

# ANALISA PENGARUH KUAT ARUS DAN WAKTU LAS PADA PROSES LAS TITIK (RESISTANSI SPOT WELDING) TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA HASIL SAMBUNGAN LAS PELAT SS 400

M.Arief Sahrevy<sup>1</sup>, Mawardi<sup>2</sup>, Dailami<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata 24301

Email: Shahrevy@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu las pada proses Las titik (RSW) terhadap kekuatan tarik pada hasil sambungan las pelat SS400. Bahan atau pelat yang digunakan adalah pelat SS400 dengan ketebalan 1,2mm dengan menggunakan elektroda las diameter 7.7mm. Material ini di beri perlakuan pengelasan dengan variasi 64 A, 87 A dan 116 A dengan perlakuan variasi waktu 1 detik, 1.5 detik dan 2 detik. Setelah melakukan pengelasan masing-masing spesimen akan dilakukan pengujian tarik (tensile test). Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses pengelasan menggunakan arus 87 A dengan waktu 1,5 detik memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 795.92 MPa, selanjutnya di ikuti oleh arus 87 A dengan waktu 1 detik yaitu 792,92 MPa. Dari hasil data penelitian tersebut dapat di simpulkan bahwa penentuan besarnya arus dan waktu las mempengaruhi nilai kekuatan hasil pengelasan

**Kata kunci:** *Resistant spot welding, Welding time, Low carbon steel, Tensile strenght*

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Tuntutan bagi perusahaan otomotif dalam memenuhi permintaan pasar untuk menghasilkan produk yang berkualitas merupakan aspek penting yang menjadi target perusahaan saat ini. Setiap material yang ditujukan untuk penggunaan otomotif khususnya pada bagian panel *body* harus memiliki kriteria mampu bentuk (*formable*), mampu las (*weldable*), tahan terhadap korosi (*coatable*) dan mampu di perbaiki (*repairable*).

Seiring berkembangnya zaman, maka teknologi juga ikut berkembang terutama di bidang pengelasan untuk penyambungan logam. Pengelasan merupakan cara yang paling banyak digunakan dalam proses penyambungan logam dikarenakan las memiliki kelebihan antara lain sambungan lebih kuat, hemat, murah, dan mudah pemakaiannya. Banyak metode digunakan dalam proses pengelasan logam, salah satu pengelasan yang cukup maju adalah *Resistance Spot Welding (RSW)* atau sering dikenal dengan las titik.

Pada proses pengerjaan body mobil, proses pengelasan sering kali menggunakan *Resistance Spot Welding (RSW)*. Proses tersebut dipilih, karena sebagian besar bahan yang dipakai dalam proses perakitan body mobil adalah plat lembaran, sehingga apabila menggunakan proses las yang biasa (SMAW, dan lain sebagainya), maka material tersebut akan mengalami penurunan sifat mekanik karena ketebalan

dari material yang rendah, selain itu juga karena alasan ekonomis. Bahan assembly body mobil berupa plat lembaran (sheet metal) dan alasan ekonomis baik biaya maupun waktu pengerjaan inilah merupakan faktor digunakannya *resistance spot welding* pada manufaktur sebuah mobil. Dalam proses spot welding, parameter yang sering diubah biasanya arus, tekanan, dan waktu pengelasan, namun perubahan tersebut tergantung dengan ketebalan dari material. oleh karena itu harus ada pemilihan parameter las yang baik untuk ketebalan tertentu sehingga didapatkan hasil yang baik.

Berdasarkan latar belakang diatas menunjukkan bahwa penelitian terhadap sambungan las titik sangat menarik, penggunaan material yang berbeda maupun material yang sama, maka masih banyak yang harus diteliti tentang pengaruh parameter las titik khususnya kuat arus yang berhubungan dengan panas pengelasan dan tebal pelat terhadap sifat mekanik sambungan las titik pada baja karbon rendah, agar diketahui kombinasi variabel yang paling tepat antara arus las, waktu pengelasan dan tebal pelat yang digunakan. Pada penelitian ini saya tertarik untuk melakukan pengujian menggunakan variasi pengaruh kuat arus dan waktu pengelasan pada proses las titik (*Resistensi Spot Welding*) terhadap pelat SS400 dari hasil pengelasan akan dilakukan pengujian kekuatan hasil sambungan las menggunakan pengujian tarik (*Tensile Test*).

