BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data dan Perhitungan Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik didapatkan nilai gaya tarik (N) dari 3 pengulangan pengelasan. Untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Tarik

Tebal Pelat (mm)	Waktu Pengelasan (s)	Gaya Tarik (N)			Gaya Tarik Rata-Rata (N)
		F1	F2	F3	
0.8	4	5200	4900	5000	5033.33
	5	5400	5000	5200	5200
	6	5800	5200	5500	5500
	7	6000	6100	6000	6033.33
1	4	4700	5100	4900	4900
	5	5000	5600	5200	5266.67
	6	5300	5700	5400	5466.67
	7	6000	6400	6100	6166.67
1.2	4	5200	5200	5200	5200
	5	5600	5600	5500	5566.67
	6	5600	6200	5900	5900
	7	6600	6500	6400	6500
1.5	4	5100	4900	4900	4966.67
	5	5700	5300	5500	5500
	6	5900	5600	5800	5766.67
	7	6400	5900	6100	6133.33

Keterangan :

F1 = Nilai F dari Pengulangan Pengelasan ke 1

F2 = Nilai F dari Pengulangan Pengelasan ke 2

F3 = Nilai F dari Pengulangan Pengelasan ke 3

4.1.2 Data Hasil Pengujian Struktur Makro

Dari dari hasil pengujian struktur makro, didapatkan nilai luas permukaan daerah las dengan menggunakan *autodesk inventor*. Hasil pengujian disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Struktur Makro

Tebal Pelat (mm)	Waktu Pengelasan (s)	Luas Permukaan (mm^2)			Rata-Rata Luas Permukaan (mm^2)
		A1	A2	A3	
0.8	4	13	12.56	12.71	12.76
	5	13.04	12.6	12.96	12.87
	6	13.09	12.98	13.11	13.06
	7	13.1	13.17	13.25	13.17
1	4	11.34	11.76	11.52	11.54
	5	12	11.21	12.09	11.77
	6	12.1	12.3	12.13	12.18
	7	13	13.2	13.21	13.14
1.2	4	11.01	10.84	10.97	10.94
	5	11.8	11.5	11.42	11.57
	6	11.92	12.2	12.03	12.05
	7	13.14	12.67	12.87	12.89
1.5	4	9.5	9.3	9.48	9.43
	5	10.3	9.9	10.14	10.11
	6	10.45	10.38	10.42	10.42
	7	10.97	10.9	10.87	10.91

Keterangan :

A1 = Nilai Luas Permukaan Daerah Las dari Pengulangan Pengelasan ke 1

A2 = Nilai Luas Permukaan Daerah Las dari Pengulangan Pengelasan ke 2

A3 = Nilai Luas Permukaan Daerah Las dari Pengulangan Pengelasan ke 3

Data yang ada pada tabel 4.1.1 dan 4.1.2 digunakan untuk perhitungan kekuatan tarik. Contoh Perhitungan kekuatan geser adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \ (N/mm^2)$$

$= 5200 / 12,87 = 404,04 \ N/mm^2$

Untuk data yang lain dihitung dengan mengikuti urutan contoh perhitungan di atas dan hasilnya dirangkum dalam tabel 4.3

