

**PENGARUH PARAMETER PENGELASAN SPOT WELDING TERHADAP  
KEKUATAN GESER PADA ALUMINIUM**



**VALCO SILABAN  
2011 / 1102216  
PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN JURNAL SKRIPSI**

**PENGARUH PARAMETER PENGELASAN SPOT WELDING TERHADAP  
KEKUATAN GESER PADA ALUMINIUM**

*Oleh :*

Nama : Valco Silaban  
NIM/ BP : 1102216/2011  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, 9 Februari 2016

Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. Waskito, MT**  
NIP.19610808 198602 1 001

Pembimbing II



**Drs. Purwantono, M.Pd**  
NIP. 19630804 198603 1 002

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. W. ST, MT**  
19670920 199802 1 001

PENGARUH PARAMETER PENGELASAN SPOT WELDING  
TERHADAP KEKUATAN GESER PADA ALUMINIUM

THE INFLUENCE OF WELDING PARAMETERS ON THE SHEAR  
STRENGTH ON ALUMINUM

Valco silaban<sup>(1)</sup>, Waskito<sup>(2)</sup>, Purwantono<sup>(3)</sup>  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia  
*Valcosilaban27@yahoo.com*  
*Waskitoasyah@yahoo.com*  
*Purwantono\_msn@yahoo.co.id*

### Abstrak

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter las (waktu 0,5 detik, 1 detik, 1,5 detik, 2 detik, 2,5 detik dan tegangan 1,60 V, 1,79 V, 2,02 V, 2,30 V) terhadap proses pengelasan titik. Mengetahui kekuatan geser terhadap sambungan hasil pengelasan titik dan mengetahui kondisi waktu dan tegangan yang paling optimal pada proses pengelasan titik. Pada penelitian ini menggunakan material aluminium ketebalan 1 mm mesin spot welding yang digunakan adalah proline tipe PDN-16-1 dengan sambungan tumpang dengan variasi parameter waktu 0,5 detik; 1 detik, 1,5 detik, 2 detik, 2,5 detik. Sedangkan variasi tegangan 1,60, 1,79, 2,02, 2,30 V. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian geser. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu pengelasan dengan tegangan berpengaruh terhadap kekuatan tegangan geser. Adapun Kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada waktu 2,5 detik dengan tegangan arus 2,30 V yaitu sebesar: 14,194 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan geser terendah berada pada waktu 0,5 detik dengan tegangan 1,60 V yaitu sebesar: 3,471 N/mm<sup>2</sup>, Artinya semakin tinggi tegangan arus dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan tegangan geser semakin besar pula, dan jika waktu tidak tetap maka hasil pengelasan akan mengalami kerusakan.

**Kata kunci :** *Spot Welding, Kekuatan Uji Geser, Aluminium, Waktu, dan Tegangan*

### Abstract

*This study aims to determine the effect of welding parameters (time of 0.5 seconds, 1 second, 1.5 seconds, 2 seconds, 2.5 seconds and a voltage of 1.60 V, 1.79 V, 2.02 V, 2.30 V) to the spot welding process. the shear strength of the weld connection point (spot welding), and knowing the time and voltage conditions most optimal spot welding process. In this study, using a material thickness of 1 mm aluminum spot welding machine used is the type of PDN proline-16-1 with overlapping connections the parameters variation of holding time of 0.5 seconds; 1 second 1.5 seconds, 2 seconds, 2.5 seconds, while the voltage variation of 1.60, 1.79, 2.02, 2.30 V the test of shear testing manually. The results of this study indicate that the time variation of welding time with a voltage effect on the strength of shear stress. The Power of the highest shear stress are at a time of 2.5 seconds with a voltage 2.30 V is sebesar: 14.194 N / mm<sup>2</sup> shear strength while the lowest are in a time of 0.5 seconds with a voltage of 1.60 V is equal to: 3,471 N/mm<sup>2</sup>, means that the higher the voltage and the longer time of welding the shear strength greater.*

