

**LAPORAN PENELITIAN
YANG DIAJUKAN KE DIREKTORAT PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



UNTAR
Universitas Tarumanagara

**ANALISIS KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PLAT ALUMINIUM AA 5083
PADA PADA PROSES *SPOT WELDING***

Diusulkan oleh:

Ketua Tim

Ir.M.Sobron Yamin Lubis, M.Sc,Ph.D (01140056705/10311009)

Anggota:

Ir.Sofyan Djamil, M,Si (0311015701/10398005)

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jakarta
2021

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN
Periode II / Tahun 2020**

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Judul | : Analisis Kekuatan Tarik Sambungan Plat Aluminium AA 5083 Pada Proses Spot Welding |
| 2. Ketua Tim | |
| a. Nama dan Gelar | : Ir.M.Sobron Yamin Lubis, M.Sc, Ph.D |
| b. NIDN/NIK | : 0114056705/10311009 |
| c. Jabatan/Gol | : Lektor Kepala/IV a |
| d. Program Studi | : Teknik Mesin |
| e. Fakultas | : Teknik |
| f. Bidang Keahlian | : Teknik Manufaktur |
| g. Alamat Kantor | : Jl.S.Parman No.1 Jakarta Barat |
| h. Nomor HP/Tlp/Email | : 085215285583/sobronl@ft.untar.ac.id |
| 3. Anggota Tim Penelitian | |
| a. Jumlah Anggota | : Dosen 1 orang |
| b. Nama Anggota I/Keahlian | : Ir.Sofyan Djamil M.Si/Teknologi Material. |
| c. Jumlah Mahasiswa | : 1 orang |
| d. Nama Mahasiswa/NIM | : Kevin Raynaldo/515170004) |
| 4. Lokasi Kegiatan Penelitian | : Laboratorium Teknik Mesin |
| 5. Luaran yang dihasilkan | : Artikel Ilmiah |
| 6. Jangka Waktu Pelaksanaan | : Juli-Desember |
| 7. Biaya yang disetujui LPPM | : Rp 15.000.000,- |

Jakarta, 12 April 2021

Menyetujui,
Ketua LPPM

Ketua Tim



Jap Tji Beng, Ph.D ...
NIDN/NIK: 0323085501/ 10381047

Ir.M.Sobron Yamin Lubis, M.Sc,Ph.D
NIDN/NIK: 0114056705/10311009

RINGKASAN

Las titik (*spot welding*) merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda dan pada saat yang bersamaan arus listrik dialirkan sehingga permukaan material mencapai temperatur las kemudian material tersebut menyatu. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui kekuatan tarik pada sambungan plat aluminium 5083 pada proses *spot welding*. Bahan plat yang disambung adalah aluminium AA 5083 yang memiliki ketebalan 1 mm. Sebelum pengelasan dilakukan, maka ditentukan terlebih dahulu variasi parameter yaitu arus pengelasan sebesar 1,75 volt, 2,20 volt, 2,28 volt dan waktu pengelasan selama 1 detik, 1,5 detik, 2 detik. Dengan memvariasikan parameter tersebut, pengelasan dilakukan, bentuk sambungan yang terjadi adalah tumpang tindih. Dari proses penyambungan tersebut, setiap pelat aluminium yang telah tersambung kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan sambungan yang dihasilkan. Hasil dari proses penyambungan tersebut di input kedalam table dan di buat grafik untuk dilakukan analisis. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada pengelasan *spot welding* terbaik berada dipengelasan tegangan arus 2.20 volt dengan waktu pengelasan 1.5 detik kekuatan tarik sambungan sebesar 2.76 N/mm². Hasil yang didapat menunjukkan tidak melebihi batas pengelasan atau tidak tahan panas (berlubang).Pengelasan tertinggi berada pada pengelasan dengan tegang arus 2.28 Volt, waktu pengelasan 2 detik mencapai 390 volt dan 23,6 ampere. Arus dan waktu sangat berpengaruh terhadap panas yang dihasilkan pada saat proses pengelasan yang mengakibatkan sambungan las semakin kuat. Karena arus dan waktu berbanding lurus dengan waktu, semakin besar arus dan waktu maka kekuatan daya beban dukung tarik akan meningkat

Kata kunci : Elektroda, plat aluminium AA 5083, *spot welding*, kekuatan tarik

PRAKATA

Puji syukur disampaikan kepada Tuhan yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat-Nya sehingga laporan kemajuan penelitian ini dapat diselesaikan.

Penelitian ini merupakan salah satu tugas pokok Dosen dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan dan mengembangkan keilmuan agar memberi manfaat kepada masyarakat sebagai pengguna teknologi.

Proses penyambungan logam dapat dilakukan dengan menggunakan metode spot welding, terutama untuk penyambungan material logam yang tipis. Penelitian ini membahas tentang kekuatan Tarik yang dihasilkan pada proses penyambungan bahan aluminium AA 5083 dengan menggunakan metode pengelasan spot welding.

Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
3. Ketua Jurusan Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara
4. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara
5. Kepala Bagian Teknik Manufaktur Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagar
6. Rekan-rekan Dosen Teknik Mesin

Yang telah banyak membantu memberikan masukan dalam pelaksanaan penelitian ini.. Hasil kajian ini semoga memberi manfaat kepada para praktisi dalam melakukan proses penyambungan logam dengan menggunakan metode spot welding. Disamping itu dapat memperkaya referensi keilmuan dalam mata kuliah proses manufaktur.

Jakarta, April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| RINGKASAN | ii |
| PRAKATA | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | 1 |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pengertian Pengelasan | 4 |
| 2.2 Klasifikasi Metode Pengelasan | 4 |
| 2.3 Las Resistansi Listrik | 5 |
| 2.5. Bahan Aluminium | 8 |
| 2.6. Uji Tarik | 10 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Bahan dan Peralatan yang digunakan | 13 |
| 3.2 Metode Penelitian | 15 |
| 3.5 Metode Pengambilan Data | 16 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| 4.1 Pengamatan Struktur Mikro | 21 |
| 4.2 Hasil Rata-Rata Uji Tarik | 25 |
| 4.3 Hasil Kekuatan Tarik | 25 |
| 4.4 Pengaruh Variasi Waktu Pada Mesin Spot Welding Terhadap Kekuatan Tarik | 26 |
| 4.5 Pengaruh tegangan arus listrik pada mesin spot welding terhadap kekuatan Tarik | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA | 29 |
| LAMPIRAN | 30 |

DAFTAR TABEL

HALAMAN

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Matriks Pengujian dan Pengambilan Data | 17 |
| Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 1.75 Volt | 18 |
| Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.20 Volt | 19 |
| Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.28 Volt | 20 |
| Tabel 4.4 Nilai Tegangan Tarik | 23 |
| Tabel 4.5 Nilai Kekuatan Tarik Sambungan | 26 |

DAFTAR GAMBAR

| | HALAMAN |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Klasifikasi Metode Pengelasan | 5 |
| Gambar 2.2 Pengelasan <i>Spot Welding</i> | 6 |
| Gambar 2.3 Bagian-Bagian Pada <i>Spot Welding</i> | 7 |
| Gambar 2.4 Aplikasi Alumunium AA5083 | 10 |
| Gambar 2.5 Alat Uji Tarik | 11 |
| Gambar 2.6 Kurva Uji Tarik | 12 |
| Gambar 2.7 Nugget Las | 12 |
| Gambar 3.1 Mesin <i>Spot Welding</i> | 13 |
| Gambar 3.2 Dimensi Benda Uji | 14 |
| Gambar 3.3 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM B928M | 14 |
| Gambar 3.4 Mesin Uji Tarik | 15 |
| Gambar 3.5 Mikroskop | 15 |
| Gambar 3.6 Flowchart Proses Penelitian | 16 |
| Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Daya Listrik | 21 |
| Gambar 4.2 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 1,75 Volt | 22 |
| Gambar 4.3 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 2,20 Volt | 23 |
| Gambar 4.4 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 2,28 Volt | 24 |
| Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 1.75 Volt | 24 |
| Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 2.20 Volt | 24 |
| Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 2.28 Volt | 24 |

BAB.1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan antara dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Sesuai dengan perkembangan teknologi pengelasan maka setiap perusahaan manufaktur dituntut untuk meningkatkan kualitas produksi agar dapat bersaing dengan berbagai perusahaan. Metode pengelasan yang digunakan pada saat ini bermacam-macam, disesuaikan dengan jenis logam yang akan dilas, hasil akhir pengelasan yang diinginkan dan dimensi logam yang akan dilas, salah satu metode pengelasan tersebut adalah las titik.

Metode pengelasan *Resistance Spot Welding* (las titik) dikembangkan seiring dengan energi listrik yang semakin mudah dan murah dipergunakan. Teknologi pengelasan tidak hanya digunakan untuk memproduksi suatu alat, tetapi pengelasan juga berfungsi sebagai reparasi dari semua alat-alat yang terbuat dari logam. Pengelasan titik (*resistance spot welding*) adalah suatu bentuk pengelasan dimana tahanan suatu las dihasilkan pada suatu titik benda kerja di antara elektroda-elektroda penghantar arus, bidang pengelasan mempunyai luas yang kira-kira sama dengan ujung elektroda, atau sekecil ujung elektroda dari ukuran yang berbeda-beda.

Dalam industri sering menggunakan standar internal untuk menentukan parameter pengelasan *spot welding* dan karakteristik *spot welding*. Mengikuti nilai standar internal tergantung pada kriteria kualitas penerimaan dan juga elektroda pengelasan yang di bentuk. Menentukan arus listrik proses untuk mengontrol jumlah panas yang dihasilkan dalam transformasi energi listrik menjadi panas pada material yang akan dilas, variabel proses utama adalah: tekanan elektroda (gaya), arus listrik, siklus pengelasan (waktu), dan jenis output peralatan listrik. (Batista.,2013).

Metode pengelasan titik digunakan dengan alasan memiliki kelebihan mudah dioperasikan karena tidak dibutuhkan keahlian khusus seperti metode pengelasan lainnya, waktu lebih singkat, sehingga meningkatkan kecepatan produksi yang berdampak pada efisiensi waktu. Pengontrolan waktu dan arus listrik pengelasan sangat mempengaruhi karakteristik hasil pengelasan karena pengontrolan ini mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan, seperti kekuatan tarik dan kekerasan terhadap pengaruh dari luar. Pemilihan waktu dan arus listrik pengelasan mempengaruhi kekuatan hasil las. Oleh karena itu variasi waktu dan arus listrik menjadi acuan untuk mengukur kekuatan tarik sambungan aluminium. Material yang digunakan dalam

penelitian ini adalah alumunium. Alumunium adalah bahan yang sering digunakan pada penyambungan material beda jenis dalam dunia industri.

Dalam kehidupan sehari-hari alumunium dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan body mobil dan kapal. Alumunium memiliki keunggulan berupa masa jenis yang lebih kecil, sehingga alumunium lebih ringan daripada besi. Sebelum dilakukan pembuatan pada body kapal, secara umum harus dilakukan pengujian kekuatan dari sambungan alumunium setelah di las. Pada saat proses pengelasan berlangsung, seringkali terjadi distorsi pada logam Alumunium benda kerja yang diteliti. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dan tegangan arus listrik pada saat proses spot welding.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diidentifikasi beberapa pokok permasalahan diantaranya :

1. Pengaruh variasi waktu pengelasan spot welding terhadap kekuatan tarik sambungan bahan alumunium.
2. Pengaruh tegangan arus listrik pada spot welding terhadap kekuatan tarik sambungan alumunium.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih focus, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Logam induk (*base metal*) yang digunakan adalah plat alumunium dengan tebal 1 mm.
2. Pengelasan dengan menggunakan mesin las titik jenis DN-10-1 dengan parameter waktu dan arus listrik.
3. Suhu disekitar pengelasan dianggap sama dengan suhu ruangan (30-35°C).
4. Gaya tekanan yang diberikan saat pengelasan dianggap konstan.
5. Jenis sambungan las yang digunakan adalah sambungan tumpang (*lap joint*)

1.4 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini berdasarkan latar belakang serta identifikasi masalah adalah bagaimana variasi waktu dan tegangan arus listrik pada spot welding memberi pengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan plat alumunium AA 5083.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi waktu pada proses spot welding terhadap kekuatan tarik sambungan plat aluminium AA 5083.
2. Mengetahui pengaruh tegangan arus listrik pada proses spot welding terhadap kekuatan tarik sambungan plat aluminium AA 5083.

BAB.2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah sebuah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*). Logam pengisi (*filler metal*) dengan temperatur lebur yang sama dengan titik lebur dari logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut. Pada sambungan las, hanya logam pengisi *filler metals* yang akan mencair terhadap dua bagian yang akan dilas, setelah suhu *filler metals* berkurang, maka terjadi perubahan fasa menjadi padat, maka dua logam akan menyatu.

