

repository.ub.ac.id

# PENGARUH VARIASI ARUS DAN TEBAL PELAT SAMBUNGAN *STAINLESS STEEL 304* TERHADAP KEKUATAN GESER DAN FOTO MAKRO PADA MESIN *SPOT WELDING*

Maulana Dwi Prayatna, Endi Sutikno, Erwin Sulistyono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 -Telp (0341) 567886  
Email: maulanadwi88@gmail.com

## ABSTRAK

Las titik (*spot welding*) adalah jenis las resistansi listrik dimana benda kerja pelat (logam) yang akan di sambungkan di jepit dengan elektroda dari paduan tembaga dan kemudian dialirkan arus listrik yang besar. Karena aliran listrik antara kedua elektroda tersebut harus melalui (logam) plat yang di jepit, maka timbul panas pada tempat jepitan yang menyebabkan logam di tempat tersebut mencair dan tersambung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan tebal pelat terhadap kekuatan geser dan struktur makro pada mesin *spot welding* dengan sambungan *lap joint* menggunakan material *stainless steel 304* dengan variasi arus 74 A; 84 A; 94 A; 104 A dan ketebalan pelat 0,8 mm; 1 mm; 1,2 mm; 1,5 mm dalam waktu 2 detik sehingga didapatkan hasil kualitas las titik yang paling baik. Dimensi spesimen uji kekuatan geser mengacu kepada standar JIS Z 3136. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin besar arus pengelasan dan semakin tebal suatu pelat yang digunakan maka nilai kekuatan gesernya akan semakin meningkat. Nilai kekuatan geser tertinggi ada pada arus pengelasan 104 Ampere dan tebal pelat 1,5 mm yaitu sebesar 521,77 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan geser terendah ada pada arus pengelasan 74 Ampere dan tebal pelat 0,8 mm yaitu sebesar 294,14 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : *spot welding*, arus pengelasan, tebal pelat, *stainless steel*, kekuatan geser.

## ABSTRACT

*Spot welding is a type of electric resistance welding where the workpiece plate (metal) which will be interconnected, at the jaws with the electrode of copper alloy and then passed through a large electric current. Because the flow of electricity between the two electrodes must pass through (metal) plate in the clasp, then raised the heat on a clasp which causes melting metal in place and connected. The purpose of this research was to determine the effect of electric current variation and thick plates toward shear strength and macro photos on spot welding machine with the lap joint connections using stainless steel 304 with electric current variation 74 A; 84 A; 94 A; 104 A and thick plates 0,8 mm; 1 mm; 1,2 mm; 1,5 mm within 2 seconds and the compressive force 18 kg so we get the best quality result of spot welding. Dimensions of test specimens shear strength refers to the standard JIS Z 3136. Results from the research showed that the greater electric current and the thicker a plate is used then the value of the shear strength will increase. Shear strength values are highest at 104 Ampere electric current and plate thickness of 1,5 mm that is equal to 521,77 N / mm<sup>2</sup> while the value of the shear strength is lowest at 74 Ampere electric current and plate thickness of 0,8 mm that is equal to 294,14 N / mm<sup>2</sup>.*

**Keywords**: *spot welding*, welding current, thick plates, *stainless steel*, shear strength.

## PENDAHULUAN

Secara umum, pengelasan (*welding*) dapat didefinisikan sebagai suatu teknik dalam proses penyambungan material-material logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi menggunakan panas atau tekanan atau keduanya, dengan atau tanpa logam penambah yang mempunyai temperatur leleh hampir sama yang nantinya akan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Las titik (*spot welding*) adalah salah satu jenis las resistensi listrik yang mulai dikembangkan setelah energi listrik dapat digunakan dengan mudah. Dalam prosesnya las titik digunakan untuk mempercepat waktu pengerjaan untuk menyambungkan lembaran logam sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Pada las titik, logam plat yang akan disambungkan dijepit dengan elektroda dari paduan tembaga kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu yang sangat singkat. Pada tempat jepitan timbul panas yang menyebabkan logam mencair dan tersambung. Hal ini disebabkan karena aliran listrik antara kedua elektroda tersebut yang melewati atau mengalir melalui logam (pelat) yang dijepit. Pada bidang kontak antara logam (pelat) dan elektroda juga terjadi panas karena tahanan listrik, akan tetapi tidak sampai mencairkan logam karena ujung-ujung elektroda tersebut didinginkan.