Tabel 4.1.3 Data Hasil Perhitungan Kekuatan Geser

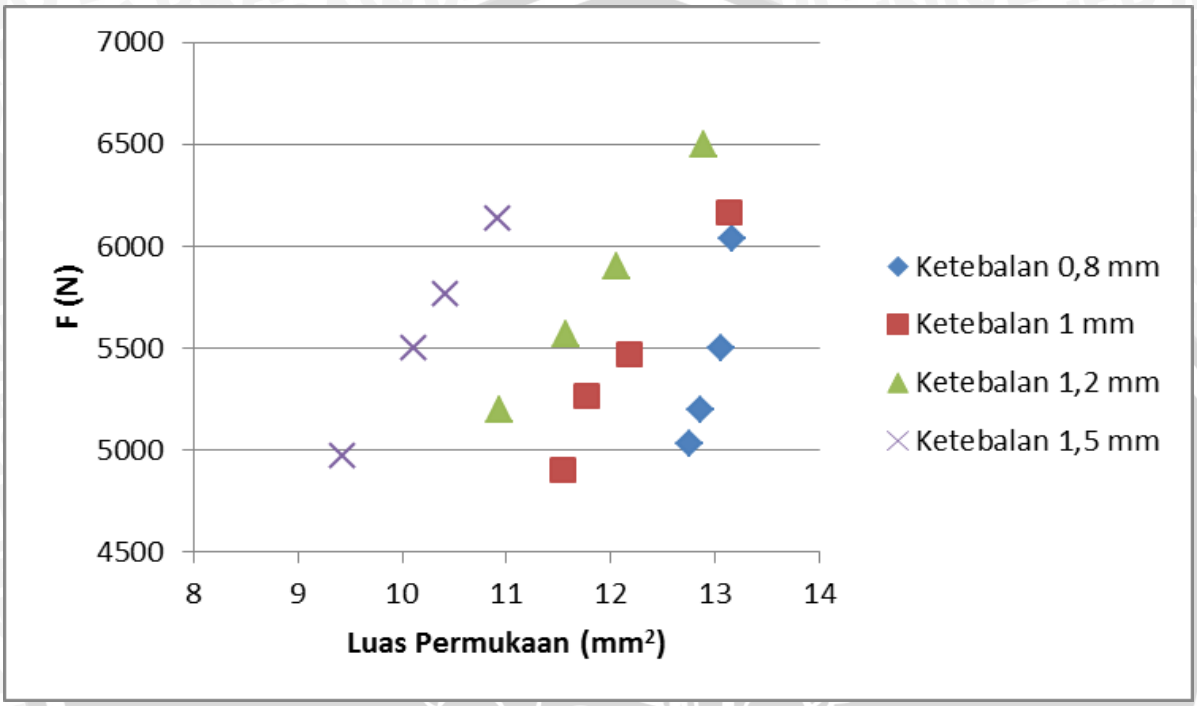
Dengan menggunakan data yang ada pada tabel 4.1 dan 4.2 dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Kekuatan Geser

Tebal Pelat (mm)	Waktu Pengelasan (s)	Gaya Tarik (N)	Rata-Rata Luas Permukaan (mm^2)	Rata -rata Kekuatan Geser (N/mm^2)
0.8	4	5033.33	12.76	394.50
	5	5200.00	12.87	403.39
	6	5500.00	13.06	421.07
	7	6033.33	13.17	458.00
1	4	4900.00	11.54	424.49
	5	5266.67	11.77	434.47
	6	5466.67	12.18	448.86
	7	6166.67	13.14	468.87
1.2	4	5200.00	10.94	475.34
	5	5566.67	11.57	481.04
	6	5900.00	12.05	492.27
	7	6500.00	12.89	504.19
1.5	4	4966.67	9.43	530.38
	5	5500.00	10.11	543.71
	6	5766.67	10.42	553.39
	7	6133.33	10.91	557.79

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Grafik Hubungan Luas Permukaan Daerah Las dan Tebal Pelat terhadap nilai F

