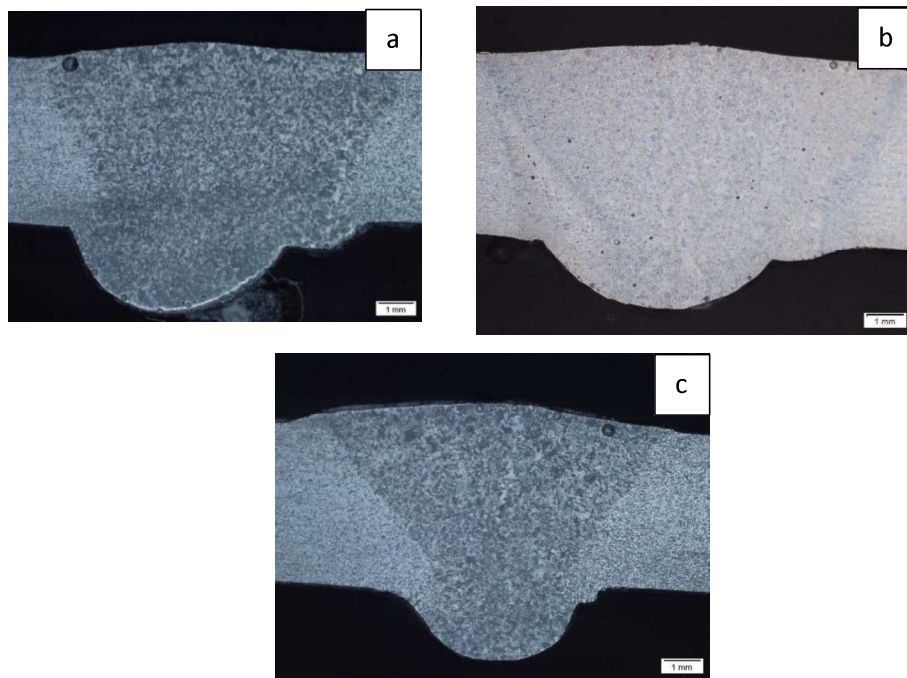
A. Hasil uji makro las konvensional dengan variasi kecepatan.



Gambar 4.7 sambungan hasil pengelasan konvensional (a) Kecepatan 6mm/s (b) Kecepatan 7mm/s (c) Kecepatan 8mm/s.

Analisis sambungan las menggunakan makro berdasarkan gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa, pada kecepatan 7mm/s merupakan hasil terbaik dibandingkan kecepatan lain karena terdapat lebih sedikit cacat. Pada kecepatan 8mm/s terlihat cukup banyak porositas dibanding kecepatan 7mm/s dan pada kecepatan 6mm/s terlihat cukup banyak porositas dan crack sehingga menjadi hasil yang paling buruk.

B. Hasil uji makro las tandem dengan variasi jarak *torch*



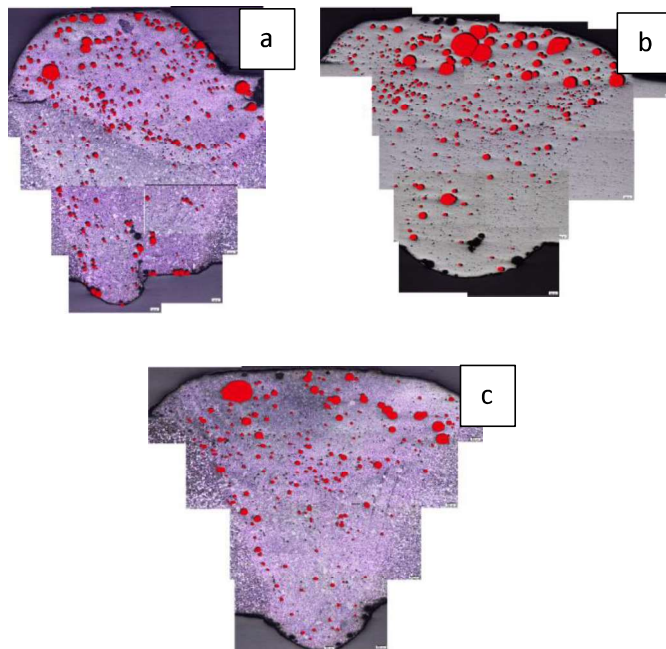
Gambar 4.8 sambungan hasil pengelasan tandem (a) Jarak 18 mm (b) Jarak 27 mm (c) Jarak 36 mm.