*Stainless Steel* adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan. *Stainless steel* bukan merupakan konduktor yang baik dan dapat mudah dibengkok atau dibentuk karena memiliki keuletan yang tinggi.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil lasan pada las titik adalah

faktor ketebalan pelat dan besarnya arus listrik. Ketebalan pelat yang berbeda menyebabkan waktu pengelasan yang diperlukan juga berbeda. Semakin tebal logam (pelat) maka waktu yang diperlukan untuk menyambungkan logam (pelat) juga semakin lama. Pengaturan arus juga akan mempengaruhi hasil lasan. Semakin rendah arus yang digunakan menyebabkan sulitnya penyalaan busur listrik sehingga hasil lasannya berupa rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya jika arusnya terlalu tinggi maka akan menghasilkan permukaan las yang lebih besar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan geser yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan.

Telah dilakukan penelitian mengenai karakteristik hasil pengelasan berdasarkan variabel arus pada pengelasan pelat baja karbon rendah. Kesimpulan yang didapat yaitu terjadinya kenaikan tegangan geser pada peningkatan kuat arus disebabkan karena peningkatan kuat arus listrik semakin besar pula daya tembusnya untuk kecepatan pengelasan yang sama. Semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula diameter lasan yang dihasilkan. Akibat proses pengelasan, struktur butir yang terbentuk pada daerah kecil atau halus sehingga kekerasannya tinggi.

Telah dilakukan penelitian mengenai analisa pengaruh parameter pengelasan *spot welding* terhadap kekuatan geser pada material aluminium. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh parameter las ( waktu 2,5 detik, 3,5 detik, 4,5 detik dan arus 3608 A, 4441 A, dan 5021 A ) terhadap proses pengelasan titik ( standar ASME IX). Mengetahui kekuatan geser sambungan hasil pengelasan titik menggunakan standar uji ASME IX dan mengetahui kondisi paling optimal pengelasan titik dengan sambungan

tumpang (*lap joint*). Material yang digunakan adalah aluminium murni dengan ketebalan pelat 1 mm. Mesin *spot welding* yang digunakan adalah krisbow tipe DN-16-1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus dan waktu pengelasan mempunyai pengaruh terhadap kekuatan geser yang dihasilkan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan geser tertinggi terjadi pada variasi arus 5021 A dan waktu 4,5 detik. Sedangkan tegangan geser terendah terjadi pada variasi arus 3608 A waktu 2,5 detik.

Telah dilakukan penelitian mengenai Pengaruh Tebal Pelat *Stainless Steel* A304 Dan Lama Penekanan Pada Pengelasan Titik Terhadap Kekuatan Geser Dan Struktur Makro. Dalam penelitian tersebut peneliti ingin mengetahui kualitas pengelasan titik yang terbaik dengan menggunakan mesin las tipe POT-32 serta material yang digunakan adalah pelat *stainless steel* A304 dengan tebal 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm dengan sambungan tindih (*lap joint*), dengan arus las 50 A waktu penekanan selama 4 detik, 5 detik, 6 detik dan 7 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu penekanan maka nilai kekuatan gesernya akan meningkat dan hasil uji struktur makro menunjukkan semakin lama waktu pengelasan maka luas permukaan daerah lasan semakin besar.

Dengan demikian berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya di atas, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi arus dan tebal pelat sambungan *stainless steel* 304 terhadap kekuatan geser dan foto makro pada mesin *spot welding*.

## METODE

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang mempunyai

tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan tebal pelat sambungan *stainless steel* 304 terhadap kekuatan geser dan foto makro pada mesin *spot welding* dengan asumsi variabel yang lain dijaga konstan.

## Variabel Penelitian

### Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Ketebalan pelat 0,8 mm ; 1 mm ; 1,2 mm ; 1,5 mm.
2. Besar arus yang digunakan 74 A ; 84 A ; 94 A ; 104 A.

### Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah melakukan penelitian. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah :

1. Nilai kekuatan geser
2. Foto makro

### Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti dan dijaga konstan. Variabel terkontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Waktu pengelasan yang digunakan selama 2 detik.
2. Gaya Penekanan pada waktu pengelasan sebesar 18 kgf.

## Alat dan Bahan Yang Digunakan

### 1. Alat

#### Mesin *Spot Welding* (las titik)

Mesin *spot welding* (las titik) yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis las titik pedal.



**Gambar 1 Las Titik**  
Sumber: Laboratorium Produksi Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

### **Universal Testing Machine**

*Universal Testing Machine* yaitu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya atau beban yang diberikan.



**Gambar 2 Universal Testing Machine**  
Sumber: Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Negeri Malang.

### **Mikroskop Teknik**

Mikroskop teknik adalah alat yang digunakan untuk mengambil foto makro dari permukaan daerah las dengan perbesaran tertentu.



**Gambar 3 Mikroskop Teknik**  
Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

## **2. Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat *stainless steel 304* dengan komposisi kimia yang dapat dilihat pada tabel 1.

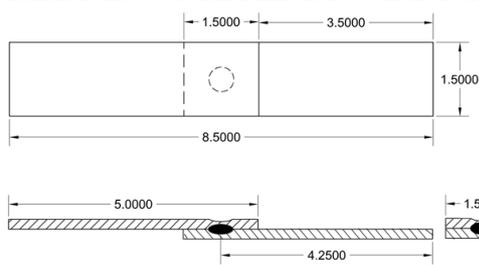
Tabel 1 Komposisi Kimia *Stainless Steel 304*

<b>Kandungan</b>	<b>%</b>
Karbon (C)	0.08 max.
Mangan (Mn)	2.00 max.
Fosfor (P)	0.045 max.
Sulfur (S)	0.030 max.
Silikon (Si)	0.75 max.
Kromium (Cr)	18.00 – 20.00
Nikel (Ni)	8.00 – 10.50
Nitrogen (N)	0.10 max
Besi (Fe)	Seimbang

Sumber : Budinski (1996 : 428)

### **Dimensi Spesimen Pengelasan**

Penentuan dimensi dari spesimen uji ini mengacu pada standar JIS Z 3136 dengan panjang pelat 10 cm dan lebar pelat 3 cm.



Gambar 4 Dimensi Spesimen Las Titik dalam satuan cm dengan skala 1 : 2.

Sumber: JIS Z 3136

### Pengujian Kekuatan Geser

Prosedur yang digunakan pada pengujian kekuatan geser adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam proses pengujian.
2. Menyiapkan spesimen uji geser.
3. Mengukur dimensi dari spesimen uji.
4. Mengatur posisi spesimen uji pada alat pengujian geser.
5. Melakukan pengujian geser sampai spesimen uji putus.
6. Setelah spesimen uji putus, kemudian hasil kekuatan gesernya dibaca pada alat ukur.
7. Melepaskan spesimen uji dari ragum.
8. Mengembalikan alat-alat yang digunakan dan membersihkan area pengujian.
9. Melakukan analisa data hasil pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian

#### Data dan Perhitungan Pengujian Geser

Dari hasil pengujian geser didapatkan nilai gaya geser (N) dari 3 kali pengulangan pengelasan. Hasil gaya gesernya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Geser

Tebal Pelat (mm)	Arus (A)	Gaya Geser (N)			Gaya Geser Rata - Rata (N)
		P1	P2	P3	
0.8	74	2599	2789	2692	2693.33
	84	3490	3589	3394	3491.00
	94	3811	3741	3920	3824.00
	104	4688	4542	4255	4495.00
1	74	4001	4066	4049	4038.67
	84	4834	5011	4943	4929.33
	94	6284	6125	6329	6246.00
	104	7390	7481	7540	7470.33
1.2	74	4390	4395	4606	4463.67
	84	6170	5918	6267	6118.33
	94	7853	7995	8026	7958.00
	104	9382	9352	9445	9393.00
1.5	74	5110	5083	4753	4982.00
	84	7182	6983	7015	7060.00
	94	9750	9574	9437	9587.00
	104	11215	12355	12680	12083.33

Keterangan :

P1 = Nilai Gaya Geser (N) Dari Pengulangan Ke-1.