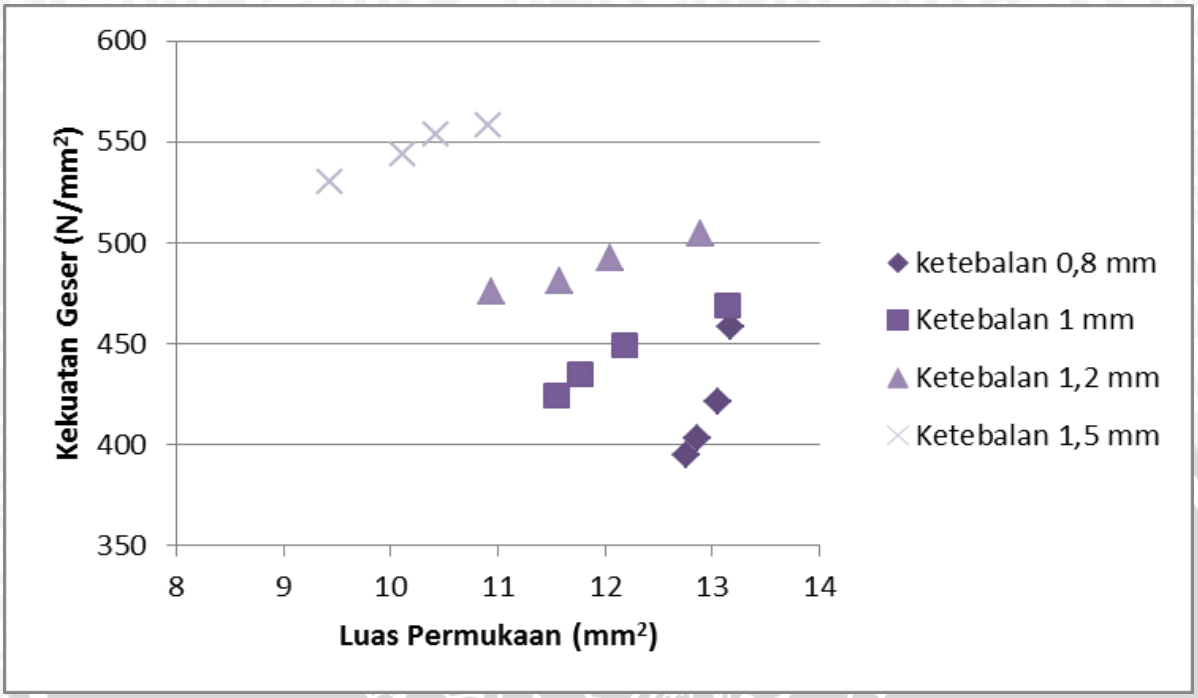


Gambar 4.1 Grafik Hubungan Luas Permukaan Daerah Las dan Tebal Pelat terhadap nilai F

Dari sebaran data gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kenaikan luas permukaan daerah las dipengaruhi oleh lama waktu pengelasan. Semakin lama waktu pengelasan maka semakin besar pula luas permukaan daerah las.

Apabila semakin besar luas daerah pengelasan maka nilai dari F akan semakin besar. Hal ini dikarenakan pada saat pengelasan berlangsung *heat input* yang masuk tergolong besar sedangkan pendinginan menggunakan suhu ruang yang tergolong cepat menghasilkan struktur martensit yang kekerasanya tinggi. Semakin tinggi nilai kekerasan maka nilai F juga akan semakin bertambah besar . Nilai F tertinggi ada pada ketebalan pelat 1,2 mm dan waktu pengelasan 7 detik yaitu sebesar 6500 N, Sedangkan F terendah ada pada tebal pelat 0,8 mm dan waktu pengelasan 4 detik sebesar 5033,33 N.

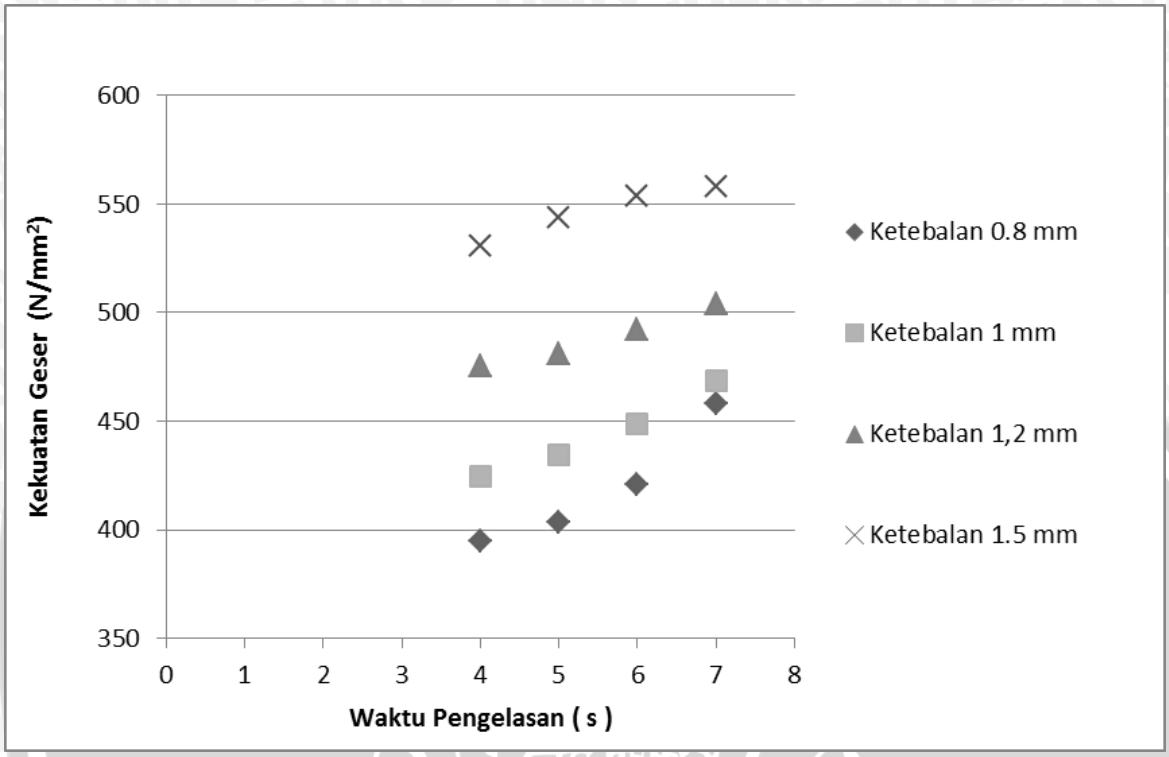
4.2.2 Analisa Grafik Hubungan Luas Permukaan Daerah Las dan Tebal Pelat terhadap Kekuatan Geser