Analisis sambungan las berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa jarak torch 27 mm memiliki cacat porositas yang paling kecil dan menjadikan sebagai kondisi terbaik pada pengelasan tandem dan kondisi buruk terdapat pada jarak torch 36 mm selain terdapat porositas yang cukup besar luas weld metalnya lebih kecil dari variasi jarak torch 18 mm.

4.3 Hasil Uji Mikro *porosity*

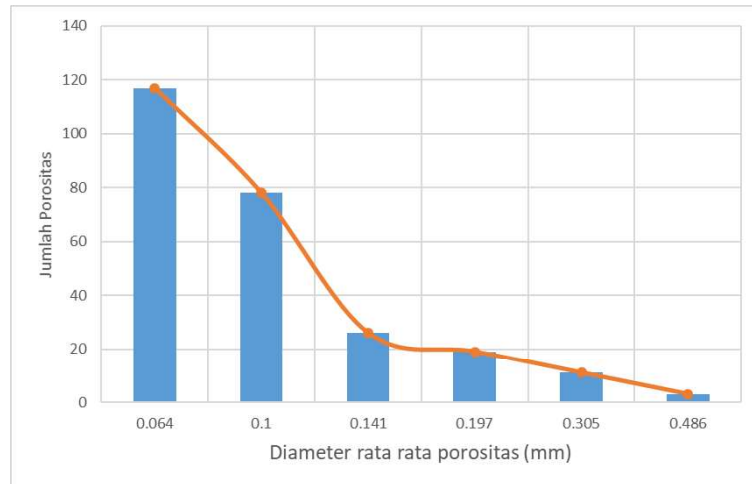
Cacat yang sering terjadi pada pengelasan ini adalah porositas namun pada pengujian makro tampak porositas kurang jelas maka perlu dilakukan uji mikro porositas agar lebih terlihat. Digunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100x dan diambil beberapa gambar. Gambar diolah menggunakan Corel draw untuk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

A. Hasil Uji mikro *porosity* las konvensional

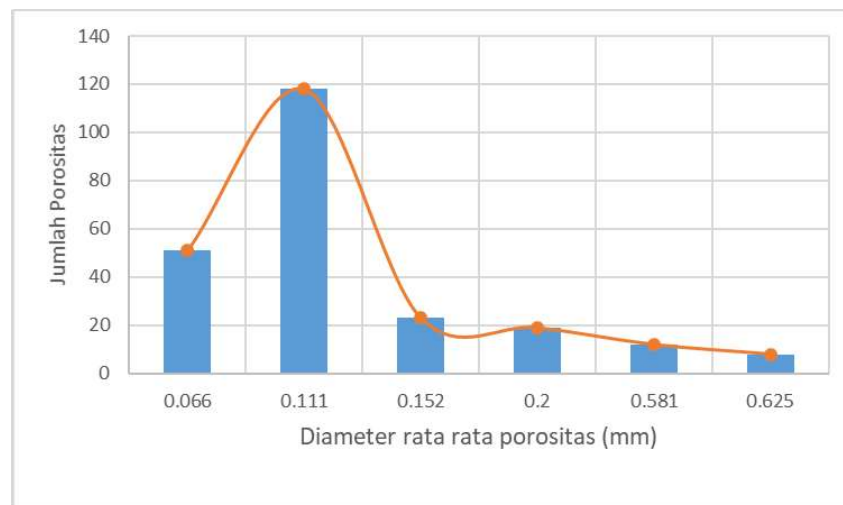


Gambar 4.9 Hasil mikro porosity las konvensional (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, dan (c) kecepatan 8 mm/s