**Keywords :** *Spot Welding, Shear Strength Test, Aluminium , Welding Time, and Voltage.*

## I. Pendahuluan

### 1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang berkembang pada saat ini salah satunya adalah bidang pengelasan. Ruang lingkup teknik pengelasan pada era industrialisasi saat ini banyak dipergunakan pada bidang konstruksi suatu pemukiman, bangunan, perkapalan, pesawat terbang, manufaktur dan bidang lainnya. Luasnya

penggunaan teknologi pengelasan ini disebabkan karena konstruksi bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik pengelasan menjadi lebih ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. dapat dilihat dengan semakin kompleksnya proses penyambungan logam dengan pengelasan. Teknologi pengelasan merupakan salah satu teknik yang banyak di gunakan dalam proses penyambungan material dan konstruksi baja atau material aluminium. pada

Konstruksi Mesin, Pembuatan Ketel, tabung, Pipa, dan Konstruksi transportasi dan kendaraan (Kapal, kendaraan dan Mobil, Kereta dan industri pesawat) adalah industry-industri yang banyak menggunakan pengelasan sebagai salah satu prosesnya. Salah satu metode yang digunakan dalam pengelasan tersebut ialah dengan menggunakan metode *resistance spot welding*, yaitu proses pengelasan yang hanya dilakukan pada titik tertentu dengan menggunakan elektroda tembaga. Pada industri otomotif, terutama dalam industri kendaraan roda empat atau lebih, sering digunakan proses pengelasan spot welding contoh Pada proses pengelasan pada kerangka *frame* mobil proses pengelasan seringkali menggunakan pengelasan *spot welding*. Proses tersebut dipilih karena sebagian besar bahan yang dipakai dalam proses perakitan *body* mobil adalah plat lembaran, sehingga apabila menggunakan proses las yang biasa (SAW, SMAW, dan lain sebagainya), maka material tersebut akan mengalami penurunan sifat mekanik karena ketebalan dari material yang rendah, selain itu juga karena alasan ekonomis. Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Kemajuan teknologo dewasa ini dalam teknik pengelasan yang dipadukan dalam gas mulia seperti oksigen menyebabkan pengelasan luminium dan paduannya menjadi sederhana dan dapat dipercaya karena hal itu maka penggunaan aluminium dan paduannya di dalam banyak bidang telah berkembang (Wirjosumarto, H dan Okumura, T.,1981).Dalam pemilihan bahan atau material yang ada harus memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan di las agar tidak terjadinya cacat dan kerusakan hasil pengelasan. Salah satu material yang sering dipakai dalam dunia industri manufaktur dan kedirgantaraan umumnya aluminium.Luasnya pemakaian aluminium dikarenakan aluminium merupakan material utama yang saat ini digunakan industri pesawat komersial salah satu pesawat yang menggunakan material aluminium adalah pesawat boeing-777, sekitar 70% struktur boeing-777 dibuat dari material paduan aluminium. Aluminium dipilih kerena memiliki sifat ringan dan kekuatannya dapat dibentuk dan dilas dengan mudah.Mengacu pada uraian di atas, maka penulis akan mengkaji kekuatan tegangan geser proses pengelasan dengan Alumunium dengan menggunakan las Titik (*Spot Welding*).  
Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Menurut *Deustche Industry Normen* (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan

menggunakan energi panas. Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Wirjosumarto, 1996:23).