### Tujuan Khusus

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan variasi kuat arus terhadap kekuatan hasil las titik (*spot welding*) pada pelat SS400.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu las terhadap kekuatan hasil sambung las titik (*spot welding*) pada pelat SS400.
3. Untuk mengetahui nilai dari kekuatan hasil sambungan las pelat SS400 dengan cara melakukan pengujian tarik (*Tensile Test*).

## 2. Pengelasan

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari proses manufaktur.

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu [1].

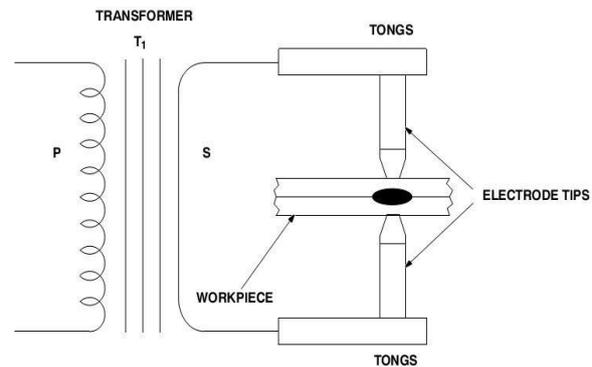
### Las Resistansi Listrik (RSW)

Las Resistansi Listrik (*Resistance Welding*) merupakan pengelasan yang paling sering digunakan untuk penyambungan plat (*sheet metal*). Dimana material logam yang akan disambungkan dan di tekan pada saat yang bersamaan arus listrik yang besar dialirkan oleh kedua elektroda melewati kedua permukaan material sehingga timbul panas dan mencair karena adanya tahanan/resistansi pada permukaan tersebut.

Tekanan yang diberikan untuk kontak pada kedua permukaan, setelah arus dialirkan dan temperatur yang tinggi telah tercapai maka logam perlahan akan mencair kemudian arus listrik dihentikan sedangkan tekanan tetap diberikan pada kedua permukaan untuk menggabungkan dua buah logam tersebut.

Untuk menghindari panas berlebih pada elektroda terdapat sistem pendingin dalam elektroda yaitu air di alirkan ke dalam elektroda sehingga saat terjadi proses pengelasan panas yang dihasilkan tidak akan melelehkan elektroda. Bahan yang di gunakan untuk elektroda harus memiliki sifat konduktor listrik yang baik artinya memiliki tahanan dalam yang rendah dan kuat, seperti tembaga dan paduannya.

Untuk memperjelas di buat lah gambaran dari prinsip kerja las titik (*Resistance Spot Welding*) agar memudahkan pembaca untuk memahami prinsip kerja las titik sebagai berikut:



### Masukan Panas ( Pada Daerah HAZ)

Rumus ini digunakan untuk mengetahui masukan panas yang terjadi pada zona yang terpengaruh pada proses las. pada pengelasan resistensi listrik terdapat tiga faktor yang dapat mempengaruhi besarnya energi panas/kalor untuk mencairkan logam material, ketiga faktor tersebut dapat dihitung dari rumus total heat input yang dihasilkan [2].

$$H = I^2 \cdot R \cdot t$$

Dimana :

- H = Hasil panas (Joule)
- I = Kuat arus Listrik yang diberikan (Ampere)
- R = Besar resistansi listrik (ohm)
- t = Waktu pengaliran arus (detik)

untuk mencari besarnya arus didapat dari rumus :

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana :

- I = Arus (Ampere)
- V = Voltase (Volt)
- R = Tahanan (Ohm).

### Pengujian Tarik (Tensile Test)

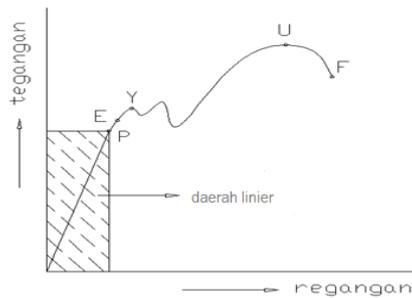
Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las di maksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik di maksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan di manakah letak putusnya suatu sambungan las.

Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik

setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan – pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang

Gambar 2.1 Prinsip Kerja RSW

dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan.