Definisi dari pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dalam penjelasan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Pada tahap-tahap permulaan dari pengembangan teknologi pengelasan, biasanya hanya dipergunakan pada sambungan-sambungan dan reparasi-reparasi. Tetapi setelah melalui pengalaman dan praktik yang banyak dan dalam jangka waktu yang lama, maka sekarang penggunaan proses-proses pengelasan dan penggunaan konstruksi-konstruksi las merupakan hal umum disemua negara di dunia. Metode dan teknik-teknik pengelasan yang banyak digunakan pada masa kini seperti las busur, las resistansi listrik, las termit dan las gas, pada umumnya diciptakan pada akhir abad ke 19. Variasi waktu pengelasan dan arus listrik dalam proses pengelasan merupakan factor yang penting dipertimbangkan dalam pelaksanaan pengerjaan teknologi industri dengan bahan baku logam.

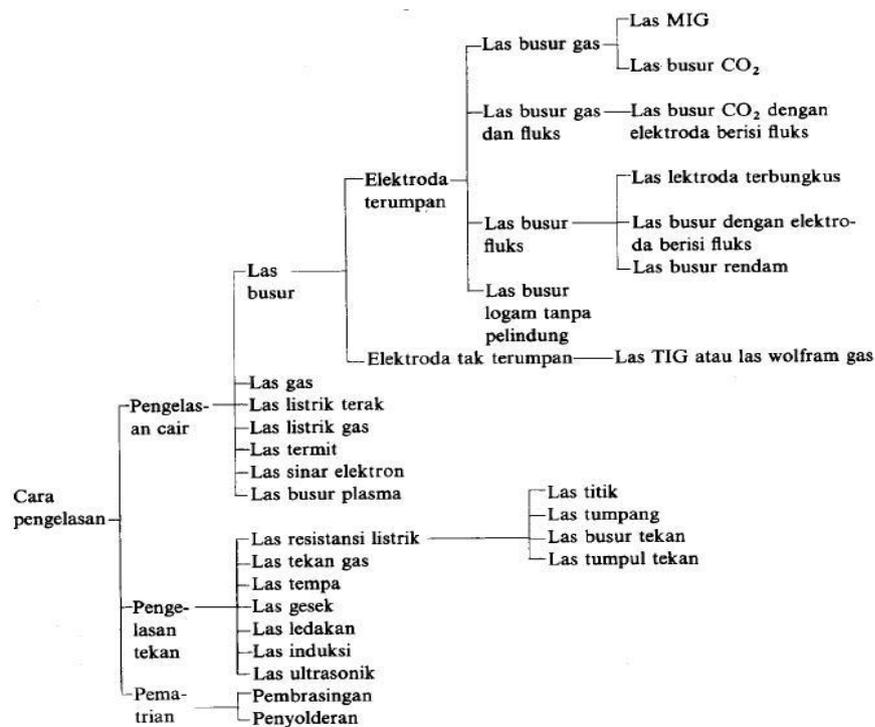
2.2 Klasifikasi Metode Pengelasan

Secara konvensional metode pengklasifikasian pengelasan tersebut pada masa kini dapat di bagi dalam 2 golongan yaitu klasifikasi berdasarkan metode dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Diantara kedua cara klasifikasi tersebut, seringkali klasifikasi berdasarkan metode lebih banyak digunakan. Adapun metode pengelasan dapat di bagi atas 3 bagian yaitu :

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang

terbakar. Terdiri dari Las busur, Las gas, Las listrik terak, Las listrik gas, las termit, Las sinar elektron, Las busur plasma.

2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian di tekan hingga menjadi satu. Terdiri dari Las resistansi listrik, Las tekan gas, Las tempa, Las gesek, Las ledakan, Las induksi, Las ultrasonik.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair. Terdiri dari proses brazing dan solder.



Gambar 2.1 Klasifikasi Metode Pengelasan

2.3 Las Resistansi Listrik

Las resistansi listrik adalah suatu cara pengelasan dimana permukaan plat yang disambungkan ditekan satu sama lain dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena resistansi listrik. Pada proses pengelasan ini terdapat dua kelompok sambungan yaitu sambungan tumpang dan sambungan tumpul. Sambungan tumpang biasanya dilaksanakan untuk plat-plat tipis.

Proses pengelasan titik, plat yang dilas dijepit pada tempat sambungan dengan sepasang elektroda yang terbuat dari bahan paduan tembaga dan kemudian dialiri arus listrik yang besar dalam waktu yang singkat. Karena aliran listrik antara kedua elektroda tersebut harus melalui logam yang dijepit, maka pada tempat jepitan menimbulkan panas sehingga menyebabkan logam ditempat tersebut mencair dan

tersambung. Pada tempat kontak antara elektroda dan plat juga terjadi panas karena tahanan listrik, tetapi tidak sampai mencairkan logam, sebab ujung-ujung elektroda didinginkan dengan air.

Fungsi tekanan yang utama dalam pengelasan ini adalah :

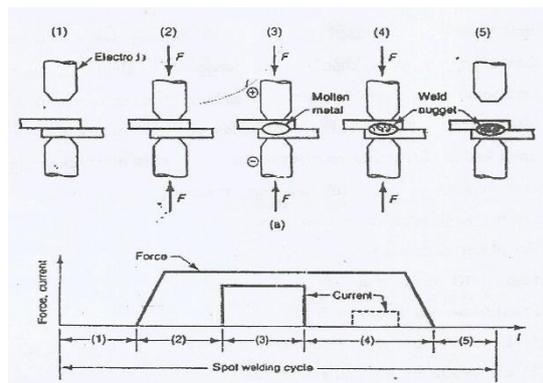
1. Menekan elektroda ke permukaan benda kerja, dan permukaan benda kerja dengan benda kerja yang lain agar terjadi kontak, sehingga dapat dialiri arus listrik.
2. Menekan permukaan kontak menjadi satu agar diperoleh sambungan bila suhu pengelasan telah dicapai.

Kelebihan pengelasan resistansi listrik adalah :

1. Tidak menggunakan logam pengisi.
2. Kecepatan produksi tinggi.
3. Tidak diperlukan operator dengan ketrampilan tinggi, karena mesin dijalankan secara otomatis.
4. Memiliki kemampuan ulang (*repeatability*) dan keandalan yang baik.

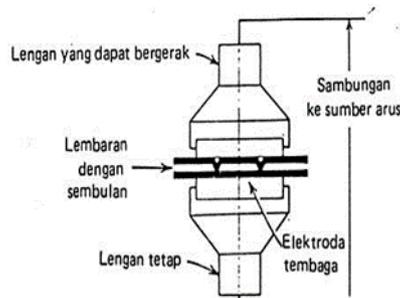
Kelemahan dari pengelasan resistansi listrik ini adalah :

1. Biaya investasi tinggi, karena harga peralatan mahal.
2. Hanya dapat mengerjakan sambungan tumpang (*lap joint*).



Gambar 2.2 Pengelasan *Spot Welding*

Las titik merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik, dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit di antara dua elektroda logam, kemudian arus yang kuat dialirkan melalui elektroda tembaga, sehingga titik di antara plat logam di bawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistansi listrik hingga mencapai suhu pengelasan, sehingga mengakibatkan kedua plat pada bagian ini menyatu (Nofriady, 2013). Pada permukaan plat yang menempel pada elektroda sebenarnya timbul panas akibat adanya resistansi listrik tetapi hal itu tidak akan membuat plat mencair dikarenakan oleh resistansi di permukaan plat lebih kecil dibandingkan resistansi yang ada di antara kedua plat. (Amstead, 1995).



Gambar 2.3 Bagian- Bagian Pada *Spot Welding*

Pada gambar 2.3 terlihat bagian-bagian dari spot welding dimana lengan tetap merupakan tumpuan dari elektroda tembaga yang tidak bergerak, elektroda tembaga digunakan karena material tembaga cukup bagus untuk penghantar listrik dalam pengelasan. Lengan yang dapat bergerak merupakan bagian dari mesin *spot welding* yang bergerak turun-naik untuk mendapatkan panas akibat resistansi listrik.

Daerah nugget las terbentuk setelah peleburan dan dua lembar plat yang disatukan. Biasanya, elektroda didinginkan dengan air untuk mencegah elektroda menempel pada permukaan plat. Dari perspektif metalurgi dan mekanik, proses ini memerlukan *Base Metal* (BM), *Heat Affected zone* (HAZ), *Fusion line* (FL), transformasi fasa, pengerasan material, dan anisotropi material (Purwaningrum,2014)

Pada pengelasan *resistance spot welding* terdapat siklus las yang terjadi. Khususnya pada las titik dibagi menjadi 4 (empat) tahapan waktu yaitu *squeeze time*, *weld time*, *hold time*, dan *off time*. *Squeeze time* adalah waktu diantara penekanan oleh elektroda dan saat dimulainya pengaliran arus listrik. *Weld time* adalah waktu dimana arus listrik sedang mengalir. *Hold time* adalah waktu dimana penekanan masih berjalan akan tetapi listrik tidak mengalir lagi. *Off time* adalah waktu elektroda lepas dari benda kerja yang tidak ada arus maupun tekanan (Purwaningrum,2014).

Berikut rumus untuk pengelasan titik (*spot welding*) :

$$H = I^2 R t$$

Dimana:

H = Jumlah energi termal yang timbul (*joule*)

I = Kuat arus (ampere)

R = Hambatan (ohm)

t = Waktu (detik)

2.4 Bahan Alumunium

Aluminium merupakan unsur *non ferrous* yang paling banyak terdapat di bumi yang merupakan logam ringan yang mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik, mudah dibentuk baik melalui proses pembentukan maupun permesinan, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Unsur paduan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni ditambahkan untuk meningkatkan sifatnya. Sifat tersebut antara lain sifat mekanik, ketahanan korosi, ketahanan aus, dan koefisien pemuaian rendah.

Aluminium ditemukan oleh *Sir Humphrey Davy* pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh *H.C Oersted* pada tahun 1825. Aluminium merupakan unsur logam terbanyak di muka bumi, dimana hampir 8% dari kerak bumi adalah aluminium. Bijih bauksit adalah bahan utama untuk pembuatan aluminium yang terdapat di dalam batu-batu dalam kerak bumi. Aluminium termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap korosi, dan merupakan konduktor listrik yang baik.

Untuk saat ini penggunaan las titik pada aluminium masih jarang dilakukan karena material jenis aluminium tergolong kurang baik bila dibandingkan dengan baja karena panas jenis dan daya hantar panas tinggi maka sukar sekali untuk memanaskan sebagian kecil saja. Selain itu aluminium mudah sekali teroksidasi, karena peristiwa ini aluminium akan membentuk suatu lapisan yang bernama Aluminium Oksida (Al_2O_3) yang memiliki sifat tahan panas. Karena sifat tersebut maka peleburan antara logam dasar dan logam lasan menjadi terhalang sehingga sulit untuk dilakukan pengelasan. (Wirjosumarto, H. 2004).

Berdasarkan unsur-unsur paduan, aluminium dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu: (Kenji, 2000)

1. Jenis Al-murni teknik (seri 1000)

Aluminium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Aluminium dalam seri ini disamping sifatnya yang baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dalam mampu las dan mampu potong.

2. Jenis paduan Al-Cu (Seri 2000)

Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat di *heat treatment*. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan yang lainnya. Sifat mampu-lasnya juga kurang baik, karena itu paduan jenis ini biasanya digunakan pada konstruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang.

3. Jenis Paduan Al-Mn (seri 3000)

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat di *heat treatment* sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Bila dibandingkan dengan jenis Al-murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya.

4. Jenis Paduan Al-Si (Seri 4000)

Paduan Al-Si sangat baik kecairannya dan cocok untuk paduan coran. Paduan ini mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang rendah dan sebagai pengantar panas dan listrik yang baik. Material ini biasa dipakai untuk torak motor dan sebagai filler las (setelah dilakukan beberapa perbaikan komposisi).

5. Paduan jenis Al-Mg (Seri 5000)

Jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat di *heat treatment*, tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut dan dalam sifat mampu lasnya.

6. Paduan jenis Al-Mg-Si (seri 6000)

Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat di *heat treatment* dan mempunyai sifat mampu potong, mampu las dan daya tahan korosi yang cukup. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las (Surdia, 1985)

7. Paduan jenis Al-Zn (seri 7000)

Paduan ini termasuk jenis yang dapat di *heat treatment*. Biasanya kedalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 50 kg/mm², sehingga paduan ini dinamakan juga ultraduralumin. Berlawanan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan.

2.5 Aluminium AA 5083

Aluminium terdiri dari beberapa kelompok yang dibedakan berdasarkan paduan penyusunnya. Penambahan paduan ini akan menghasilkan sifat yang berbeda pula. tetapi memiliki sifat baik dalam daya tahan korosi terutama korosi oleh air laut dan sifat mampu las Al-Mg banyak dipakai untuk konstruksi umum termasuk konstruksi kapal. Aluminium seri AA 5083 termasuk dalam golongan paduan aluminium seri 5xxxx.