Hingga saat ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan pada tahap tahap permulaan dari pengembangan teknologi las, biasanya pegelasan hanya digunakan pada sambungan sambungan sari reparasi yang kurang penting tapi setelah melalui pengalaman dan praktek yang banyak dan waktu yang lama maka sekarang penggunaan proses proses pengelasan dan penggunaan konstruksi las merupakan hal yang umum disemua Negara di dunia, (Amstead B. H , 1995). Las titik (*Spot Welding*) merupakan cara pengelasan resisitansi listrik di mana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda logam. kemudian arus yang kuat dialirkan melalui elektroda tembaga, sehingga titik diantara plat logam di bawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistensi listrik sehingga mencapai suhu pengelasan, sehingga mengakibatkan kedua plat pada bagian ini menyatu. Sedangkan pada bagian kontak antar elektroda tembaga dengan plat tidak mengalami cair karena ujung elektroda tembaga dengan plat tidak mengalami cair karena ujung elektroda didinginkan dengan air (Wirjosumarto,H.,2004: 23).Panas yang terjadi akan sangat berpengaruh pada hasil dari pengelasan (Amstead B, H. (1995)

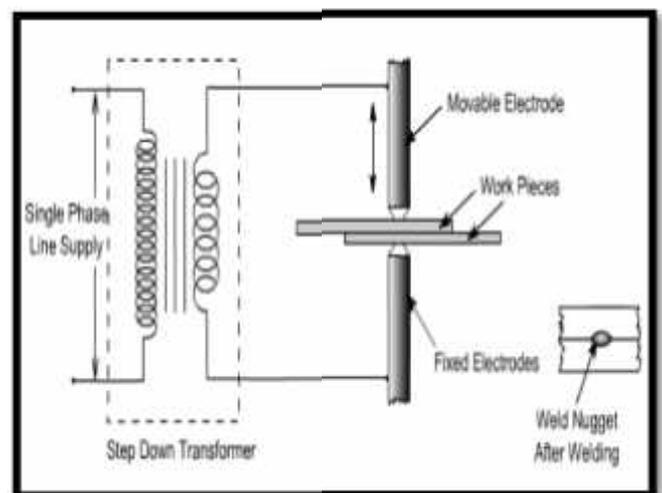
$$H = I \cdot R \cdot T$$

Dimana: H : panas (joule)

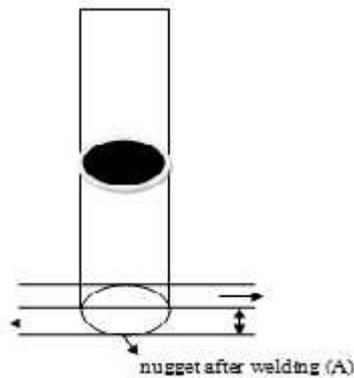
I: arus (ampere)

R: hambatan (Ohm)

T: waktu (detik)



Gambar 1. Skema dari Proses *Spot Welding*



Gambar 2. nugget setelah dilas

## 2. Aluminium

Aluminium adalah material yang banyak sekali digunakan untuk konstruksi, mulai dari sepeda, otomotif, kapal laut hingga pesawat udara. Keunggulan material aluminium adalah berat jenisnya yang ringan dan kekuatannya yang dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan. Kekuatan aluminium biasanya ditingkatkan dengan cara paduan (*alloying*) dan memberi perlakuan panas (*heat treatment*).

Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Selama 50 tahun terakhir, Aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan *ductility* yang cukup baik (Aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (Aluminium daur ulang). Yang paling terkenal adalah penggunaan Aluminium sebagai bahan pembuat komponen pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui seberapa besar kekuatan geser *spot welding* pada aluminium terhadap variasi *welding time*, dan variasi tegangan dan mengetahui tegangan geser tertinggi hasil pengelasan spot welding terhadap aluminium.

## 3. Pengelasan Aluminium

Dalam hal pengelasan, paduan aluminium mempunyai sifat yang kurang baik bila dibandingkan dengan baja. Sifat-sifat yang kurang baik tersebut adalah:

1. Paduan aluminium mudah teroksidasi dan membentuk aluminium oksida yang mempunyai titik cair yang tinggi, karena sifat ini maka peleburan antara logam dasar dan logam las menjadi terhalang.