P2 = Nilai Gaya Geser (N) Dari Pengulangan Ke-2.

P3 = Nilai Gaya Geser (N) Dari Pengulangan Ke-3.

### Data Hasil Pengujian Foto Makro

Dari hasil pengujian foto makro, nilai luas permukaan daerah las didapatkan dengan menggunakan *Software Editing*. Nilai luas permukaan daerah las dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Foto makro.

Tebal Pelat (mm)	Arus (A)	Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> )			Luas Permukaan Rata - Rata (mm <sup>2</sup> )
		A1	A2	A3	
0.8	74	9.09	9.23	9.16	9.16
	84	11.76	11.68	11.90	11.78
	94	13.60	12.11	12.80	12.84
	104	13.65	13.80	13.93	13.79
1	74	9.62	9.20	8.97	9.26
	84	10.79	11.39	11.27	11.15
	94	13.41	14.08	14.02	13.84
	104	15.76	15.61	15.57	15.65
1.2	74	9.68	10.12	9.75	9.85
	84	12.95	13.68	13.53	13.39
	94	16.80	16.76	18.11	17.22
	104	17.98	20.00	19.35	19.11
1.5	74	10.34	10.90	10.11	10.45
	84	14.34	14.55	15.01	14.63
	94	18.52	18.41	18.72	18.55
	104	22.85	23.33	23.30	23.16

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.

Dari data hasil pengujian geser (N) pada tabel 2 dan data hasil pengujian foto makro pada tabel 3 dapat digunakan untuk menghitung nilai kekuatan gesernya. Contoh perhitungan kekuatan gesernya adalah sebagai berikut:

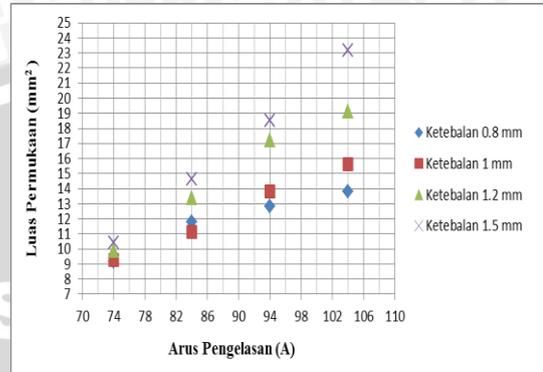
$$\begin{aligned}\tau &= P / A \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= 2693.33 / 9.16 \\ &= 294.14 \text{ N/mm}^2.\end{aligned}$$

Data yang lain dihitung dengan mengikuti contoh perhitungan di atas. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Data Hasil Perhitungan Kekuatan Geser.

Tebal Pelat (mm)	Arus (A)	Gaya Geser Rata - Rata (N)	Luas Permukaan Rata - Rata (mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Geser Rata - Rata (N/mm <sup>2</sup> )
0.8	74	2693.33	9.16	294.14
	84	3491.00	11.78	296.40
	94	3824.00	12.84	297.85
	104	4495.00	13.79	325.88
1	74	4038.67	9.26	435.91
	84	4929.33	11.15	442.02
	94	6246.00	13.84	451.31
	104	7470.33	15.65	477.47
1.2	74	4463.67	9.85	452.98
	84	6118.33	13.39	457.03
	94	7958.00	17.22	462.01
	104	9393.00	19.11	491.50
1.5	74	4982.00	10.45	476.88
	84	7060.00	14.63	482.48
	94	9587.00	18.55	516.87
	104	12083.33	23.16	521.77

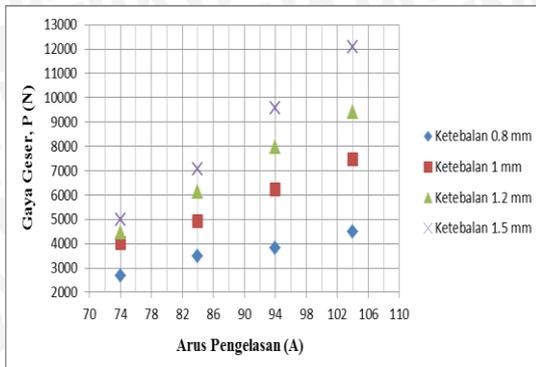
### Analisa Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Luas Permukaan Daerah Las.



Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Luas Permukaan Daerah Las.

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin besar arus yang diberikan dengan ketebalan pelat yang sama menyebabkan nilai luas permukaan daerah lasannya juga semakin besar. Peningkatan ini disebabkan karena apabila semakin besar arus yang digunakan, maka semakin banyak juga *heat input* yang masuk dan daya tembus terhadap logam semakin besar sehingga menyebabkan bagian dalam logam yang melebur dan berdifusi juga semakin banyak. Pada grafik dapat dilihat bahwa luas daerah lasan yang terbesar ada pada arus pengelasan 104 Ampere dengan tebal pelat 1,5 mm yaitu sebesar 23,16 mm<sup>2</sup> sedangkan luas daerah lasan yang terkecil ada pada arus pengelasan 74 Ampere dengan tebal pelat 0,8 mm yaitu sebesar 9,16 mm<sup>2</sup>.

### Analisa Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Nilai Gaya Geser, P (N).

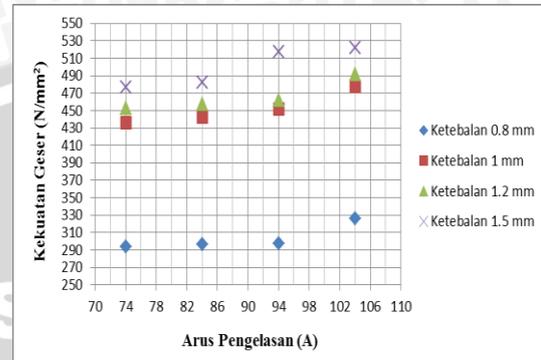


Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Nilai Gaya Geser, P (N).

Pada grafik sebelumnya (gambar 5) dapat dilihat bahwa besar luas permukaan daerah las dipengaruhi oleh besarnya arus pengelasan. Semakin besar arus pengelasan maka luas permukaan daerah las juga semakin besar.

Jadi dapat dilihat pada gambar 6, apabila arus pengelasan semakin besar dengan ketebalan pelat yang sama maka nilai gaya gesernya juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena pada saat pengelasan, *heat input* yang masuk semakin besar dan daya tembus terhadap logam semakin besar sehingga menyebabkan bagian dalam logam yang melebur dan berdifusi juga semakin banyak menyebabkan ikatan antar logam juga semakin banyak. Bentuk butiran yang dihasilkan juga semakin kecil dan saling kuat berikatan sehingga kekerasannya semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kekerasannya maka nilai gaya gesernya juga semakin besar. Nilai gaya geser tertinggi ada pada arus pengelasan 104 Ampere dan tebal pelat 1,5 mm yaitu sebesar 12083,33 N sedangkan nilai gaya geser terendah ada pada arus pengelasan 74 Ampere dan tebal pelat 0,8 mm yaitu sebesar 2693,33 N.

### Analisa Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Nilai Kekuatan Geser (N/mm<sup>2</sup>).



Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Tebal Pelat Terhadap Nilai Kekuatan Geser (N/mm<sup>2</sup>).

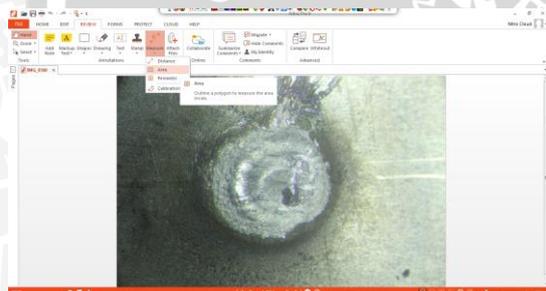
Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin besar arus pengelasan dengan ketebalan pelat yang sama maka kekuatan gesernya juga semakin besar. Seperti dijelaskan pada grafik sebelumnya (gambar 5) bahwa peningkatan luas permukaan daerah las dipengaruhi oleh *heat input* yang semakin besar. *Heat input* yang semakin besar dan daya tembus terhadap logam semakin besar sehingga menyebabkan bagian dalam logam yang melebur dan berdifusi juga semakin banyak menyebabkan ikatan antar logam juga semakin banyak. Bentuk butirannya juga semakin kecil dan saling kuat berikatan sehingga kekerasannya semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kekerasannya maka nilai kekuatan gesernya juga semakin besar. Nilai kekuatan geser tertinggi ada pada arus pengelasan 104 Ampere dan tebal pelat 1,5 mm yaitu sebesar 521,77 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan geser terendah ada pada arus pengelasan 74 Ampere dan tebal pelat 0,8 mm yaitu sebesar 294,14 N/mm<sup>2</sup>.