Bahan paduan aluminium adalah bahan dengan kepadatan rendah dengan sifat mekanis yang signifikan sehingga diperkirakan akan digunakan secara luas di masa depan untuk

mengganti sebagian dari bahan baja yang saat ini merupakan bahan produksi utama dalam mobil.

Alumunium AA5083 termasuk dalam paduan sistem Al-Mg, dengan berbagai macam aplikasi, terutama industri konstruksi tidak dapat dilakukan tanpa paduan, adalah paduan yang paling menjanjikan. Ketahanan korosi yang baik dan kemampuan las yang baik. Elemen paduan utama AA5083 adalah magnesium, ketahanan terhadap korosi, kemampuan las, untuk pembuatan tangki bahan bakar pesawat terbang, tabung, dan bagian logam lembaran kendaraan lalu lintas, kapal, meter, braket lampu jalan dan paku keling, produk perangkat keras, cangkang listrik dan sebagainya.

Logam ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat – alat penyimpanan. Salah satu sumber kerusakan terbesar pada pelat kapal laut adalah korosi air laut. Air laut memunyai sifat korosif dengan kandungan di dalamnya meliputi ion klorida, kehantaran listrik, oksigen, kecepatan aliran, temperatur, tegangan dan pencemaran.



Gambar 2.4 Aplikasi Alumunium AA5083

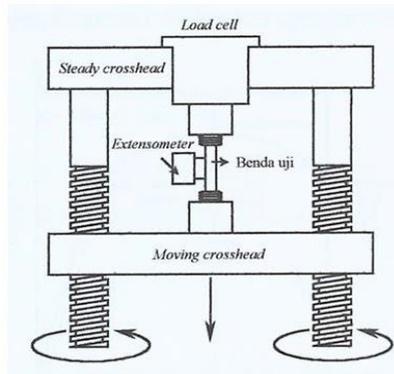
2.6 Uji Tarik

Tegangan tarik adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi pada kenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan bahan. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, di mana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas.

Untuk berapa lama, telah menjadi kebiasaan mendasarkan kekuatan struktur pada kekuatan tarik, dikurangi dengan faktor keamanan yang sesuai. Hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau linear zone. Di daerah ini, kurva penambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hukum *Hooke* yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan.

Stress adalah beban dibagi luas penampang bahan, sedangkan *strain* adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan.

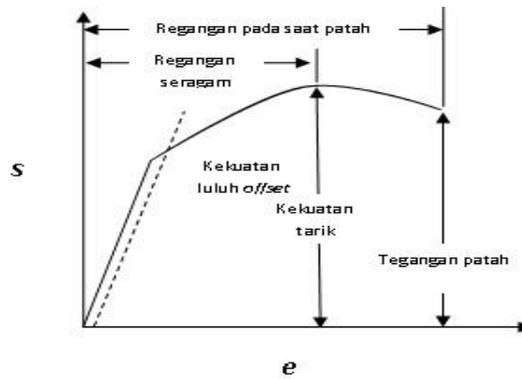
Suatu sambungan logam hasil pengelasan dapat dilakukan destructive dan non destructive testing. Destructive test dapat dilakukan dengan uji mekanik untuk mengetahui kekuatan sambungan logam hasil pengelasan, yang salah satunya dapat dilakukan suatu uji tarik yang telah distandarisasi. Kekuatan tarik sambungan las sangat dipengaruhi oleh sifat logam induk, daerah HAZ, sifat logam las, dan geometri serta distribusi tegangan dalam sambungan [Wiryosumarto, 2004].



Gambar 2.5 Alat Uji Tarik

Untuk melaksanakan pengujian tarik dibutuhkan batang tarik. Batang tarik, dengan ukuran-ukuran yang dinormalisasikan, dibubut dari spesimen yang akan diuji. Uji tarik merupakan salah satu dari beberapa pengujian yang umum digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari satu material. Dalam bentuk yang sederhana, uji tarik dilakukan dengan menjepit kedua ujung spesimen uji tarik pada rangka beban uji tarik. Gaya tarik terhadap spesimen uji tarik diberikan oleh mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) yang menyebabkan terjadinya pemanjangan spesimen uji dan sampai terjadi patah. Dalam pengujian, spesimen uji dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tarikan dapat dihitung dengan rumus.

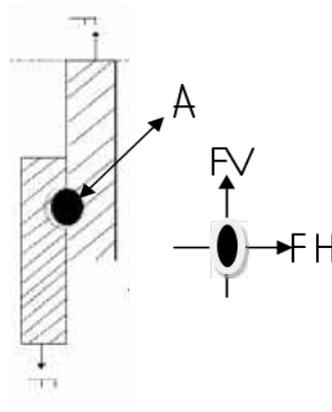
Prinsip pengujian tarik adalah spesimen ditarik dengan laju pembebanan yang lambat, hingga spesimen itu putus. Mesin uji tarik akan mencatat besarnya beban tarik yang diberikan terhadap spesimen setiap saat beserta besarnya perpanjangan (*elongation*) yang terjadi pada spesimen setelah dilakukan uji tarik. Alat pencatat beban tarik adalah *load cell*. Sedangkan alat pencatat perpanjangan yang terjadi pada spesimen adalah *extensometer*.



Gambar 2.6 Kurva Uji Tarik

Tegangan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan tarik tersebut diperoleh dengan cara membagi beban yang diberikan dibagi dengan luas awal penampang benda uji, dituliskan seperti dalam persamaan berikut :

A = Lebar x Tebal $\sigma = \frac{F}{A}$



Gambar 2.7 Nugget Las

Dimana:

σ = Kekuatan Tarik (s)

F = Tegangan Tarik Maksimum

A = luas mula dari penampang batang uji (mm²)

Uji tarik suatu material dapat dilakukan dengan menggunakan *universal testing machine*. Benda uji dijepit pada mesin uji tarik, kemudian beban statik dinaikkan secara bertahap hingga spesimen putus. Besarnya beban dan pertambahan panjang dihubungkan langsung dengan plotter, sehingga diperoleh grafik tegangan (MPa) dan regangan (%) yang memberikan informasi data berupa tegangan luluh (σ_{ys}), tegangan ultimate (σ_{ult}), modulus elastisitas bahan (E), ketangguhan dan keuletan sambungan las yang diuji tarik

BAB.3 METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai objektif penelitian ini, maka metode penelitian yang dilakukan terdiri atas beberapa tahap yaitu:

1. Kajian Pustaka: Merupakan tahap awal dalam mengumpulkan sumber-sumber bacaan, kajian, analisa dan perolehan data terhadap penulisan dan hasil kajian yang telah dijalankan oleh beberapa peneliti berkaitan dengan topik penelitian.
2. Pengujian laboratorium : Pada tahap ini adalah melakukan ekperiment dilaboratorium teknik mesin untuk melakukan pengelasan titik.
3. Pengumpulan Data : Pada tahap ini dilakukan pengujian kekuatan Tarik specimen hasil pengelasan
4. Analisa Data : Tahap ini merupakan proses analisa terhadap pengaruh tegangan listrik dan waktu tekan terhadap kekuatan Tarik sambungan las titik.

3.1 Bahan dan Peralatan yang Digunakan

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin *Spot Welding*



Gambar 3.1 Mesin *Spot Welding*

Keterangan:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Indicator Voltmeter dan Ampere | 4. Elektroda |
| 2. Force Gauge | 5. Pipa Sirkulasi Cairan Pendingin |
| 3. Multitester | 6. Tuas Penekan |

Spesifikasi mesin yang digunakan adalah sebagai berikut :

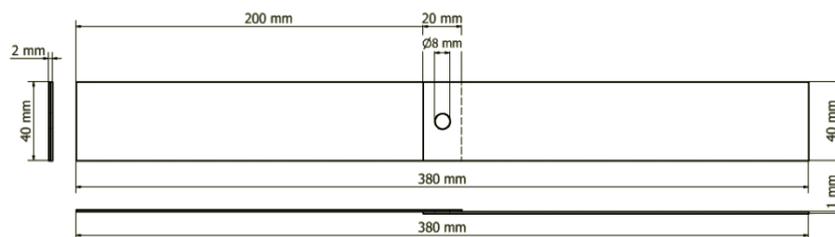
| | |
|---------------------------|-------------|
| Merek | : Krisbow |
| Model | : DN-10-1 |
| Rated Power | :10 KVA |
| Main Input Voltage | : 380V |
| Rated Input Current | : 26A |
| Second empty load Voltage | : 1.5V-3.0V |

Duty cycle rating : 20%

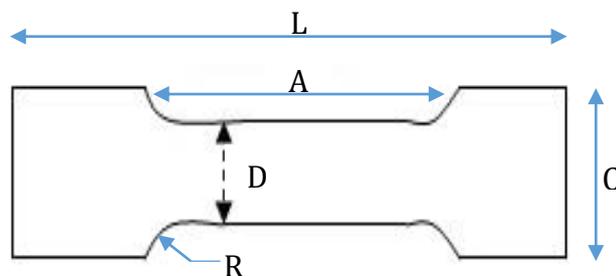
Adjustable class number : 6 class

Max Welding Thickness of low carbon : 2+2 mm

Bahan benda kerja adalah alumimu AA 5083 dan di uji kekuatan Tarik sesuai Standar ASTM B928M. Gambar dan dimensi benda uji disampaikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Dimensi Benda Uji



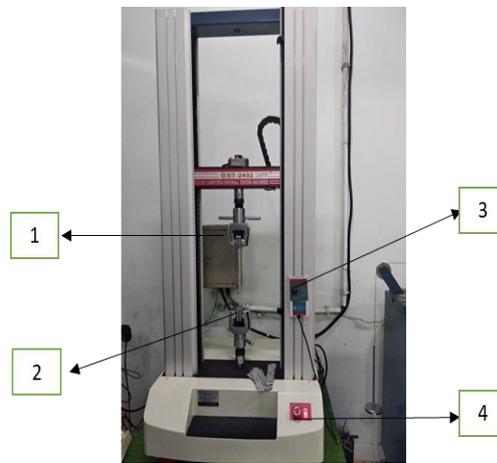
Gambar 3.3 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM B928M

4. Alat Uji Tarik

Alat yang digunakan untuk pengujian tarik agar mengetahui seberapa besar kekuatan tegangan dan regangan dari sambungan plat alumunium AA5083 yang telah dibuat. Alat yang digunakan untuk pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine*.

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tipe/Model : HT- 2402
Merek : HUNG TA / CHINA
Capacity : 50 KN
Nomor Seri : 4747



Gambar 3.4 Mesin Uji Tarik

Keterangan:

1. Rahang penarik
2. Rahang tetap
3. Pengatur Gaya
4. Tombol power / Emergency Stop

5. Mikroskop Digital

Pengujian fisik lain yang dilakukan dengan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop.

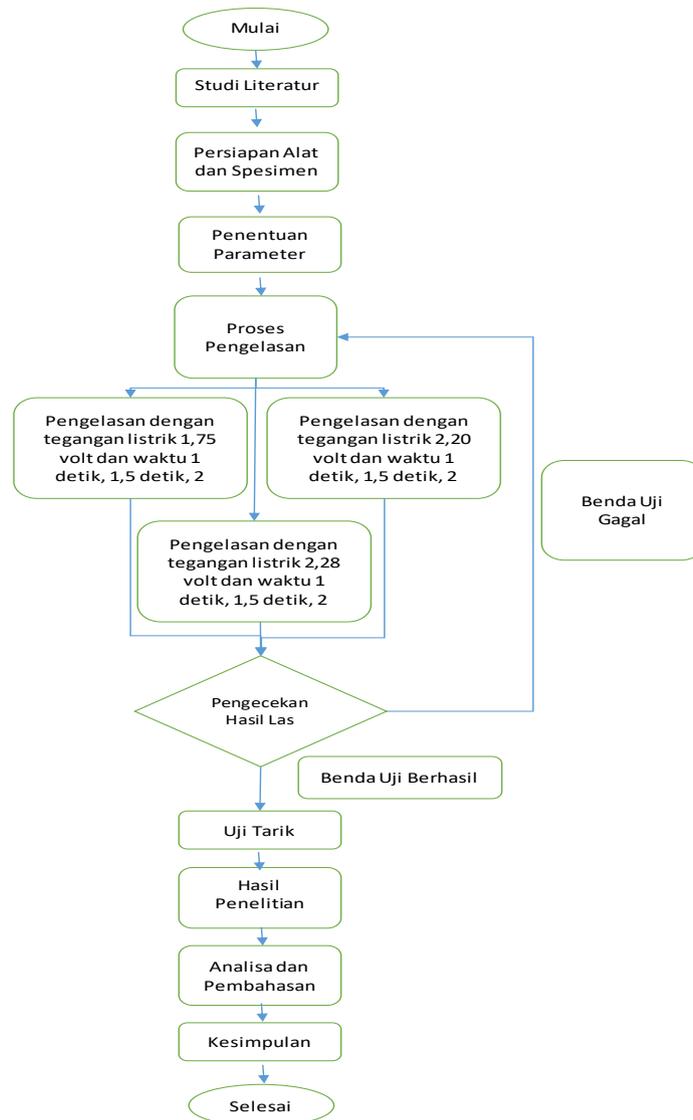


Gambar 3.5 Mikroskop Digital

3.2 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan secara eksperimental dengan prosedur seperti diagram alir pada Gambar 3.6. Dimana benda kerja plat Alumunium AA5083 di las dengan menggunakan mesin *spot welding* yang sebelum itu telah dilakukan pemotongan sesuai dengan ASTM B928M untuk menstabilkan benda kerja pada saat pengujian tarik. Proses pengelasan menggunakan tiga variasi waktu dan tiga tegangan arus listrik. Untuk mendapatkan mendapatkan tegangan arus listrik, menggunakan alat

voltmeter yang di pasang pada kedua elektroda. Untuk mendapatkan data variasi waktu, maka melihat langsung di mesin *spot welding*.