2. Karena mempunyai koefisien muai yang besar maka mudah sekali terjadi deformasi sehingga paduan paduan yang mempunyai sifat getas panas akan cenderung membentuk retak panas.
3. Karena perbedaan yang tinggi antar kelarutan hidrogen dalam logam cair dan logam padat maka dalam proses pembekuan yang terlalu cepat akan terbentuk rongga halus bekas kantong kantong hidrogen.
4. Paduan aluminium mempunyai berat jenis rendah, karena itu banyak zat-zat lain yang terbentuk selama pengelasan akan tenggelam keadaan ini memudahkan terkandung zat-zat yang tidak dikehendaki didalamnya.
5. Karena titik cair dan viskositasnya rendah maka daerah yang terkena pemanasan mudah mencair.

## 4. Pengujian Geser.

Kekuatan geser merupakan sifat mekanik logam yang penting. Terutama untuk perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Kekuatan geser suatu bahan dapat diketahui dengan menguji tarik atau pengujian geser pada bahan yang bersangkutan. Perbedaan pengujian tarik dengan pengujian geser adalah pada gaya yang bekerja pada saat proses pengujian berlangsung, gaya yang terjadi pada saat pengujian pada saat pengujian tarik adalah gaya arah memanjang (*longitudinal*), sedangkan gaya yang terjadi pada saat pengujian geser adalah gaya arah vertikal. Pengujian geser biasanya digunakan pada suatu sambungan (*sambungan las*), dari hasil pengujian geser tersebut dapat diketahui juga sifat-sifat yang lain seperti: perpanjangan, reduksi, penampang, dan sebagainya, selama pegeseran setiap saat dicatat dengan grafik yang tersedia pada mesin geser besarnya gaya geser yang bekerja dan besarnya pertambahan panjang yang terjadi akibat gaya geser tersebut. Tegangan geser merupakan tegangan yang bekerja sejajar atau menyinggung permukaan.

Kekuatan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan untuk menahan gaya yang bekerja pada material tersebut. Kekuatan material dapat diketahui dengan uji geser. Dari uji geser akan diperoleh sifat-sifat sebagai berikut:

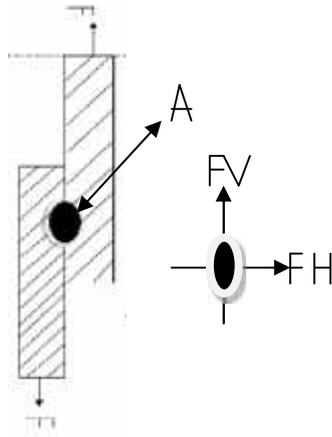
$$= \frac{F}{A}$$

Dimana: = Kekuatan geser material ( $\text{N/mm}^2$ )

F = Beban (Kg)

A = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ ).

Selain dari persamaan di atas ada juga cara menghitung kekuatan geser dari pengelasan *spot welding* dengan menggunakan rumus berikut:



Gambar 3. Nugget Las

$$g = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$g = \frac{4F}{\pi d^2}$$

dimana:  $g$  = tegangan geser ((N/m<sup>2</sup>)  
 $F_g$  = gaya geser (N)  
 $A$  = luas penampang bagian  
 $D$  = diameter pengelasan

$$S_w = \sqrt{\left(\frac{\perp}{A_w}\right)^2 + \left(\frac{//}{A_w}\right)^2}$$

$$\perp = S_w a = a = \frac{F}{A_w} = \frac{F}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot i}$$

$$// = S_w c = c = \frac{F}{A_w} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot s}$$

dimana:  
 $S_w$  = tegangan geser.  
 $\perp$  = tegangan normal vertical.  
 $//$  = tegangan normal sejajar.  
 $A_w a$  = daerah bagian las titik.  
 $A_w c$  = daerah pengelasan (mm<sup>2</sup>).  
 $i$  = jumlah titik pengelasan.  
 $F$  = gaya yang bekerja (N).  
 $d$  = diameter pengelasan.  
 $s$  = ketebalan plat (mm).