Gambar 2.2 Kurva Tegangan-Regangan

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda:

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

Keterangan :

$\sigma_{max}$  = Tegangan tarik (kg/mm<sup>2</sup>)

$F_{max}$  = Beban maksimal (kgf)

$A_0$  = Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>).

### Baja SS400

Pelat *mild steel* SS400, yang dikenal sebagai SS400 JIS 3101, bagian II-A dan, spesifikasi JIS dari pelat baja untuk konstruksi umum termasuk dalam kategori di JIS (Standar Industri) "SS" singkatan dari baja struktural (Struktural Steel) dan grade 400 yang mirip dengan AISI 101, pelat baja *mild steel* SS400 adalah salah satu material baja karbon khas, harganya relatif sangat murah, sangat bagus las dan machining dan baja SS400 dapat mengalami berbagai perlakuan panas.

Tabel 2.2. Sifat Mekanik Baja SS400 [1]

Massa Jenis	2.68 /cc
Modulus Young	190 Gpa
Kekuatan Tarik Maksimum	480 MPa/48.94 kgf/m
Kekuatan Luluh	290 MPa/29.57 kgf/m
Poisson 's Ration	0.29
Kekerasan Vickers	140 Hv

### Titik didih

Titik didih dari material SS 400: 1430 °c

### Kemungkinan pelaksanaan

Mudah dilakukan perlakuan pengelasan, pembentukan dan perlakuan pemesinan

### Aplikasi

Sering digunakan untuk pembuatan jembatan, plat sambung, industri perkapalan, kontruksi kereta api dsb.

## 3. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat sebagai berikut:

1. Pemotongan spesimen yang dilakukan di laboratorium pengelasan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Proses pengelasan dilakukan di laboratorium pengelasan Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Proses pengujian Tensile Test dilakukan di laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

### Mempersiapkan Alat

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### Alat

1. Pelat SS400 dengan tebal 1,2mm
2. Mesin gerinda
3. Mistar dan jangka sorong
4. Sarung tangan
5. Tang penjepit
6. Spidol
7. Stopwatch
8. Clampmeter
9. Mesin Uji Tarik Model Galdabini 2007 , Italy
10. Mesin Las Titik Krisbow Model DN-16-1



Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik Galdabini 2007,Italy



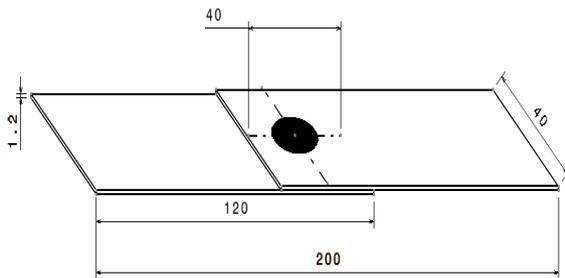
Gambar 3.2 Mesin Las Krisbow Model DN-16-1

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Las Titik

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Nilai Daya	16 KVA
2	Tegangan input listrik	380 V
3	Nilai input arus	42 A
4	Tegangan Beban Kosong Kedua	1.6 V - 3.2 V
5	Peringkat siklus	20%
6	Nomor kelas penyesuaian	6 class
7	Ketebalan pengelasan max dari baja karbon rendah	3+3mm

**Persiapan Spesimen uji**

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal dari penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan metode pengelasan las titik (*spot welding*). Tipe pengelasan menggunakan las tuMPang (*lap joint*). Parameter yang digunakan adalah arus dan waktu. Pembuatan spesimen uji menggunakan standar AWS D8.9-97. Pemilihan material spesimen uji dalam penelitian ini adalah pelat Baja Karbon Rendah SS400 dengan ketebalan 1.2 mm.



Gambar 3.4 Ukuran Spesimen Pelat Uji Tarik.