Gambar 3.6 *Flowchart* Proses Penelitian

3.3 Metode Pengambilan Data

Pengujian dilakukan sebanyak sembilan kali percobaan untuk tiga variasi waktu dan tiga tegangan arus listrik dengan pengelasan sampel yang dilakukan sebanyak sembilan kali. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali pengujian sambungan plat alumunium dengan langkah kerja yang sama untuk membandingkan data. Proses pengelasan dilakukan dari 1,75 volt, 2,20 volt, dan 2,28 volt dengan waktu masing-masing 1 detik, 1,5 detik, dan 2 detik sebanyak 5 kali pengujian pengelasan. Untuk pengukuran kekuatan tarik sambungan plat alumunium dilakukan dalam satu kali proses uji tarik. Berikut disampaikan matriks pengujian dan pengambilan data.

Tabel 3.1 Matriks Pengujian dan Pengambilan Data

| Jenis Mesin : Spot Welding “Krisbow DN-10-1” Parameter Pengelasan : Force (Gaya Tekan) : Konstan 300 N \approx 30 Kg | | Material : Plat Alumunium AA5083 Dimensi Awal : lebar : 4 cm panjang : 20 cm Panjang Pengelasan : 36 cm Lebar Pengelasan : 4 cm Tebal plat : 1 mm Diameter Elektroda : 8 mm | |
|---|--------------------|--|--------------------------|
| No | Gaya Penekanan (N) | Tegangan Arus (Volt) | Waktu Pengelasan (detik) |
| 1 | 300 | 1,75 | 1 |
| 2 | | | 1,5 |
| 3 | | | 2 |
| 4 | 300 | 2,2 | 1 |
| 5 | | | 1,5 |
| 6 | | | 2 |
| 7 | 300 | 2,28 | 1 |
| 8 | | | 1,5 |
| 9 | | | 2 |

BAB.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah dilakukan. berikut disampaikan nilai yang diperoleh pada setiap parameter pengelasan yang digunakan :

Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 1.75 Volt

| No | Gaya Penekanan (N) | Tegangan Arus (V) | | Waktu Pengelasan (Detik) | Listrik Masuk ke Mesin Spot Welding | | Rata-Rata Total | | Daya Listrik (W) |
|----|--------------------|-------------------|------|--------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|--------|------------------|
| | | in | out | | Volt | Ampere | Volt | Ampere | |
| 1 | 300 | 1,75 | 0,06 | 1 detik | 383 | 12,5 | 382 | 13,44 | 5134,08 |
| 2 | | | 0,05 | | 382 | 11,5 | | | |
| 3 | | | 0,06 | | 383 | 17,1 | | | |
| 4 | | | 0,06 | | 381 | 11,9 | | | |
| 5 | | | 0,06 | | 381 | 14,2 | | | |
| 6 | 300 | 1,75 | 0,06 | 1,5 detik | 383 | 10,8 | 382 | 15,12 | 5775,84 |
| 7 | | | 0,06 | | 382 | 14,2 | | | |
| 8 | | | 0,05 | | 380 | 13,3 | | | |
| 9 | | | 0,06 | | 383 | 15,5 | | | |
| 10 | | | 0,07 | | 382 | 21,8 | | | |
| 11 | 300 | 1,75 | 0,06 | 2 detik | 383 | 14,7 | 384,2 | 18 | 6915,6 |
| 12 | | | 0,07 | | 385 | 19,8 | | | |
| 13 | | | 0,06 | | 384 | 17,7 | | | |
| 14 | | | 0,07 | | 385 | 21,1 | | | |
| 15 | | | 0,06 | | 384 | 16,7 | | | |

Proses pengelasan percobaan pertama dilakukan menggunakan tegangan arus listrik sebesar 1,75 volt, variasi waktu pengelasan dari 1, 1.5, dan 2 detik. Pengelasan yang dilakukan dengan gaya penekanan 300 N = konstan sehingga plat dapat menempel dengan baik. Dari hasil pengelasan pertama dengan arus tegangan in 1,75 volt dan variasi waktu yang digunakan menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata volt dan ampere yang didapat.

Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.20 Volt

| No | Gaya Penekanan (N) | Tegangan Arus (V) | | Waktu Pengelasan (Detik) | Listrik Masuk ke Mesin Spot Welding | | Rata-rata Total | | Daya Listrik (W) |
|----|--------------------|-------------------|------|--------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|---------|------------------|
| | | in | out | | Volt | Ampere | Volt | Amper e | |
| 1 | 300 | 2,2 | 0,06 | 1 detik | 382 | 12,8 | 382 | 13,6 | 5195,2 |
| 2 | | | 0,07 | | 381 | 13,7 | | | |
| 3 | | | 0,06 | | 383 | 11,8 | | | |
| 4 | | | 0,07 | | 380 | 13,3 | | | |
| 5 | | | 0,06 | | 384 | 16,4 | | | |
| 6 | 300 | 2,2 | 0,06 | 1,5 detik | 384 | 16,9 | 385,2 | 16,64 | 6409,73 |
| 7 | | | 0,06 | | 386 | 16,1 | | | |
| 8 | | | 0,06 | | 385 | 16,5 | | | |
| 9 | | | 0,06 | | 383 | 16,6 | | | |
| 10 | | | 0,06 | | 388 | 17,1 | | | |
| 11 | 300 | 2,2 | 0,07 | 2 detik | 386 | 18,5 | 386,2 | 19,24 | 7430,49 |
| 12 | | | 0,07 | | 387 | 20,1 | | | |
| 13 | | | 0,06 | | 386 | 19,8 | | | |
| 14 | | | 0,06 | | 385 | 16,9 | | | |
| 15 | | | 0,06 | | 387 | 20,9 | | | |

Proses pengelasan pada percobaan kedua dilakukan dengan tegangan arus listrik sebesar 2,20 volt dengan variasi waktu pengelasan dari 1, 1,5, dan 2 detik. Pengelasan yang dilakukan dengan gaya penekanan 300 N = konstan sehingga plat dapat menempel dengan baik. Dari hasil pengelasan pertama dengan arus tegangan in 2,20 volt dan variasi waktu yang digunakan menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata volt dan ampere yang didapat.

Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.28 Volt

| DATA HASIL PENGELASAN TITIK (SPOT WELDING) | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|------|--------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|--------|------------------|
| No | Gaya Penekanan (N) | Tegangan Arus (V) | | Waktu Pengelasan (Detik) | Listrik Masuk ke Mesin Spot Welding | | Rata-rata Total | | Daya Listrik (W) |
| | | in | out | | Volt | Ampere | Volt | Ampere | |
| 1 | 300 | 2,28 | 0,07 | 1 detik | 386 | 20,6 | 387 | 20,58 | 7964,46 |
| 2 | | | 0,08 | | 387 | 21,5 | | | |
| 3 | | | 0,07 | | 388 | 20,3 | | | |
| 4 | | | 0,08 | | 386 | 21 | | | |
| 5 | | | 0,07 | | 388 | 19,5 | | | |
| 6 | 300 | 2,28 | 0,07 | 1,5 detik | 387 | 20,4 | 388,2 | 22,42 | 8703,44 |
| 7 | | | 0,08 | | 390 | 24,5 | | | |
| 8 | | | 0,07 | | 389 | 22,3 | | | |
| 9 | | | 0,08 | | 388 | 24,4 | | | |
| 10 | | | 0,07 | | 387 | 20,5 | | | |
| 11 | 300 | 2,28 | 0,07 | 2 detik | 388 | 22,2 | 389 | 22,6 | 8791,4 |
| 12 | | | 0,08 | | 390 | 23,4 | | | |
| 13 | | | 0,07 | | 390 | 23,6 | | | |
| 14 | | | 0,07 | | 389 | 22,6 | | | |
| 15 | | | 0,07 | | 388 | 21,2 | | | |

Berdasarkan dari hasil proses pengelasan dengan variasi waktu dan tegangan arus listrik berpengaruh terhadap hasil dari pengelasan *spot welding* yang didapatkan. Semakin tinggi tegangan arus listrik yang digunakan dalam pengelasan maka akan menghasilkan rata-rata volt dan ampere yang semakin meningkat, sebaliknya semakin rendah tegangan arus listrik yang digunakan dalam pengelasan maka akan menghasilkan rata-rata volt dan ampere yang semakin kecil.

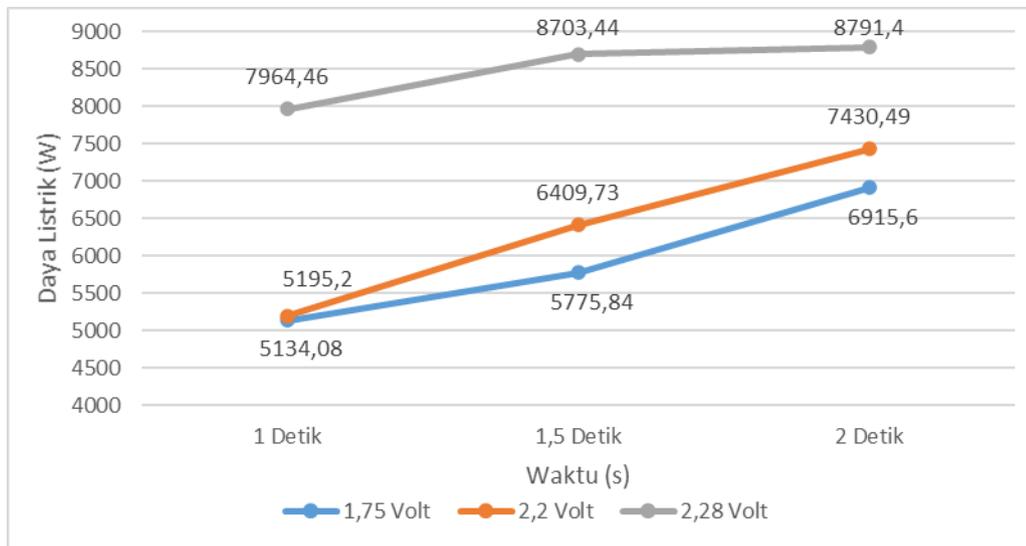
Pada tabel hasil pengelasan diatas ini terdapat daya pengelasan dimana untuk mencari data daya pengelasan tersebut maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I = (\text{Volt} \times \text{Ampere})$$

Contoh pada 1,75 Volt dengan waktu 1 detik :

$$(382 \times 13,44) = 5134,08 \text{ Watt}$$

Apabila data Volt dan Ampere telah di hitung dengan menggunakan rumus diatas, maka dapat di buat grafik seperti dibawah ini :