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Luas Permukaan Daerah Las dan Tebal Pelat terhadap Kekuatan Geser

Dari sebaran data gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin besar luas permukaan maka nilai kekuatan geser akan besar. Hal ini dikarenakan pada saat pengelasan nilai *heat input* yang masuk bertambah besar seiring dengan waktu pengelasan. Apabila panas yang masuk besar maka temperatur proses pengelasan akan semakin besar. Suhu yang dihasilkan mampu mencapai fase austenit, pendinginan menggunakan suhu ruang yang relatif cepat sehingga menghasilkan struktur martensit yang sifatnya keras. Semakin besar nilai kekerasanya maka nilai dari kekuatan geser akan semakin tinggi. Nilai kekuatan geser tertinggi ada pada ketebalan pelat 1,5 mm dan waktu pengelasan 7 detik, yaitu sebesar 557,79 N/mm^2 dengan luas permukaan daerah las sebesar 10,91 mm^2. Sedangkan kekuatan geser terendah ada pada tebal pelat 0,8 mm dan waktu pengelasan 4 detik sebesar 395,50 N/mm^2 dengan luas permukaan daerah las sebesar 12,76 mm^2.

4.2.3 Analisa Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Tebal Pelat terhadap Kekuatan Geser

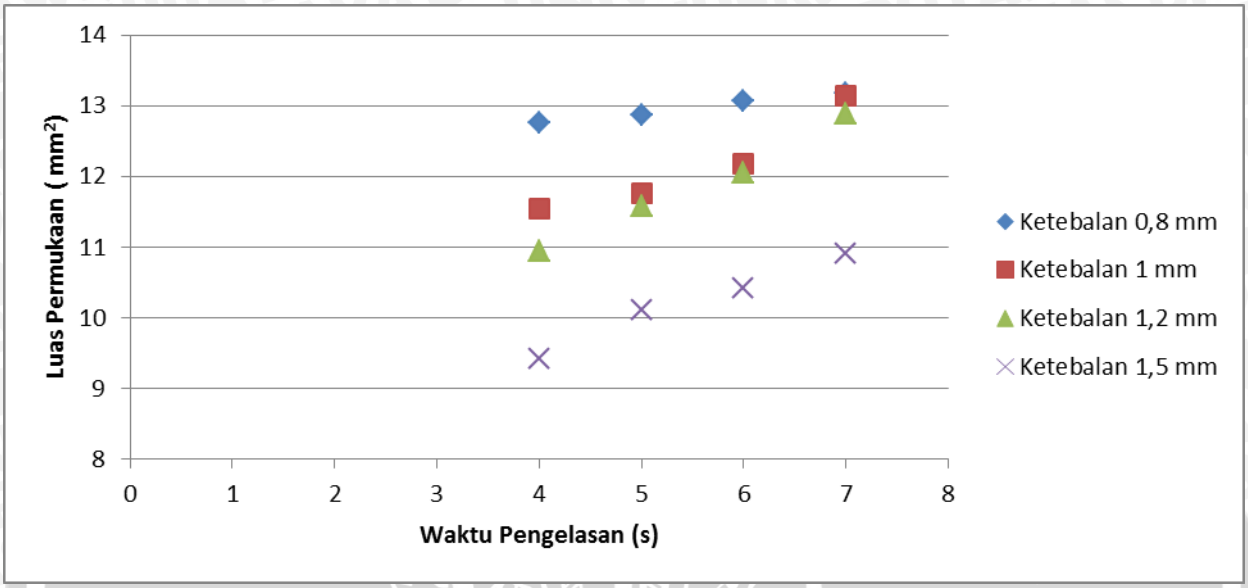


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Tebal Pelat terhadap Kekuatan Geser

Pada sebaran data gambar 4.3 dapat dilihat bahwa jika semakin lama waktu pengelasan dengan ketebalan pelat yang sama maka *heat input* yang masuk akan semakin besar, jika semakin besar *heat input* maka temperatur pada daerah las akan semakin besar sehingga menyebabkan perubahan struktur dan butiran pada daerah las yang menyebabkan kekerasannya meningkat. Selain jika tebal pelat semakin besar maka kekakuan akan semakin tinggi, sehingga nilai kekuatan geser meningkat dikarenakan dibutuhkan daya tarik yang lebih besar untuk memutuskan sambungan las.

Dari sebaran data dapat dilihat bahwa kekuatan geser tertinggi sambungan las titik dengan waktu penekanan 7 detik dan dengan tebal pelat 1,5 mm yaitu 557,59 N/mm^2 dan kekuatan geser terendah pada waktu penekanan 4 detik dengan ketebalan pelat 0,8 mm yaitu sebesar 394,50 N/mm^2.