## II. Metode Penelitian

penelitian mutlak diperlukan metode penelitian yang akan digunakan. Karena dengan menggunakan metode, maka terdapat cara untuk menyelesaikan permasalahan dalam sebuah penelitian. Menurut Sugiyono (2008: 2) Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Artinya melalui penggunaan metode dan pemilihan metode yang tepat maka akan membantu jalannya sebuah penelitian.

## 1. Bahan Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium dengan ketebalan 1mm.

## 2. Proses Pengelasan.

Setelah proses pemotongan dan pembuatan sambungan, proses selanjutnya adalah proses pengelasan. Las yang digunakan adalah las titik (*Spot Welding*) dengan jenis sambungan *lap joint*. Proses pengelasan dari masing-masing las digunakan secara bervariasi, baik pada tegangan (*Volt*) dan waktu pengelasan (*det*). Untuk proses pendinginan setelah proses pengelasan dilakukan dengan udara bebas. Penyambungan spesimen menggunakan Las Titik Proses pengelasan dilakukan di Laboratorium Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

Mesin las titik yang digunakan untuk penelitian memiliki data mesin: tegangan Input Ampere. Sedangkan data Variasi tegangan Output yang dimiliki mesin las titik adalah :

Class Number	Second Empty Load Voltage
1	1,60 V
2	1,78 V
3	2,02 V
4	2,30 V
5	2,67 V
6	3,20 V

## 3. Proses Pengujian.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian hasil pengelasan terhadap Geser. Pengujian menggunakan mesin uji geser yang dibuat mahasiswa dan gantungan beban sebagai pembanding.



Gambar 4. Alat uji geser

## III. Hasil dan Pembahasan

### 1. Data Hasil Pengujian Kekuatan Geser.

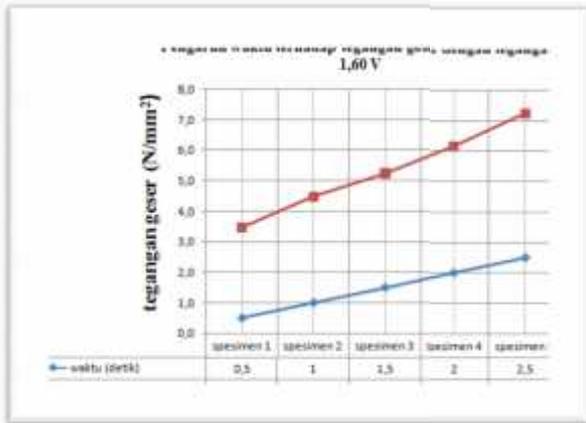
Setelah peneliti melakukan pengujian terhadap semua spesimen uji maka didapat data hasil pengujian, hasil dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan berupa gaya kemudian dihitung untuk mendapatkan

tegangan geser, adapun data hasil pengujian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

tabel. hasil pengujian geser

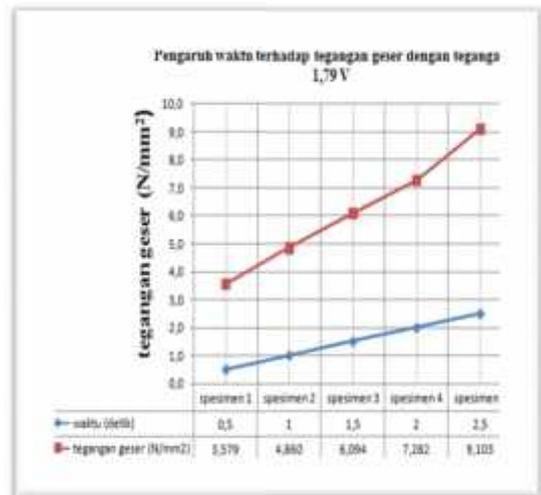
Spesimen	Tegangan (V)	Waktu (detik)	Tebal Bahan (mm)	Tegangan geser rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )
1	1,60	0,5	1 mm	3,471
2		1		4,474
3		1,5		5,246
4		2		5,171
5		2,5		7,251
6	1,70	0,5	1 mm	3,476
7		1		4,860
8		1,5		5,094
9		2		7,282
10		2,5		9,103
11	2,02	0,5	1 mm	4,221
12		1		5,431
13		1,5		7,637
14		2		8,825
15		2,5		10,105
16	2,80	0,5	1 mm	5,246
17		1		6,480
18		1,5		7,643
19		2		12,165
20		2,5		11,191