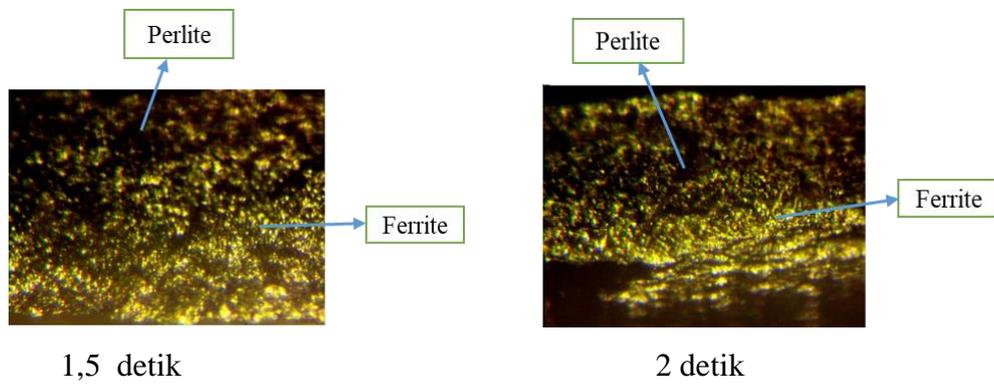


Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Daya Listrik

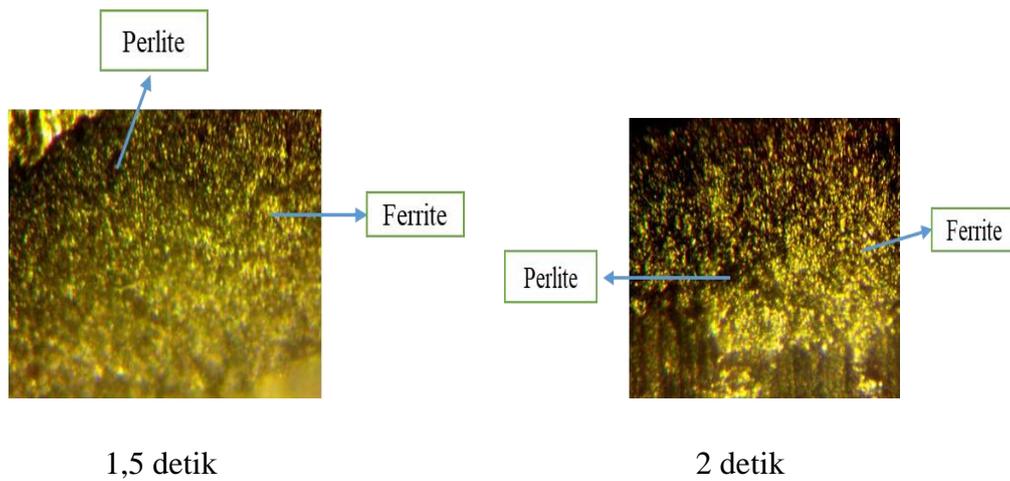
Berdasarkan Gambar 4.1 diperoleh bahwa pada tegangan arus listrik 1,75 volt, waktu pengelasan 1 detik daya yang dihasilkan adalah 5134,08 Watt, waktu pengelasan 1,5 detik daya yang dihasilkan adalah 5775,84 Watt dan waktu pengelasan 2 detik 6915,6. Daya listrik pada tegangan arus listrik 2,20 volt waktu pengelasan 1 detik adalah 5195,2 Watt. Waktu pengelasan 1,5 detik adalah 6409,73 Watt, dan waktu pengelasan 2 detik adalah 7430,49 Watt. Daya listrik yang dihasilkan pada tegangan arus listrik 2,28 volt, waktu pengelasan 1 detik adalah 7964,46 Watt, waktu pengelasan 1,5 detik adalah 8703,44 Watt dan hasil terbesar waktu pengelasan 2 detik adalah 8791,4 Watt. Dari hasil yang didapatkan tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan arus listrik yang digunakan maka semakin besar daya listrik yang diperlukan dan dapat dilihat juga semakin lama waktu pengelasan maka daya listrik yang digunakan semakin besar.

4.1 Pengamatan Struktur Mikro

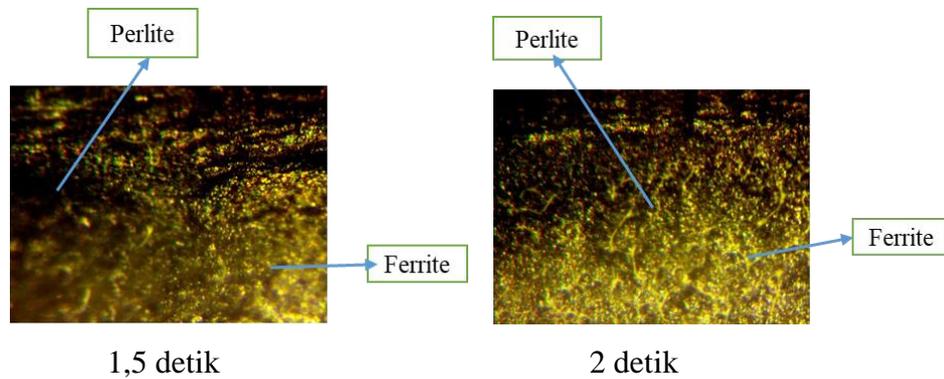
Proses pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 10 x dan prosedur pengujian berdasarkan standar yang berlaku. Berikut adalah gambar struktur dari hasil *spot welding* dengan variasi waktu pengelasan 1,5 detik dan 2 detik menggunakan tegangan arus listrik 1,75 volt , 2,20 volt dan 2,28 volt.



Gambar 4.2 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 1,75 Volt



Gambar 4.3 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 2,20 Volt



Gambar 4.4 Struktur Mikro Sambungan Las Tegangan Arus 2,28 Volt

Pada Gambar diatas terlihat bahwa struktur mikro pada daerah nugget las adalah berupa *ferrite* (berwarna terang) dan *perlite* (berwarna gelap). Berdasarkan pengamatan struktur mikro yang telah dilakukan, terdapat perbedaan antara struktur mikro hasil pengelasan dengan 1,75 volt , 2,20 volt dan 2,28 volt yang menggunakan variasi waktu pengelasan 1,5 detik dan 2 detik diantaranya:

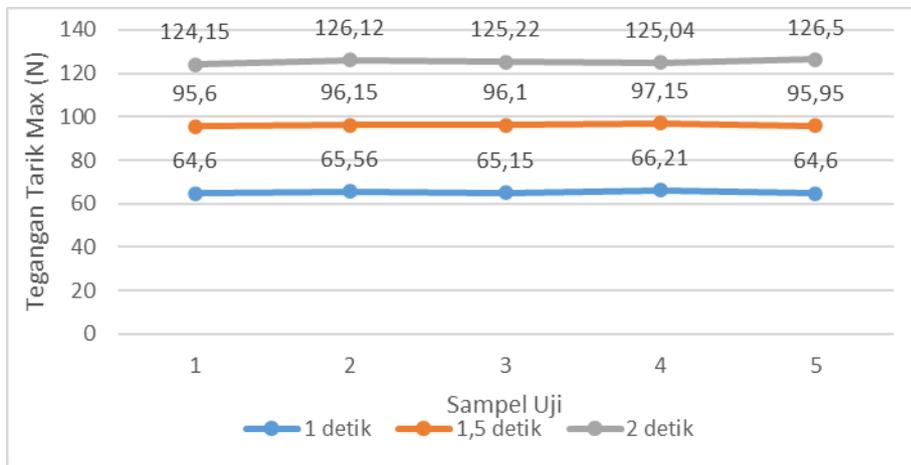
1. Struktur mikro hasil pengelasan tegangan arus 1,75 volt , struktur *perlite* lebih mendominasi jika dibandingkan dengan struktur *ferrite* pada hasil pengelasan dengan waktu las 1,5 detik dan 2 detik
2. Struktur mikro hasil pengelasan tegangan arus 2,20 volt , struktur *perlite* lebih sedikit jika dibandingkan dengan hasil dari pengelasan 1,75 volt. Perubahan jumlah struktur tersebut disebabkan karena adanya peningkatan pengaruh panas pada saat proses pengelasan dan penyebaran struktur *ferrite* lebih merata.
3. Struktur mikro hasil pengelasan tegangan arus 2,28 volt , struktur *perlite* lebih sedikit jika dibandingkan dengan hasil dari pengelasan 1,75 volt dan 2.20 volt, akan tetapi penyebaran pada struktur *ferrite* kurang merata di bandingkan dengan hasil pengelasan tegangan arus 2.20 volt.

Hasil Pengujian Tegangan Tarik sambungan disampaikan pada Tabel berikut :

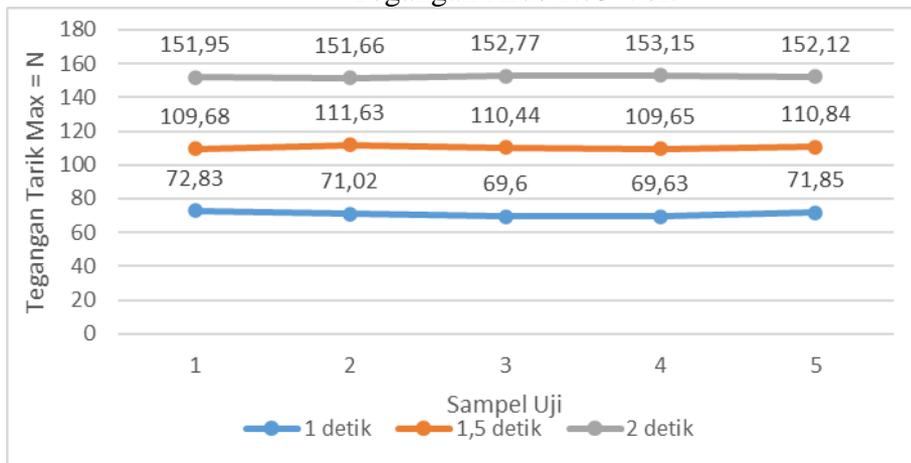
Tabel 4.4 Nilai Tegangan Tarik

| Tegangan arus (Volt) | Waktu Pengelasan (detik) | Tegangan Tarik Maksimum (N) | | | | | RATA-RATA |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1,75 | 1 | 64,6 | 65,56 | 65,15 | 66,21 | 64,6 | 65,22 |
| | 1,5 | 95,6 | 96,15 | 96,1 | 97,15 | 95,95 | 96,19 |
| | 2 | 124,15 | 126,12 | 125,22 | 125,04 | 126,5 | 125,41 |
| 2,2 | 1 | 72,83 | 71,02 | 69,6 | 69,63 | 71,85 | 70,99 |
| | 1,5 | 109,68 | 111,63 | 110,44 | 109,65 | 110,84 | 110,45 |
| | 2 | 151,95 | 151,66 | 152,77 | 153,15 | 152,12 | 152,33 |
| 2,28 | 1 | 146,39 | 146,78 | 147,01 | 148,15 | 147,68 | 147,20 |
| | 1,5 | 239,55 | 241,17 | 240,75 | 240,45 | 241,22 | 240,628 |
| | 2 | 505,46 | 504,7 | 506,8 | 506,92 | 505,87 | 505,95 |

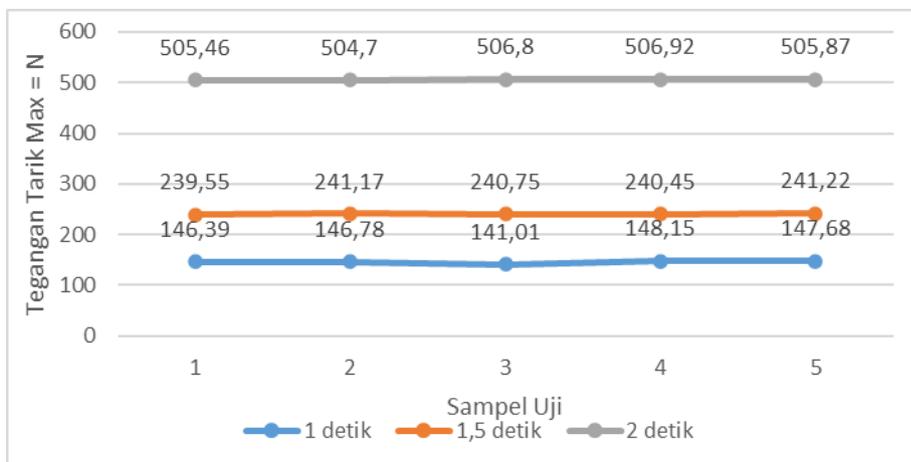
Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh nilai rata-rata pada variasi tegangan arus listrik 1,75 volt, 2,2 volt, dan 2,28 volt dengan variasi waktu pengelasan 1 detik, 1,5 detik, dan 2 detik nilai tegangan tarik semakin meningkat.



Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 1.75 Volt



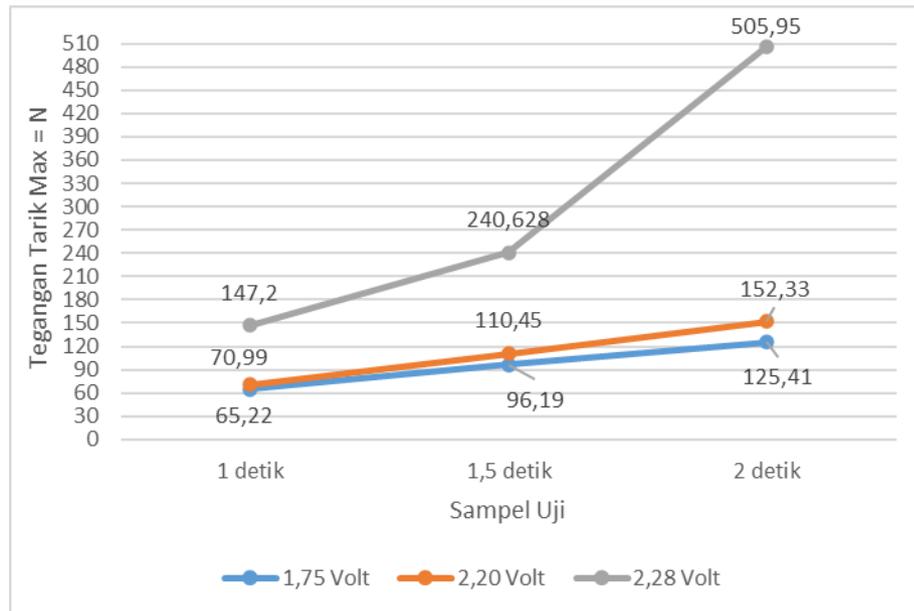
Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 2.20 Volt



Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik pada Tegangan Arus 2.28 Volt

4.2 Hasil Rata-Rata Uji Tarik

Dari hasil Tabel 4.5 uji tarik diatas maka dibuat grafik pengaruh tegangan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan pengaruh waktu terhadap kekuatan tarik maka hasil yang didapatkan :



Gambar 4.8 Nilai Rata-rata Tegangan Tarik Sambungan Las

4.3 Hasil Kekuatan Tarik

Dari data Tabel 4.1 Data Awal Parameter Pengelasan di atas dapat dicari luas penampang dengan menggunakan rumus :

L_0 = Luas Penampang

L_0 = Lebar x Tebal

L_0 = 4cm x 1mm

L_0 = 40mm x 1mm

L_0 = 40mm

Setelah mengetahui luas penampang maka dapat diketahui kekuatan tarik dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{L_0}$$

Dimana:

σ = Kekuatan Tarik

F = Kekuatan Tarik Maksimum

L_0 = Luas Penampang

Contoh pengelasan dengan 1,75 Volt dan waktu 1 detik :

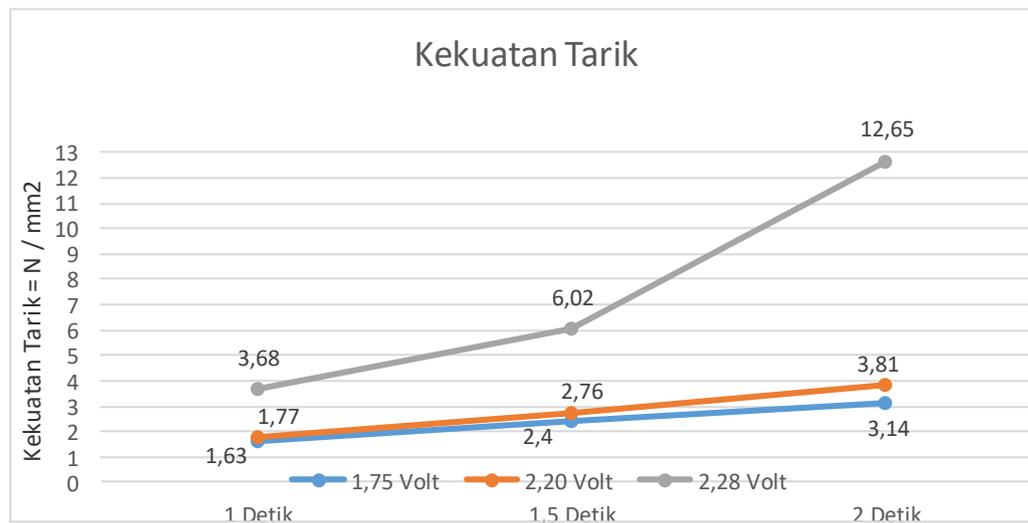
$$\sigma = \frac{64,6}{40}$$

$$\sigma = 1,62 \text{ N/mm}^2$$

Dengan menggunakan persamaan, maka nilai kekuatan Tarik dihitung untuk memperoleh nilai kekuatan Tarik sebagaimana disampaikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Kekuatan Tarik Sambungan

| Tegangan Arus (Volt) | Waktu Pengelasan (detik) | Kekuatan Tarik (N/mm ²) | | | | | Rata - Rata |
|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1,75 | 1 | 1,62 | 1,64 | 1,63 | 1,66 | 1,62 | 1,63 |
| | 1,5 | 2,39 | 2,40 | 2,40 | 2,43 | 2,40 | 2,40 |
| | 2 | 3,10 | 3,15 | 3,13 | 3,13 | 3,16 | 3,14 |
| 2,2 | 1 | 1,82 | 1,78 | 1,74 | 1,74 | 1,80 | 1,77 |
| | 1,5 | 2,74 | 2,79 | 2,76 | 2,74 | 2,77 | 2,76 |
| | 2 | 3,80 | 3,79 | 3,82 | 3,83 | 3,80 | 3,81 |
| 2,28 | 1 | 3,66 | 3,67 | 3,68 | 3,70 | 3,69 | 3,68 |
| | 1,5 | 5,99 | 6,03 | 6,02 | 6,01 | 6,03 | 6,02 |
| | 2 | 12,64 | 12,62 | 12,67 | 12,67 | 12,65 | 12,65 |



Gambar 4.9 Grafik Hasil Rata-Rata Kekuatan Tarik

4.4 Pengaruh Variasi Waktu Pada Mesin Spot Welding Terhadap Kekuatan Tarik

Variasi waktu sangat mempengaruhi nilai dari kekuatan tarik yang dihasilkan. Dari hasil percobaan eksperimen benda uji dengan berbagai nilai dari variasi waktu, didapatkan semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka hasil sambungan las yang terjadi akan semakin kuat karena penggunaan waktu yang lebih lama akan

menyebabkan panas yang ditimbulkan semakin besar sehingga nugget las yang terbentuk semakin lebar dan mengakibatkan sambungan antar plat menjadi homogen (satu kesatuan) atau semakin kuat melekat.

4.5 Pengaruh tegangan arus listrik pada mesin spot welding terhadap kekuatan

Tarik

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan kekuatan yang terendah terdapat pada arus tegangan listrik 1,75 volt dengan nilai tegangan tarik rata-rata $65,15 \text{ N/mm}^2$ dan yang tertinggi terdapat pada arus 2,28 volt dengan nilai tegangan tarik rata-rata $505,85 \text{ N/mm}^2$. Pengaruh tegangan arus listrik terhadap kekuatan tarik dapat dilihat pada data yang telah didapatkan menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai kekuatan tarik, semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar kekuatan tarik yang dihasilkan, ini terjadi karena masukan panas yang dihasilkan arus listrik semakin tinggi sehingga lebih banyak logam yang mencair kemudian tersambung dengan baik. Hal ini diperkuat pada rumus *spot welding* dimana jika nilai arus semakin besar maka panas yang dihasilkan juga akan semakin besar karena fungsi kuadrat arus listrik (I^2) berbanding lurus dengan panas (H), sehingga kenaikan arus listrik dapat menaikkan panas yang cukup berarti.

BAB. 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan Analisa terhadap hasil pengujian tegangan Tarik sambungan maka dapat disimpulkan sebagai berikut L

1. Pada pengelasan *spot welding* terbaik berada dipengelasan tegangan arus 2.20 volt dengan waktu pengelasan 1.5 detik kekuatan tarik sambungan sebesar 2.76 N/mm². Hasil yang didapat menunjukkan tidak melebihi batas pengelasan atau tidak tahan panas (berlubang).Pengelasan tertinggi berada pada pengelasan dengan tegang arus 2.28 Volt, waktu pengelasan 2 detik mencapai 390 volt dan 23,6 ampere.
2. Variasi arus (I) dan waktu (dt) berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan.
3. Arus dan waktu sangat berpengaruh terhadap panas yang dihasilkan pada saat proses pengelasan yang mengakibatkan sambungan las semakin kuat. Karena arus dan waktu berbanding lurus dengan waktu, semakin besar arus dan waktu maka kekuatan daya beban dukung tarik akan meningkat.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan beberapa saran disampaikan untuk penelitian yang akan datang :

1. Sebelum melakukan eksperimen hendaknya mempersiapkan segala sesuatunya secara matang mulai dari alat pengelasan sampai tempat melakukan pengujian agar dalam bereksperimen tidak membuang waktu.
2. Dalam melakukan eksperimen material benda kerja pengelasan harus dalam keadaan benar-benar bersih. Dikarenakan dalam pengelasan bisa terjadi kegagalan atau mesin spot welding tidak berfungsi.
3. Lebih mengutamakan keselamatan dalam melakukan eksperimen.
Di karenakan bila memakai tegangan arus listrik yang besar pada benda kerja alumunium akan terjadi panas pada benda kerja meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Batista, M., & Brandi, S. D. (2013). Use of dynamic resistance and dynamic energy to compare two resistance spot welding equipments for automotive industry in zinc coated and uncoated sheets. *American Journal of Engineering Research*, 2(6), 79-93.
- Purwaningrum, Y. (2014). Metode Penurunan Distorsi pada Sambungan Las Plat Tipis Berpenguat dengan Pengembangan Metode Stressed Sheeting Weld.
- Wiryosumarto, H. Toshie. 2004. Teknologi Pengelasan Logam.
- Kenji Chijiwa dan Tata Sudria, Teknik Pengecoran Logam (Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 2000),
- Z. Xu, Z. Li, S. Ji and L. Zhang, "Refill friction stir spot welding of 5083-O aluminum alloy,*Journal of Materials Science and Technology*, vol. 34, pp. 878-885, 2018.
- Setiawan, A., & Wardana, Y. A. Y. (2006). Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490. *Jurnal teknik mesin*, 8(2), 57-63.
- L. H. Van Vlack, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi Ke-5, Jakarta: PT. Erlangga, 1992.
- L. H. Van Vlack, *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*, Edisi Ke-6, Jakarta: PT. Erlangga, 2001.
- G. Jing, Comparative study between resistance spot welding, *Journal of Manufacturing Processes*, Vols. 39,, pp. 93-101, 2019. .
- B. Beumer, *Ilmu Bahan Logam, Jilid II*, cetakan Ke-2, Jakarta: PT. Bhratara, 1994.
- H. D. Penelitian Tentang Pengaruh Waktu dan Penekanan Pengelasan Titik pada Baja Tahan Karat AISI 430 terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan dan Kekuatan Gesernya,*Jurnal Teknik Mesin*, 2004.
- Surdia, T., Saito, S., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-3, Jakarta: PT. Padnya Paramita, 1985.
- Achmad, Hiskia, *Kimia Unsur dan Radio Kimia*, Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2001.

LAMPIRAN

Lampiran.1 Susunan Personalia Penelitian

| No | Nama dan Gelar Akademik | NIDN/NIK/NIM | Fakultas/Prodi | Bidang Keahlian | Tugas | Alokasi waktu (jam/minggu) |
|----|----------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--|----------------------------|
| 1. | Dr.Ir.M.Sobron Yamin Lubis, M.Sc | 0114056705/10311009 | Teknik/Teknik Mesin | Teknik Manufaktur | Melakukan penelitian, dan menganalisis data keausan dan umur pahat, mempersiapkan proposal dan laporan penelitian | 12 |
| 2 | Ir.Sofyan Djamil, M.Si | 0311015701/10398005 | Teknik/Teknik Mesin | Teknologi Material | Melakukan pengamatan dan analisis suhu pada proses pemotongan logam | 8 |
| 3 | Kevin Raynaldo | 515170004 | Teknik/Teknik Mesin | Teknik Mesin | Melakukan pengambilan dan pengumpulan dan temperature dan keausan mata pahat. Penjilidan proposal dan laporan penelitian | 6 |

Lampiran. 2 Draft Artikel Ilmiah

ANALISIS KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PLAT ALUMINIUM AA 5083 PADA PROSES SPOT WELDING

Sobron Lubis, Sofyan Djamil, Rosehan Harley Anugrah, Kevin Raynaldo
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Let.Jen S. Parman No.1 Jakarta 11440, Indonesia
[email: Sobronl@ft.untar.ac.id](mailto:Sobronl@ft.untar.ac.id)

Abstrak

Proses Pengelasan titik (spot welding) merupakan salah satu cara penyambungan logam dengan teknik pengelasan, dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda, dan pada saat yang bersamaan arus listrik dialirkan sehingga permukaan material mencapai temperatur pengelasan sehingga kedua material tersebut menyatu. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik pada sambungan plat aluminium 5083 yang dilakukan proses spot welding. Bahan plat yang disambung adalah aluminium type AA 5083 yang memiliki ketebalan 1 mm. Sebelum pengelasan dilakukan, maka ditentukan terlebih dahulu variasi parameter yaitu arus pengelasan sebesar 1.75 , 2.20 , 2.28 volt dan waktu pengelasan selama 1 , 1.5 detik, 2 detik. Dengan memvariasikan parameter tersebut, pengelasan dilakukan, bentuk sambungan yang terjadi adalah tumpang tindih. Setiap pelat aluminium yang telah tersambung kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan sambungan yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diperoleh pengelasan spot welding terbaik pada pengelasan 2.20 volt dengan waktu pengelasan 1.5 detik dengan nilai kekuatan Tarik sambungan 2.76 N/mm². Hasil yang didapat menunjukkan tidak melebihi batas pengelasan atau tidak tahan panas (berlubang). Pengelasan tertinggi berada pada pengelasan 2.28 volt dengan waktu pengelasan 2 detik mencapai 390 volt dan 23,6 Ampere.