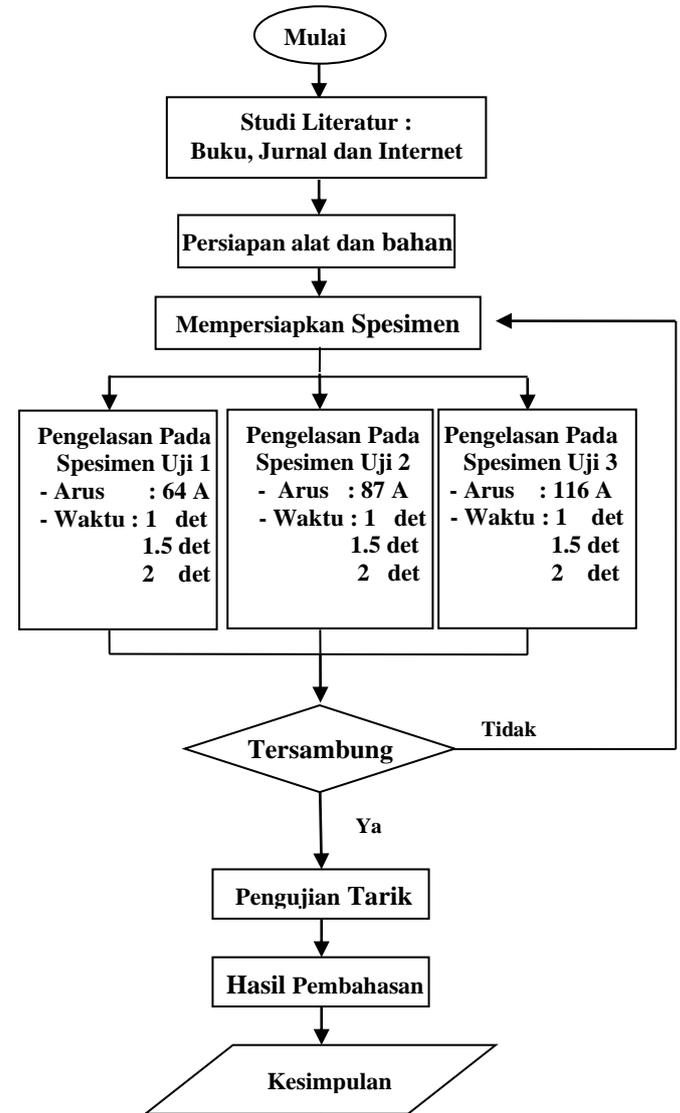
**Prosedur Pengelasan Titik**

- Bersihkan terlebih dahulu bagian – bagian yang akan dilas.
- Jepitlah pelat – pelat tersebut dengan penjepit.
- Cobalah terlebih dahulu apakah pemasangan elektrodanya sudah tepat (betul) untuk pengerjaan tersebut, sedangkan mesin harus dalam kondisi mati.
- Periksalah pengaturan arusnya, apakah sesuai dengan tebal bahan yang akan dilas.
- Periksalah juga pengaturan waktu tekannya.
- Hidupkan sistem pendingin, perhatikan apakah sistem pendingin berfungsi dengan baik.
- Hidupkan mesin las, pastikan lampu power menyala tanda arus sudah masuk.
- TeMPatkan pelat yang akan dilas di antara kedua elektroda, lalu las bagian yang di inginkan dengan cara menginjak pedal ke bawah (pakailah sarung tangan kulit waktu memegang benda kerja atau pelat).
- Sebelum melepas penjepit Pastikan kembali bagian yang ingin di sambung sudah terlas dengan baik dan sudah tepat presisi pada daerah yang ingin di las.

**Prosedur Pengujian Tarik**

- Mengukur panjang awal (*Lo*) atau *gage length* dan luas penampang irisan benda uji.
- Mengatur benda uji pada pegangan (*grip*) atas dan pegangan bawah pada mesin uji tarik.
- Nyalakan mesin uji tarik dan lakukan pembebanan tarik saMPai benda uji putus.
- Mencatat beban luluh dan beban putus yang terdapat pada skala.
- Melepaskan benda uji pada pegangan atas dan bawah, kemudian satukan keduanya seperti semula.
- Mengukur panjang regangan yang terjadi.
- Membuat perbandingan terhadap kurva grafik hasil uji tarik