**Analisa Foto Makro**

Setelah melakukan pengujian geser, selanjutnya adalah melakukan foto makro pada daerah las untuk menganalisa luas permukaan daerah lasannya. Seperti yang dijelaskan bahwa luas permukaan daerah las dipengaruhi oleh besarnya arus pengelasan yang digunakan, semakin besar arus pengelasan maka luas permukaan daerah lasannya juga semakin besar.

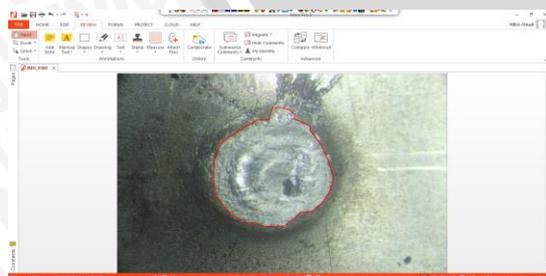
Dalam menghitung luas permukaan daerah las, digunakan *software editing computer*. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Hasil foto makro di *convert* ke *Software Editing*.
2. Setelah masuk ke *Software Editing*, pilih *review*, klik *measure* kemudian pilih *area*.



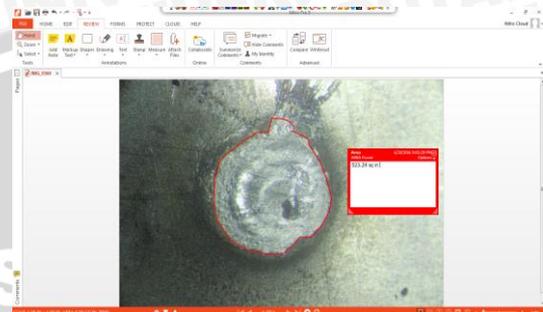
Gambar 8 Pemilihan area pada Software Editing.

3. Klik *pointer* dan klik memutar daerah lasan sampai pada titik awal, kemudian *double* klik pada titik awal tersebut sehingga tampilannya sebagai berikut.



Gambar 9 Penggunaan point untuk mengelilingi daerah lasan.

4. Selanjutnya arahkan *pointer* ke garis merah yang mengelilingin daerah lasan tersebut atau *double* klik garis merah tersebut, maka luas permukaan daerah lasan akan muncul.



Gambar 10 Tampilan nilai luas permukaan daerah lasan.

Berikut adalah foto makro dari hasil pengelasan :

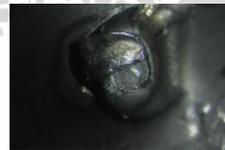
1. Pelat dengan tebal 0,8 mm



Arus Pengelasan 74 Ampere



Arus Pengelasan 84 Ampere



Arus Pengelasan 94 Ampere



Arus Pengelasan 104 Ampere

2. Pelat dengan tebal 1 mm



Arus Pengelasan 74 Ampere



Arus Pengelasan 84 Ampere

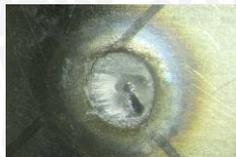
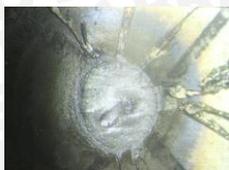


Arus Pengelasan 94 Ampere



Arus Pengelasan 104 Ampere

## 3. Pelat dengan tebal 1,2 mm

Arus Pengelasan  
74 AmpereArus Pengelasan  
84 AmpereArus Pengelasan  
94 AmpereArus Pengelasan  
104 Ampere