hasil tabel tegangan geser maka dibuat grafik pengaruh waktu pengelasan (*welding time*) dan tegangan terhadap kekuatan tegangan geser maka hasilnya dapat dilihat dalam grafik



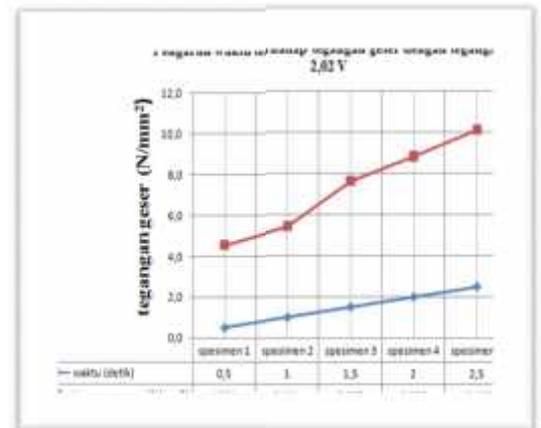
Gambar 5. Grafik kekuatan tegangan geser dengan variasi waktu pengelasan (*welding time*) 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 dengan *voltage* 1.60 V.

Berdasarkan grafik diatas variasi waktu pengelasan (*welding time*) dengan tegangan arus (*voltage*) 1.60 V sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tegangan geser. Adapun Kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada waktu 2,5 detik dengan tegangan arus (*voltage*) 1.60 V yaitu sebesar: 7,251 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan geser terendah berada pada waktu 0,5 detik yaitu sebesar: 3,471 N/mm<sup>2</sup>. Artinya semakin tinggi tegangan arus (*voltage*) dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan tegangan geser semakin besar pula.



Gambar 6. Grafik kekuatan tegangan geser dengan variasi waktu pengelasan (*welding time*) 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 dengan *voltage* 1,79 V.

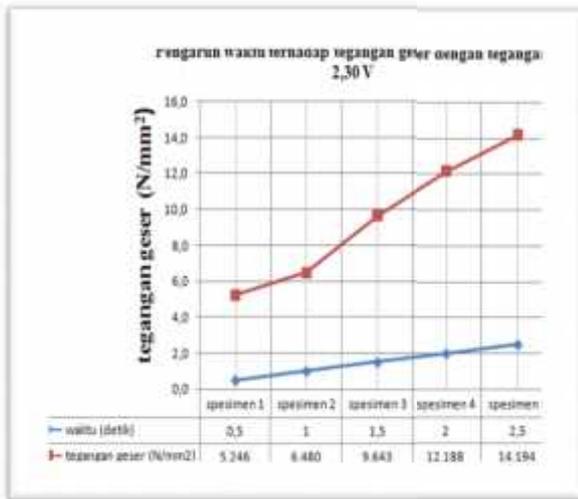
Berdasarkan grafik diatas variasi waktu pengelasan (*welding time*) dengan tegangan (*voltage*) 1.79 V sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tegangan geser. Jika diamati dari grafik diatas Kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada waktu 2,5 detik dengan tegangan arus (*voltage*) 1.79 V yaitu sebesar: 9,103 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan geser terendah berada pada waktu 0,5 detik yaitu sebesar: 4,551N/mm<sup>2</sup> Artinya semakin tinggi tegangan (*voltage*) dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan tegangan geser semakin besar pula.



Gambar 7. Grafik kekuatan tegangan geser dengan variasi waktu pengelasan (*welding time*) 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 dengan *voltage* 2.02 V.