**Diagram Alir Penelitian**



**4. Hasil dan Pembahasan**

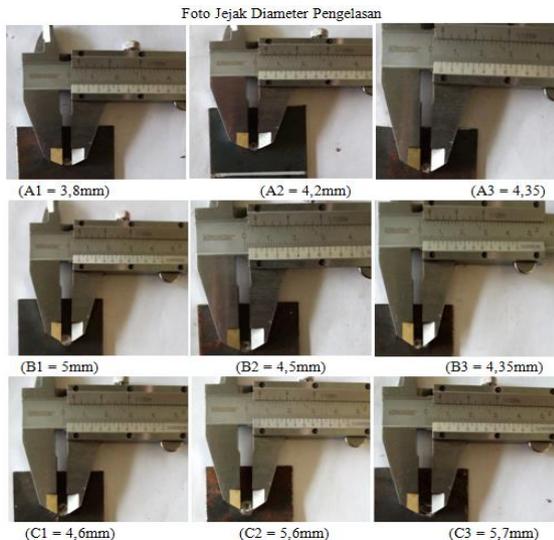
Penelitian tentang pengaruh kuat arus dan waktu las pada proses las titik (*resistansi spot welding*) terhadap kekuatan tarik pada hasil sambungan las pelat SS400 telah dilaksanakan pada laboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe. Dari hasil penelitian diharapkan dapat

diketahui bagaimana pengaruh kuat arus dan waktu las terhadap kekuatan tarik hasil sambungan las terhadap pelat SS400. Berikut adalah Spesimen sebelum di lakukan pengujian tarik :



Gambar 4.1 Spesimen sebelum dilakukan pengujian

Setelah melakukan pengelasan menggunakan mesin spot welding maka selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari hasil sambungan las dan jejak diameter hasil las. Berikut adalah foto jejak diameter hasil las:



Gambar 4.2 Foto jejak diameter las

Dari perbandingan diameter nugget terlihat bahwa semakin lama waktu las maka semakin besar diameter nugget yang dihasilkan. Ini disebabkan masukan panas yang semakin besar seiring dengan semakin

lamanya waktu las sehingga logam yang mencair semakin banyak sehingga nugget semakin besar.

Daerah HAZ pada ketiga sambungan las di atas juga mempunyai luas yang berbeda dimana pada lasan dengan waktu las lebih lama daerah HAZ lebih luas. Ini juga disebabkan karena pengaruh besarnya masukan panas berbeda. Dimana dengan masukan panas yang lebih besar maka luas logam

yang terpengaruh sehingga merubah strukturnya semakin luas.

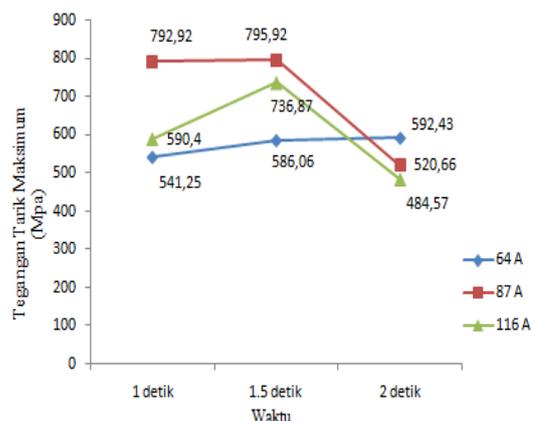
Perbedaan luas nugget maupun HAZ nantinya akan berpengaruh terhadap kekuatan lasan, terutama pada kekuatan gesernya sebab berdasarkan penelitian oleh Anastassiou (1990) didapati bahwa putusannya sambungan las titik biasanya terjadi pada perbatasan antara HAZ dan logam induk. Sehingga semakin luas luasan nugget dan HAZ maka kekuatan las akan semakin besar.

Berikut adalah Tabel data hasil pengujian tarik yang di lakukan :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Tarik

NO	Kuat Arus	Waktu	Force Ultimate (Kgf)	$\tau_u$ (MPa)	
A	A1	64 A	1 detik	503,39	541,25
	A2	64 A	1.5 detik	602,44	586,06
	A3	64 A	2 detik	630,74	592,43
B	B1	87 A	1 detik	970,33	792,92
	B2	87 A	1.5 detik	817,51	795,92
	B3	87 A	2 detik	554,33	520,66
C	C1	116 A	1 detik	664,7	590,40
	C2	116 A	1.5 detik	1009,95	736,87
	C3	116 A	2 detik	676,02	484,57

Dari uraian data diatas agar lebih tergambar, dibuat dalam bentuk grafik yang menggambarkan hubungan antara lama waktu penekanan, arus dengan tegangan tarik maksimum sebagai berikut:



Grafik 4.1 Tegangan Tarik Maksimum Sambungan Las

**Pembahasan Hasil Analisa Berdasarkan Grafik**

Berdasarkan grafik diatas, pada sampel uji A (64 A) dengan waktu penekanan masing-masing sampel 1 detik, 1.5 detik, dan 2 detik, tegangan ultimate masing-masing spesimen meningkat seiring lamanya waktu penekanan. Pada waktu tekan 2 detik dan arus 64 A di dapat tegangan ultimate sebesar 592,43 MPa. Di ikuti oleh pengelasan menggunakan waktu 1,5 detik 586,06 MPa dan pengelasan menggunakan waktu 1 detik 541,25 MPa. Pada

kondisi ini las tidak mengalami getas sehingga hasilnya baik dan cenderung naik.