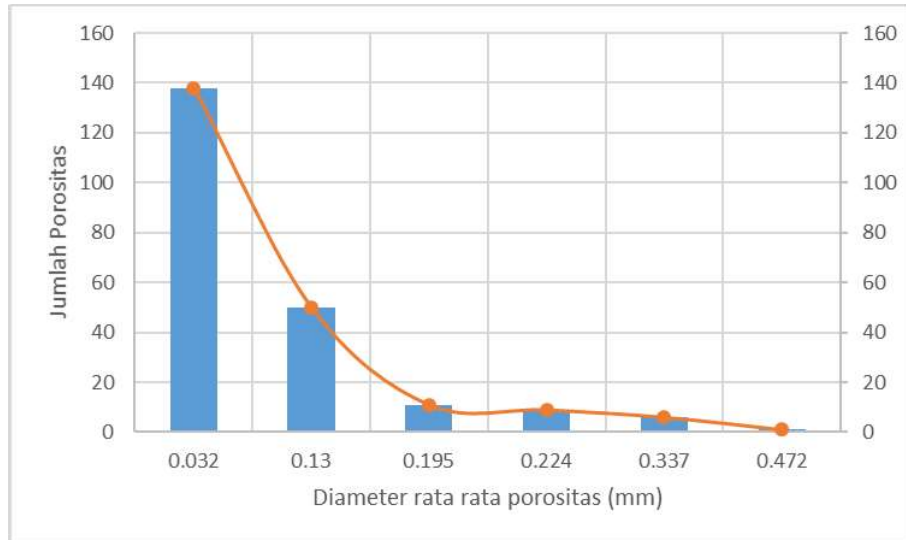
Dari Gambar 4.9 dapat diperoleh tabel dan grafik distribusi normal porositas dan ditunjukkan oleh tabel dan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik distribusi normal las konvensional kecepatan 6mm/s



Gambar 4.11 Grafik distribusi normal las konvensional kecepatan 7 mm/s



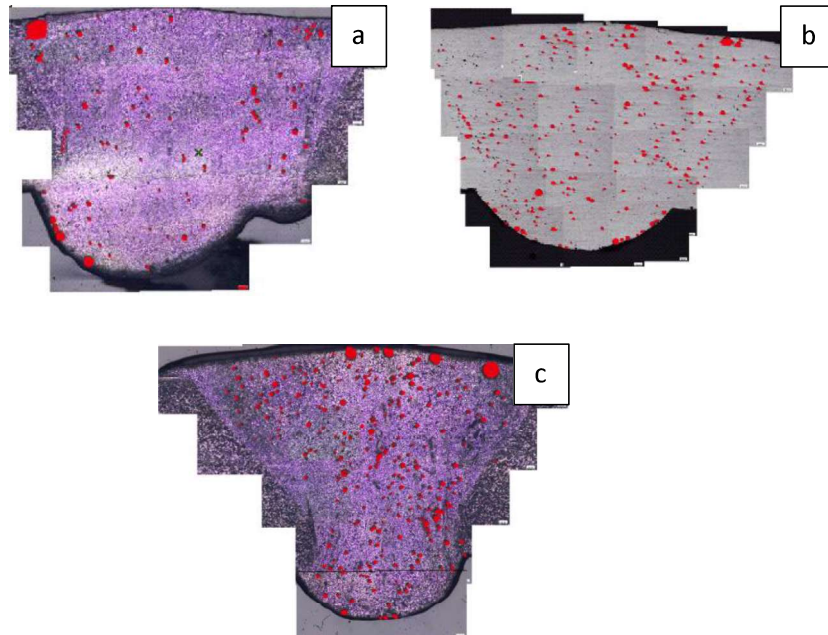
Gambar 4.12 Grafik distribusi normal las konvensional kecepatan 8 mm/s

Tabel 4.1 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		

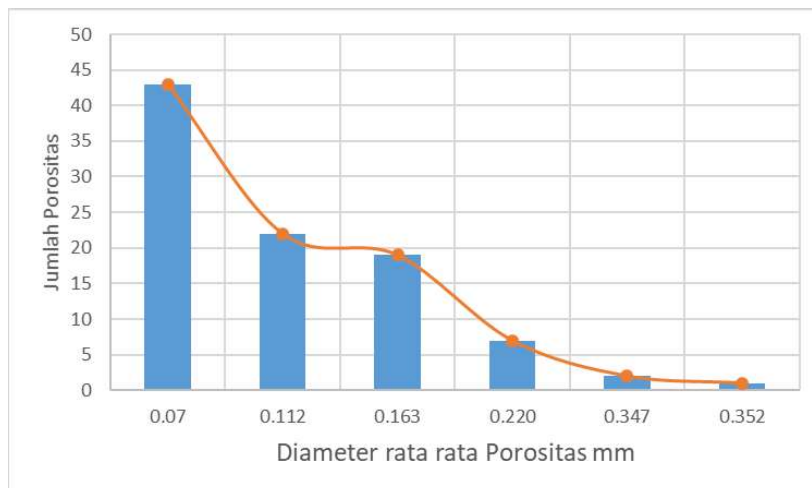
Berdasarkan Gambar 4.10 sampai Gambar 4.12 menunjukkan bahwa semua grafik bernilai positif hal itu menunjukkan bahwa semua variasi pengelasan dapat diterima. Nilai porositas per satuan luas terkecil terdapat pada kecepatan 7 mm/s 5,372 porositas/mm², terkecil kedua terdapat pada kecepatan 8 mm/s dengan 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.