## 4. Pelat dengan tebal 1,5 mm

Arus Pengelasan  
74 AmpereArus Pengelasan  
84 AmpereArus Pengelasan  
94 AmpereArus Pengelasan  
104 Ampere

Dari foto makro tersebut dapat disimpulkan bahwa pada pelat dengan tebal 0,8 mm dan 1 mm terjadi deformasi sebelum mengalami putus. Deformasi tersebut terjadi karena ketika pelat ditarik, sumbu penarik tidak sejajar sehingga terjadi kopel, kopel menyebabkan benda mengalami gerak rotasi. Ketebalan pelat juga berpengaruh terhadap terjadinya deformasi, semakin tebal pelat maka kekakuan pelat semakin tinggi sehingga semakin sulit terjadinya deformasi.

Pelat dengan tebal 1,2 mm dan 1,5 mm tidak terjadi deformasi. Hal ini disebabkan karena apabila pelat semakin tebal maka kekakuannya juga semakin

tinggi sehingga kemungkinan terjadinya deformasi semakin kecil.

Pada foto makro hasil pengelasan di atas, *Heat Affected Zone* (HAZ) atau Daerah Pengaruh Panas dapat dilihat pada daerah lingkaran terluar dari daerah las yang ditandai dengan pinggiran kecoklatan akibat dari pengaruh panas pengelasan. Selain itu pada beberapa hasil pengelasan setelah mengalami pengujian geser, terdapat beberapa sobekan pada daerah las yang menyebabkan hasil pengelasan tidak terlihat sempurna. Hal tersebut disebabkan karena daerah lasan yang lebih kuat ketika dilakukan pengujian geser.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Besarnya arus pengelasan dan tebal pelat berpengaruh terhadap kekuatan geser. Semakin besar arus pengelasan dengan tebal pelat yang sama maka kekuatan gesernya akan semakin meningkat.
2. Nilai kekuatan geser tertinggi ada pada arus pengelasan 104 Ampere dan tebal pelat 1,5 mm yaitu sebesar 521,77 N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai kekuatan geser terendah ada pada arus pengelasan 74 Ampere dan tebal pelat 0,8 mm yaitu sebesar 294,14 N/mm<sup>2</sup>.
3. Hasil pengujian foto makro menunjukkan bahwa semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan dengan tebal pelat yang sama maka nilai luas permukaan daeran lasannya semakin besar.

### Saran

1. Hendaknya melakukan perlakuan spesimen sebelum pengelasan untuk memastikan spesimen kering dan bersih dari kotoran.

2. Diharapkan adanya penelitian yang lebih lanjut dengan material yang berbeda.
3. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang analisa struktur mikro dari hasil pengelasan *spot welding* ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andre D. (2015). Pengaruh Tebal Pelat *Stainless Steel* A304 Dan Lama Penekanan Pada Pengelasan Titik Terhadap Kekuatan Geser Dan Struktur Makro. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Daryanto. (1992). *Buku Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta : Bhineka Cipta.
- Daryanto. (1992). *Teknik Mengelas Logam*. Jakarta : Bhineka Cipta.
- De Garmo, E.P. (1990). *Materials and Processes in Manufacturing*. John Willey and Sons, Inc.
- Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura. (2010). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- James M. Gere, Stephen P. Timoshenko. (2000). *Mekanika Bahan*. Jakarta : Erlangga.
- Nicho M. (2012). Analisa Pengaruh Parameter Pengelasan *Spot Welding* Terhadap Kekuatan Geser Pada Material Aluminium. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Surdia, T & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Van Vleck, L & Djaprie, S. (1989). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta : Erlangga.

Weman, K. (2003). *Welding Processes Handbook*. Moscow : CRC Press.

Yefri Chan. (2010). Sambungan Las. <https://yefrichan.files.wordpress.com/2010/06/sambungan-las.pdf>. (Diakses 25 Juni 2016).

Yudhyadi dkk. (2007). Karakteristik Hasil Pengelasan Berdasarkan Variabel Arus Pada Pengelasan Pelat Baja Karbon Rendah. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.