Kata kunci: Spot welding, aluminium AA 5083, kekuatan tarik

Abstract

The spot welding process is a method of joining metal using welding techniques, where two or more metal sheets are clamped between two electrodes, and at the same time an electric current is applied so that the surface of the material reaches the welding temperature so that the two materials are joined. This research was conducted to determine the tensile strength of the 5083 aluminum plate joint which was carried out by the spot welding process. The plate material that is joined is aluminum type AA 5083 which has a thickness of 1 mm. Before welding is carried out, the variation of parameters is determined beforehand, namely the welding current of 1.75, 2.20, 2.28 volts and the welding time of 1, 1.5 seconds, 2 seconds. By varying these parameters, welding is carried out, the shape of the joints that occur is overlapping. Each aluminum plate that has been connected is then subjected to a tensile test to determine the strength of the resulting joint. From the research results obtained the best spot welding at 2.20 volts welding with a welding time of 1.5 seconds with a tensile strength value of 2.76 N / mm² joints. The results obtained show that it does not exceed the limit of welding or is not heat resistant (perforated). The highest level of welding was at 2.28 volts with a welding time of 2 seconds reaching 390 volts and 23.6 Ampere.

Keywords: Spot welding, aluminium AA 5083, tensile strength

1.PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan antara dua logam atau lebih yang menggunakan energi panas. Sesuai dengan perkembangan teknologi pengelasan maka setiap perusahaan manufaktur dituntut untuk meningkatkan mutu dan kualitas produksinya agar dapat bersaing dengan banyak perusahaan. Metode pengelasan yang digunakan saat ini ada bermacam-macam disesuaikan dengan jenis logam yang akan dilas, hasil akhir pengelasan yang diinginkan dan dimensi logam yang akan dilas, salah satu metode pengelasan adalah las titik (*spot welding*).

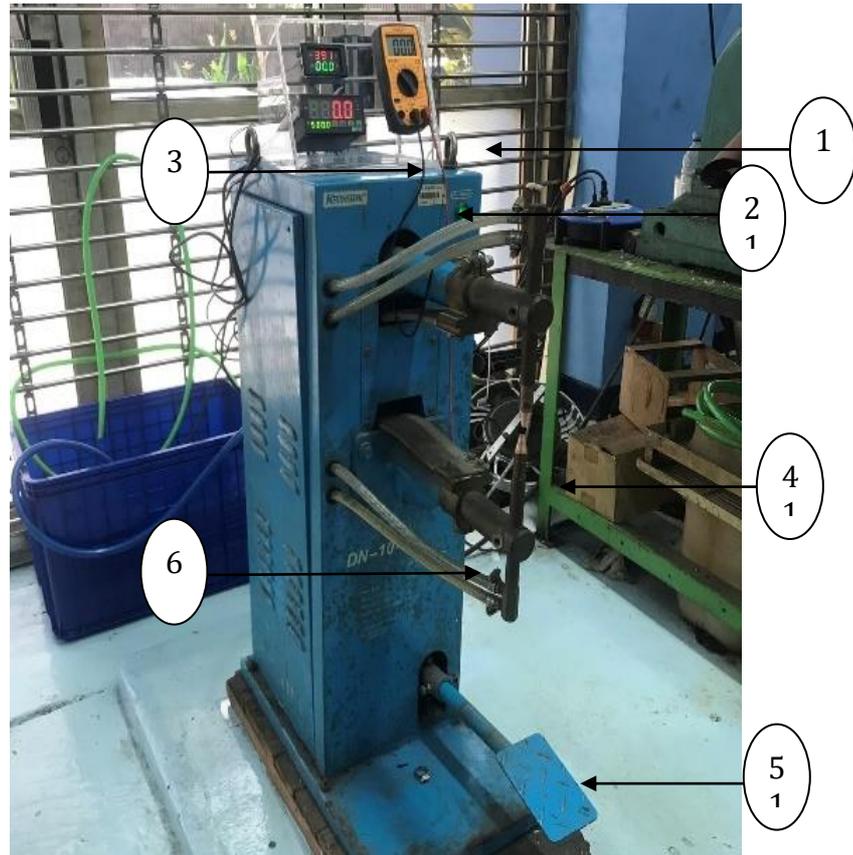
Metode pengelasan *Resistance Spot Welding* (las titik) muncul seiring dengan energi listrik yang semakin mudah dan murah dipergunakan. Teknologi pengelasan tidak hanya digunakan untuk memproduksi suatu alat tetapi pengelasan juga berfungsi sebagai alat untuk melakukan reparasi dari semua peralatan yang terbuat dari logam. Pengelasan titik adalah suatu bentuk pengelasan dimana tahanan suatu las dihasilkan pada suatu titik benda kerja di antara elektroda-elektroda penghantar arus, las dan memiliki luas permukaan yang kurang lebih sama dengan ujung elektroda.

Mengikuti nilai standar internal tergantung pada kriteria kualitas penerimaan dan juga elektroda pengelasan yang di bentuk. Menentukan arus listrik proses untuk mengontrol jumlah panas yang dihasilkan dalam transformasi energi listrik menjadi panas pada material yang akan dilas. Variabel proses utama adalah: tekanan elektroda (gaya), arus listrik, siklus pengelasan (waktu), dan jenis output peralatan listrik. (Batista.,2013).

Pada umumnya alumunium ddigunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan body mobil dan kapal. Alumunium memiliki keunggulan berupa masa jenis yang lebih kecil, sehingga alumunium lebih ringan daripada besi. Sebelum aluminium digunakan pada kapal secara umum harus dilakukan pengujian kekuatan dari sambungan alumunium setelah dilakukan proses pengelasan. Metode pengelasan yang digunakan yaitu, pengelasan titik. Pada saat proses pengelasan berlangsung, seringkali terjadi distorsi pada logam alumunium tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian untuk menganalisis kekuatan Tarik sambungan pada plat aluminium type AA 5083, sehingga diperoleh kekuatan tarik sambungan alumunium yang diharapkan.

2.METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan mesin *spot welding* sebagai mana yang di tunjukkan pada Gambar.2.1

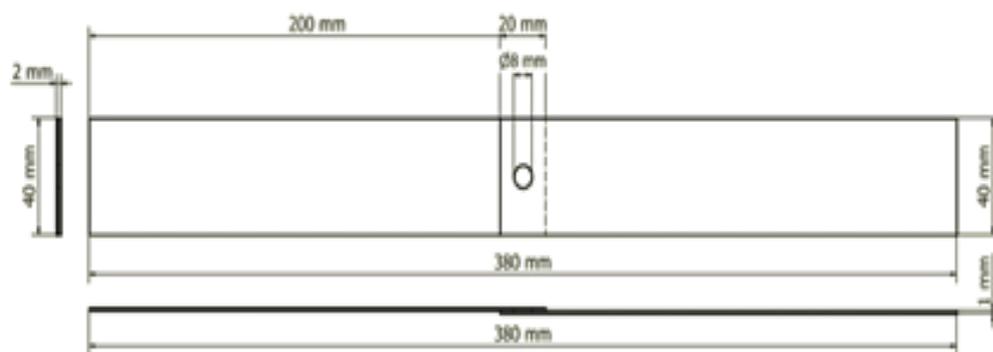


Gambar 2.1 Mesin *Spot Welding*

Keterangan:

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Multi Tester | 4. Elektroda |
| 2. <i>Force Gauge</i> | 5. Tuas Penekan |
| 3. Voltmeter dan Amperemeter | 6. Pipa Sirkulasi Cairan Pendingin |

Bahan yang digunakan adalah aluminium type AA 5083 dengan dimensi sebagai berikut



Gambar 2.2 Dimensi Spesimen Plat Aluminium AA 5083

Karakteristik AA5083 Aluminium:

1. ketahanan korosi yang unggul,
2. Kemampuan las yang baik,
3. Resistensi kelelahan tinggi.

4. Memiliki kekuatan tinggi,
5. Prosesabilitas yang baik
6. Ketahanan korosi yang sangat baik.
7. Spesifikasi besar.

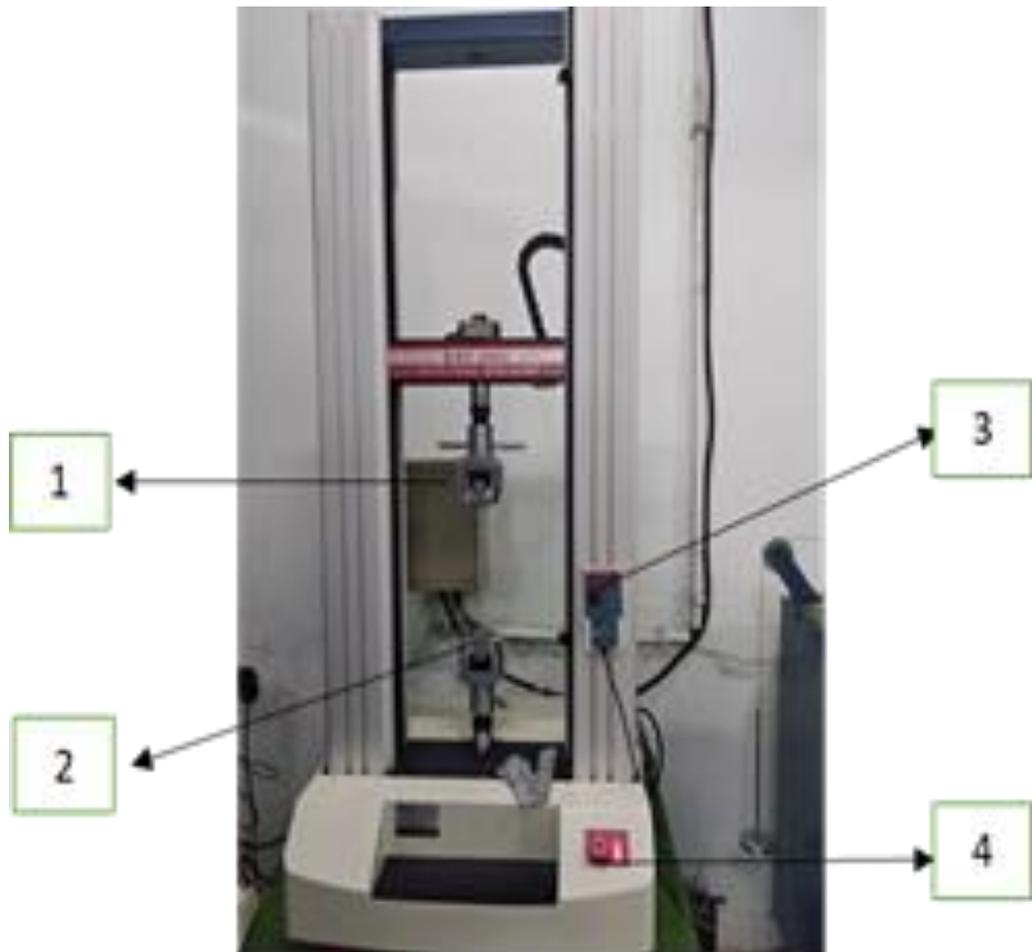
Komposisi kimia paduan aluminium 5083

| Cu | Mg | Mn | Fe | Si | Zn | Ti | Cr | Lain | Al |
|-----|-----------|------------|-----|-----|------|------|-------------|------|------|
| 0,1 | 4.0 ~ 4.9 | 0.40 ~ 1.0 | 0,4 | 0,4 | 0,25 | 0,15 | 0,05 ~ 0,25 | 0,15 | Sisa |

5083 sifat paduan aluminium untuk Sifat Mekanik

| Paduan | Melunakkan | Kekuatan luluh (Rm / Mpa) | Kekuatan tekanan Rm (Mpa) | Perpanjangan (%) (L ₀ = 50 mm) | Tekuk Kinerja (180 °C) | Standar |
|--------|------------|------------------------------|------------------------------|--|---------------------------|----------------------|
| 5083 | HAI | ≥145 | 290 ~ 370 | ≥17 | 1.5t (t≤6) 4t (> 6) | EN14286-2007 |
| 5083 | H111 | 124 ~ 200 | 276 ~ 351 | ≥16 | - | ASME (2010) SB209 |

Benda kerja aluminium yang telah di las titik, selanjutnya dilakukan uji tarik untuk mengamati dan mengukur kekuatan tarik sambungan. Pengujian kekuatan Tarik dilakukan dengan menggunakan alat uji Tarik pada Gambar 2.3.