4.2.4 Analisa Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Luas Permukaan Daerah Las



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Luas Permukaan Daerah Las

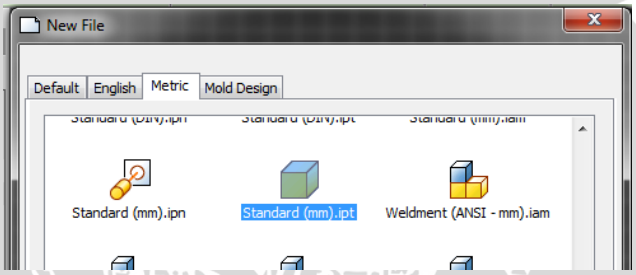
Pada sebaran data gambar 4.4 dapat dilihat penambahan waktu pengelasan yang diberikan menyebabkan pembesaran rata – rata ukuran dari luasan hasil lasan. Peningkatan ini disebabkan karena semakin lama waktu pengelasan yang dipakai, maka semakin banyak pula *heat input* yang masuk dan semakin besar daya tembus dan kemampuan untuk meleburkan logam yang akan berdifusi. Sehingga bagian dalam logam yang melebur dan berdifusi juga semakin banyak. Dapat dilihat bahwa luas daerah las yang terbesar ada pada waktu pengelasan 7 detik dengan ketebalan pelat 0,8 mm sebesar 13.17 mm^2. Sedangkan yang luas daerah yang terkecil pada waktu pengelasan 4 detik dengan ketebalan pelat 1,5 mm^2.

4.2.5 Analisa Struktur Makro

Pada gambar dapat dibedakan hasil pengelasan setelah mengalami uji tarik geser. Secara garis besar penambahan waktu pengelasan yang diberikan menyebabkan pembesaran rata – rata ukuran dari luasan hasil lasan.

Peningkatan ini disebabkan karena semakin lama waktu pengelasan yang dipakai, maka semakin banyak pula *heat input* yang masuk dan semakin besar daya tembus dan kemampuan untuk meleburkan logam yang akan berdifusi. Sehingga bagian dalam logam yang melebur dan berdifusi juga semakin banyak . Dalam menghitung luas permukaan daerah lasan ini digunakan *software* komputer, yaitu *autodesk inventor*. Langkah – langkah dalam penggunaanya yaitu :

- Buka *Autodesk inventor*, pilih *new* . pilih *matric* dan pilih *standart(mm).ipt*

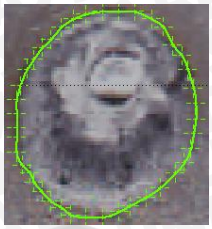


Gambar 4.5 Membuka menu *new file*

- Setelah itu pilih *insert – image*
- Klik *point* lalu klik sampai memutar pada daerah lasan.