Pada sampel uji B (87 A) dengan waktu penekanan masing-masing sampel 1 detik, 1.5 detik dan 2 detik, pada waktu penekanan 1 detik di dapat tegangan ultimate 792,92 MPa dan mengalami kenaikan pada waktu penekanan 1,5 detik dengan tegangan ultimate sebesar 795,92 MPa. Sedangkan pada sampel waktu 2 detik 520,66 MPa cenderung menurun, pada waktu penekanan 1,5 detik (795,92 MPa). ini lah tegangan ultimate yang lebih baik dan di ikuti dengan waktu 1 detik (792,92 MPa) yang sedikit berada di bawahnya, dibandingkan dengan kondisi pada sampel 2 detik (520,66 MPa) yang cenderung turun. Hal ini karena Pada kondisi ini las mengalami getas akibat dari arus yang besar dan waktu penekanan yang lama dan mengakibatkan hasil las mengalami kerapuhan.

Pada sampel uji C (116 A) dengan waktu penekanan masing-masing sampel 1 detik, 1.5 detik dan 2 detik, pada waktu penekanan 1 detik di dapat tegangan ultimate 590,4 MPa dan mengalami kenaikan pada waktu penekanan 1,5 detik dengan tegangan ultimate sebesar 736,87 MPa. Sedangkan pada sampel waktu 2 detik 484,57 MPa yang cenderung menurun. pada sampel 1,5 detik (736,87 MPa) inilah tegangan ultimate yang lebih baik di bandingkan dengan kondisi pada sampel 2 detik yang cenderung turun. Hal itu di sebabkan karena Pada kondisi tersebut las mengalami getas akibat dari arus yang besar dan waktu penekanan yang lama dan mengakibatkan hasil las mengalami kerapuhan.

Dari data di atas dapat di ketahui bahwa hubungan antara arus dan waktu pengelasan saling berhubungan terhadap kekuatan hasil sambungan pengelasan. Pada grafik pengujian tegangan tarik terlihat bahwa semakin lama waktu pengelasan maka semakin besar tegangan tarik yang di hasilkan.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan pada masing-masing sampel material uji dengan menggunakan tiga variasi kuat arus pengelasan dan tiga variasi waktu penahanan pengelasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data pengujian tarik menunjukkan bahwa tegangan ultimate tertinggi sebesar 795,92 MPa terdapat pada sampel arus 87 A dengan waktu 1,5 detik. ini menunjukkan bahwa pengelasan RSW Arus 87 A dengan tebal pelat 1,2 mm memiliki tegangan tarik yang tertinggi.
2. Pada data pengujian tarik tegangan ultimate sebesar 484,57 MPa pada sampel arus 116 A dengan waktu 2 detik. menunjukkan bahwa pengelasan RSW dengan tebal pelat 1,2 mm mengalami tegangan tarik yang cenderung menurun. Pada kondisi tersebut las mengalami getas
3. Pada pengelasan RSW Penentuan besarnya arus dan waktu pada pengelasan saling berhubungan dan

mempengaruhi hasil sambungan pengelasan, artinya Jika arus yang di berikan besar maka waktu las lebih singkat dan sebaliknya, jika arus yang di berikan kecil maka waktu las bisa lebih lama, hal itu juga di pengaruhi oleh ketebalan material yang akan di las.

## Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan ada beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya di sarankan untuk melakukan variasi titik las menjadi 2 titik atau 3 titik dan sebagainya.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengelasan titik pada material yang berbeda atau tak sejenis.
3. Elektroda bisa di ganti dengan diameter yang lainnya.

## Daftar Pustaka

- [1] Wiryosumarto, H. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Erlangga, Jakarta. Yogaswara., E. (2004) Bandung: Arico.
- [2] Cortez V.H.L and F.A.R Valdes.,2008, *understanding resistance spot welding of advanced High-Strength Steels*.