B. Hasil Uji mikro *porosity* las tandem

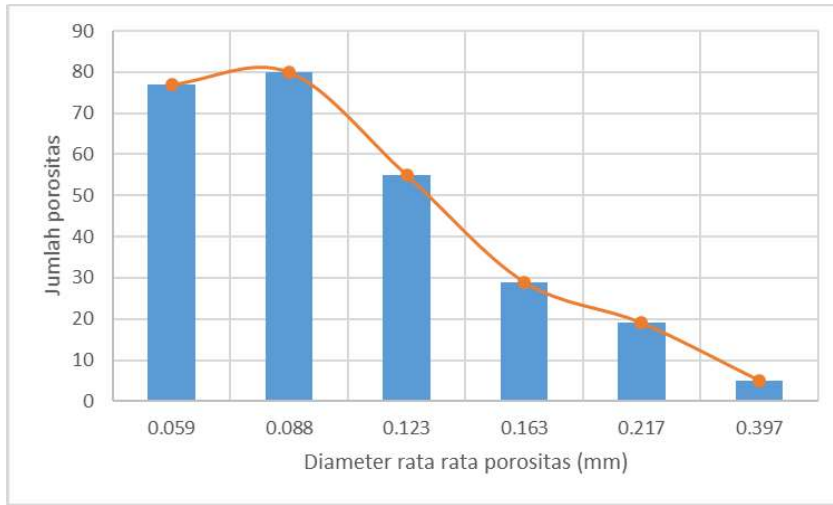


Gambar 4.13 Hasil mikro *porosity* las tandem (a) jarak *torch* 18 mm, (b) jarak *torch* 27 mm, dan (c) jarak *torch* 36 mm

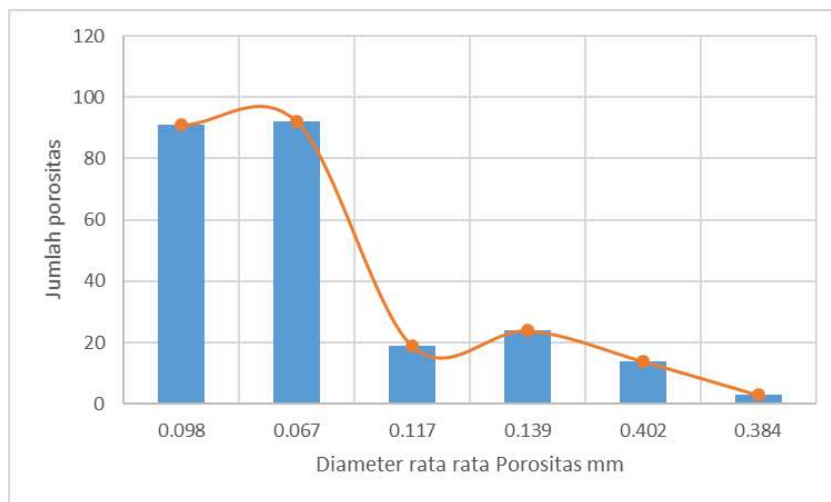
Dari Gambar 4.13 dapat diperoleh tabel dan grafik distribusi normal porositas dan ditunjukkan oleh tabel dan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.14 Grafik distribusi normal las tandem jarak 18 mm



Gambar 4.15 Grafik distribusi normal las tandem jarak 27 mm



Gambar 4.16 Grafik distribusi normal las tandem jarak 36 mm

Tabel 4.2 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		94		
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		265		
36 mm	1.	0.098	91	36	6.75
	2.	0.067	92		
	3.	0.117	19		
	4.	0.139	24		
	5.	0.384	14		
	6.	0.402	3		
	Total		243		

Berdasarkan Gambar 4.14 sampai Gambar 4.16 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.