Gambar 4.6 Penggunaan *point*

- Kemudian sambungkan titik – titik tadi menggunakan *spline*, sehingga menjadi seperti ini.



Gambar 4.7 : Penggunaan *spline*

- Pilih menu *inspect* pilih *area*, sehingga luasan daerah tersebut akan muncul.

Gambar 4.8 : Penggunaan *inspect area*

Berikut adalah foto struktur makro dari hasil pengelasan dengan perbesaran 10x .

a. Ketebalan Pelat 0,8 mm

waktu pengelasan 4 detik

waktu pengelasan 7 detik

b. Ketebalan Pelat 1 mm

waktu pengelasan 4 detik

waktu pengelasan 7 detik

c. Ketebalan Pelat 1,2 mm

waktu pengelasan 4 detik

waktu pengelasan 7 detik

d. Ketebalan Pelat 1,5 mm

waktu pengelasan 4 detik

waktu pengelasan 7 detik

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bawah pada pelat dengan ketebalan 0,8 mm dan 1 mm dapat dilihat bahwa sebelum mengalami patahan terjadi deformasi. Deformasi ini terjadi karena ketika pelat ditarik, sumbu penarikan tidak sejajar sehingga terjadi kopel, kopel menyebabkan benda mengalai gerak rotasi. Selain itu ketebalan pelat juga berpengaruh terhadap terjadinya deformasi, semakin tebal pelat maka kekakuan pelat akan semakin besar dan ketika semakin besar kekakuanya maka akan lebih sulit terjadi defleksi.

Pada pelat dengan dengan ketebalan 0,8 mm, waktu pengelasan 4 detik mempunyai luas permukaan daerah lasnya sebesar 12.56 mm^2 sedangkan pada waktu pengelasan 7 detik mempunya nilai yang lebih besar dengan luas daerah las sebesar 13.25 mm^2 .Pada ketebalan 1 mm dengan waktu pengelasan 4 detik luasan daerah las sebesar 11.34 mm^2. Pada lama pengelasan 7 detik mempunyai yang lebih besar luas daerah las sebesar 13.2 mm^2.

Pada pelat dengan ketebalan 1,2 mm dan 1,5 mm deformasi tidak terjadi hal ini dikarenakan semakin tebal pelat maka kekakuan pelat juga bertambah, jika semakin kaku maka kemungkinan terjadi defleksi kecil. Selain itu semakin tebal pelat terjadi

kecenderungan nilai luasan daerah las berkurang. Hal ini dikarenakan jika semakin tebal pelat maka membutuhkan panas yang lebih besar dan waktu yang lebih lama untuk meleburkan logam agar berdifusi sedangkan waktu yang digunakan tetap pada setiap pengujian yaitu 4 detik, 5 detik , 6 detik dan 7 detik.

Pada tebal pelat 1,2 dengan waktu pengelasan 4 detik luas daerah lasan sebesar 11.01 mm^2 sedangkan pada waktu 7 detik luasan daerah las lebih tinggi yaitu 12.67 mm^2. Pada Ketebalan pelat 1,5 m dengan waktu pengelasan 4 detik luas daerah lasan sebesar 9.30 mm^2 dan pada waktu pengelasan 7 detik nilai luasan daerah las sebesar 10.9 mm^2.

Pada hasil pengelasan diatas daerah HAZ dapat dilihat pada daerah lingkaran terluar daerah las, daerah tersebut ditandai dengan pinggir kecoklatan akibat dari pengaruh panas. Selain itu dari beberapa hasil pengelasan setelah mengalami pengujian tarik terdapat beberapa sobekan yang membuat hasil pengelasan tidak terlihat sempurna, dikarenakan ketika ditarik dari mesin tarik daya rekat daerah las yang lebih kuat.