Berdasarkan grafik diatas variasi waktu pengelasan (*welding time*) dengan tegangan arus (*voltage*) 2.02 V sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tegangan geser. Kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada waktu 2,5 detik dengan tegangan (*voltage*) 2.02 V yaitu sebesar: 10,105 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan geser terendah berada

pada waktu 0,5 detik yaitu sebesar: 4,551 N/mm<sup>2</sup>. Artinya semakin tinggi tegangan (*voltage*) dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan tegangan geser semakin besar pula.



Gambar 8. Grafik kekuatan tegangan geser dengan variasi waktu pengelasan (*welding time*) 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 dengan *voltage* 2.30 V.

Berdasarkan grafik diatas variasi waktu pengelasan (*welding time*) dengan tegangan arus (*voltage*) 2.02 V sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tegangan geser. Kekuatan tegangan geser tertinggi berada pada waktu 2,5 detik dengan tegangan arus (*voltage*) 2.30 V yaitu sebesar: 14,194 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan geser terendah berada pada waktu 0,5 detik yaitu sebesar: 5,246 N/mm<sup>2</sup>. Artinya semakin tinggi tegangan arus (*voltage*) dan semakin lama waktu pengelasan maka kekuatan tegangan geser semakin besar pula.

## 2. Pembahasan.

### a. Tegangan (*voltage*)

Pengaruh tegangan terhadap kekuatan tegangan geser dapat dilihat pada semua grafik, grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai tegangan geser, semakin besar tegangan yang digunakan maka semakin besar pula kekuatan tegangan geser yang dihasilkan, ini terjadi karena masukan panas yang dihasilkan tegangan arus listrik semakin tinggi sehingga lebih banyak logam yang mencair kemudian tersambung dengan baik. Dari grafik dapat dilihat bahwa adanya peningkatan kekuatan tegangan geser mulai dari tegangan 1.60 V, 1.79 V 2,02 V, 2,30 V. secara grafis menunjukkan kekuatan yang terendah terdapat pada tegangan 1.60 V dengan nilai tegangan 3,471N/mm<sup>2</sup>. dan nilai kekuatan tertinggi terdapat pada tegangan 2.30 V dengan nilai tegangan geser 14,194N/mm<sup>2</sup>. Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi tegangan arus (*voltage*) berpengaruh terhadap hasil

pengelasan, hal ini dapat disebabkan karena semakin tinggi tegangan arus maka semakin tinggi pula panas yang dihasilkan sehingga benda kerja yang dilewati / spesimen yang dilewati arus listrik dapat meleleh dan membentuk manik las yang mengakibatkan tegangan geser meningkat.

### b. Waktu (*welding time*)

Pengaruh waktu (*welding time*) terhadap kekuatan tegangan geser dapat dilihat pada semua grafik adanya peningkatan nilai kekuatan tegangan geser mulai dari waktu 0.5 detik, 1 detik, 1.5 detik, 2 detik, 2.5 detik, secara grafis nilai kekuatan tegangan geser terendah terdapat pada waktu 0,5 detik yaitu sebesar 3,471N/mm<sup>2</sup> dan nilai tertinggi kekuatan geser terdapat pada waktu 2.5 detik dengan nilai tegangan geser 14,194N/mm<sup>2</sup>. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan waktu yang lebih lama akan menyebabkan panas yang lebih besar dan mengakibatkan sambungan semakin kuat. Dengan kata lain variasi waktu pengelasan (*welding time*) sangat berpengaruh terhadap kekuatan geser karena semakin lamanya waktu penekanan elektroda maka semakin besar pula panas yang masuk pada benda kerja atau spesimen sehingga dapat terjadinya manik las yang mengakibatkan kekuatan geser semakin meningkat. Dan jika waktu tidak tetap atau waktu penekanan maka hasil pengelasan akan mengalami kerusakan atau berlubang.

### c. Hasil perhitungan gaya geser tegangan menjadi tegangan geser.

$$F = m \cdot g$$

$$= 22.5 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ (m/det}^2\text{)}$$

$$= 220.725 \text{ N}$$

$$= \frac{F}{A} = \frac{2.7 \text{ N}}{\pi \cdot 4.5^2} = \frac{2.7 \text{ N}}{6.5 \text{ m}^2} = 3,471 \text{ N/mm}^2$$

$$F = m \cdot g$$

$$= 29,2 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ (m/det}^2\text{)}$$

$$= 284,49 \text{ N}$$

$$= \frac{F}{A} = \frac{2.4 \text{ N}}{\pi \cdot 4.5^2} = \frac{2.4 \text{ N}}{6.5 \text{ m}^2} = 4,474 \text{ N/mm}^2$$

$$F = m \cdot g$$

$$= 34 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ (m/det}^2\text{)}$$

$$= 333,54 \text{ N}$$

$$= \frac{F}{A} = \frac{3.5 \text{ N}}{\pi \cdot 4.5^2} = \frac{3.5 \text{ N}}{6.5 \text{ m}^2} = 5,246 \text{ N/mm}^2$$

$$F = m \cdot g$$

$$= 40 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ (m/det}^2\text{)}$$

$$= 392,4 \text{ N}$$

$$= \frac{F}{A} = \frac{3,4N}{\pi \cdot 4,5^2} = \frac{3,4N}{6,5 \text{ m}^2} = 6,171 \text{ N/mm}^2$$

*Diameter Nugget dan Arus pada Pengelasan.*

#### IV. Kesimpulan.

Dari hasil penelitian uraian pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan melakukan penelitian ini penulis dapat mengetahui bahwa Variasi tegangan arus (V) dan waktu (dt) berpengaruh terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Pengaruh tegangan terhadap kekuatan tegangan geser sangat baik pada hasil pengelasan *spot welding* artinya semakin tinggi tegangan yang digunakan maka semakin tinggi pula kekuatan tegangan geser yang diperoleh. Dan begitu juga dengan pengaruh waktu terhadap hasil tegangan geser semakin lama waktu yang digunakan dalam pengelasan yang dipakai maka hasil kekuatan tegangan geser semakin bagus.
2. Kondisi yang paling optimal terjadi pada tegangan arus 2.30 V dengan nilai kekuatan geser yaitu 14,194. N/mm<sup>2</sup>. Artinya semakin tinggi tegangan yang dipakai maka nilai kekuatan tegangan geser semakin tinggi.
3. Kondisi yang paling optimal terjadi waktu 2,5 detik dengan nilai kekuatan geser yaitu 14,194. N/mm<sup>2</sup>. Artinya semakin lama waktu penekan atau waktu pengelasan maka nilai kekuatan tegangan geser semakin tinggi dan jika waktu pengelasan tidak tetap maka hasil pengelasan akan mengalami kerusakan.

#### V. Daftar Pustaka.

- Amsted, B.H.: Sriati Djapri (Alih Bahasa), 1995, *Teknologi Mekanik*, Edisi ke-7 Jilid 1, PT. Erlangga, Jakarta.
- Ach. Muhib Zainuri. (2008). *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.  
DIN (Denth Industrie Normen).50103
- Groenendijk.G, dkk.(1984). *Pengujian Material*.Belanda.
- International Technology (2015) Basic Theory, on-line:<http://www.international-technologies.com/spot-welding/basics.htm>  
Diakses Tanggal 14 Agustus 2015
- Kahraman, N. (2005). *Pengaruh Parameter pada Titanium tebal 1,5 mm*.
- Mikel P. Groover. (2010) *Spot Welding Rocker Arm Spot Welding Machine*.
- Okumura, T., 1995.*Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradnya.Paramita. Jakarta
- Shamsul J. B dan Hisyam M.M. (2008) *Hubungan*

Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Universitas Negeri Padang (2011).*Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Universitas Negeri Padang.