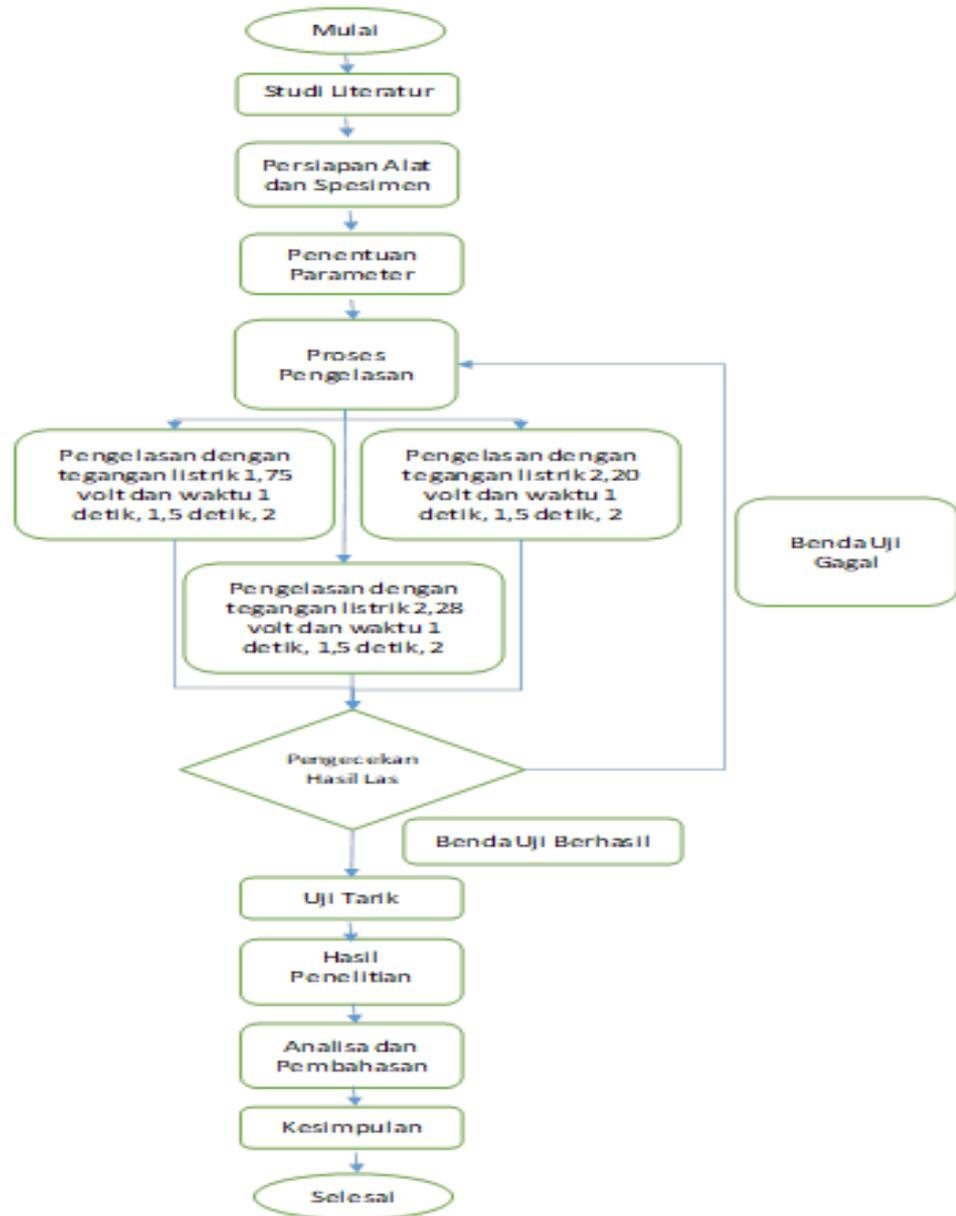


Gambar 2.3. Alat uji Tarik

Keterangan:

1. Rahang penarik
2. Rahang tetap
3. Pengatur Gaya
4. Tombol power / Emergency Stop

Metode Penelitian disampaikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Flowchart* Metode Penelitian

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang dilakukan disampaikan dalam Tabel berikut :

Tabel 3.1 Nilai Tegangan Tarik

| Tegangan Mesin (Volt) | Waktu Pengelasan (Detik) | Tegangan Tarik Maksimum (N) | | | | | Rata-Rata |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1,75 | 1 | 64,6 | 65,56 | 65,15 | 66,21 | 64,6 | 65,22 |
| | 1,5 | 95,6 | 96,15 | 96,1 | 97,15 | 95,95 | 96,19 |
| | 2 | 124,15 | 126,12 | 125,22 | 125,04 | 126,5 | 125,41 |
| 2,2 | 1 | 72,83 | 71,02 | 69,6 | 69,63 | 71,85 | 70,99 |
| | 1,5 | 109,68 | 111,63 | 110,44 | 109,65 | 110,84 | 110,45 |
| | 2 | 151,95 | 151,66 | 152,77 | 153,15 | 152,12 | 152,33 |
| 2,28 | 1 | 146,39 | 146,78 | 147,01 | 148,15 | 147,68 | 147,20 |
| | 1,5 | 239,55 | 241,17 | 240,75 | 240,45 | 241,22 | 240,628 |
| | 2 | 505,46 | 504,7 | 506,8 | 506,92 | 505,87 | 505,95 |

Kekuatan tarik dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{L_0}$$

Dimana:

σ = Kekuatan Tarik

F = Kekuatan Tarik Maksimum

L₀ = Luas Penampang

Jika pengelasan dengan 1,75 volt dan waktu 1 detik :

$$\sigma = \frac{64,6}{40}$$

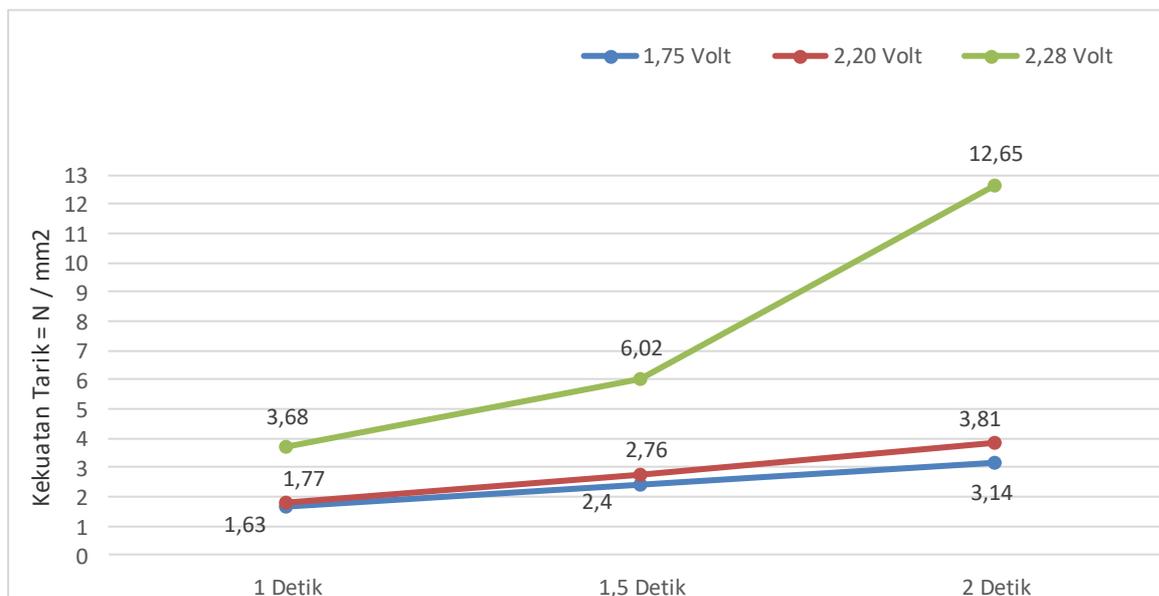
$$\sigma = 1,62 \text{ N/mm}^2$$

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka nilai kekuatan tarik dari sambungan dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

Tabel 3.1 Nilai Kekuatan Tarik

| Tegangan Mesin (Volt) | Waktu Pengelasan (detik) | Kekuatan Tarik (N/mm ²) | | | | | Rata - Rata |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|---|---|---|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

| | | | | | | | |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,75 | 1 | 1,62 | 1,64 | 1,63 | 1,66 | 1,62 | 1,63 |
| | 1,5 | 2,39 | 2,40 | 2,40 | 2,43 | 2,40 | 2,40 |
| | 2 | 3,10 | 3,15 | 3,13 | 3,13 | 3,16 | 3,14 |
| 2,2 | 1 | 1,82 | 1,78 | 1,74 | 1,74 | 1,80 | 1,77 |
| | 1,5 | 2,74 | 2,79 | 2,76 | 2,74 | 2,77 | 2,76 |
| | 2 | 3,80 | 3,79 | 3,82 | 3,83 | 3,80 | 3,81 |
| 2,28 | 1 | 3,66 | 3,67 | 3,68 | 3,70 | 3,69 | 3,68 |
| | 1,5 | 5,99 | 6,03 | 6,02 | 6,01 | 6,03 | 6,02 |
| | 2 | 12,64 | 12,62 | 12,67 | 12,67 | 12,65 | 12,65 |



Grafik 3.1 Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Pada Variasi Voltase

Berdasarkan proses pengelasan yang sudah dilakukan menggunakan benda kerja plat alumunium dengan metode pengelasan spot welding, maka dapat diambil analisa, yaitu :

Pengaruh variasi waktu pada mesin spot welding terhadap kekuatan tarik

Variasi waktu sangat mempengaruhi nilai dari kekuatan tarik yang dihasilkan. Dari hasil percobaan eksperimen benda uji dengan berbagai nilai dari variasi waktu, didapatkan semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka hasil sambungan las yang terjadi akan semakin kuat karena penggunaan waktu yang lebih lama akan menyebabkan panas yang ditimbulkan semakin besar sehingga nugget las yang terbentuk semakin lebar dan mengakibatkan sambungan antar plat menjadi homogen (satu kesatuan) atau semakin kuat melekat.

Pengaruh tegangan arus listrik pada mesin spot welding terhadap kekuatan Tarik

Data yang didapatkan dari benda kerja yang telah dikelompokkan dalam tiga teganga arus listrik antara lain 1,75 volt, 2,20 volt, dan 2,28 volt yang memiliki masing-masing lima benda uji. Secara grafik menunjukkan kekuatan yang terendah terdapat pada arus tegangan listrik 1,75 volt dengan nilai tegangan tarik rata-rata $65,15 \text{ N/mm}^2$ dan yang tertinggi

terdapat pada arus 2,28 volt dengan nilai tegangan tarik rata-rata 505,85 N/mm². Pengaruh tegangan arus listrik terhadap kekuatan tarik dapat dilihat pada data yang telah didapatkan menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai kekuatan tarik, semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar kekuatan tarik yang dihasilkan, ini terjadi karena masukan panas yang dihasilkan arus listrik semakin tinggi sehingga lebih banyak logam yang mencair kemudian tersambung dengan baik. Hal ini diperkuat pada rumus *spot welding* dimana jika nilai arus semakin besar maka panas yang dihasilkan juga akan semakin besar karena fungsi kuadrat arus listrik (I^2) berbanding lurus dengan panas (H), sehingga kenaikan arus listrik dapat menaikkan panas yang cukup berarti.

4.KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut: Pada pengelasan spot welding terbaik berada pada dipengelasan 2.20 volt dengan waktu pengelasan 1.5 detik dengan nilai kekuatan Tarik sambungan 2.76 N/mm². Hasil yang didapat menunjukkan tidak melebihi batas pengelasan atau tidak tahan panas (berlubang). Nilai kekuatan Tarik tertinggi tertinggi berada pada pengelasan 2.28 volt dengan waktu pengelasan 2 detik mencapai 390 volt dan 23,6 Ampere. Variasi arus (I) dan waktu (dt) berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan.

Arus dan waktu sangat berpengaruh terhadap panas yang dihasilkan pada saat proses pengelasan yang mengakibatkan sambungan las semakin kuat. Karena arus dan waktu berbanding lurus dengan waktu, semakin besar arus dan waktu maka kekuatan daya beban dukung tarik akan meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Tarumanagara yang telah membiayai penelitian ini untuk periode II Tahun 2020.

REFERENSI

Batista, M., & Brandi, S. D. (2013). Use of dynamic resistance and dynamic energy to compare two resistance spot welding equipments for automotive industry in zinc coated and uncoated sheets. *American Journal of Engineering Research*, 2(6), 79-93.

Purwaningrum, Y. (2014). Metode Penurunan Distorsi pada Sambungan Las Plat Tipis Berpenguat dengan Pengembangan Metode Stressed Sheeting Weld.

Wirjosumarto, H. Toshie. 2004. Teknologi Pengelasan Logam.

Kenji Chijiwa dan Tata Sudria, Teknik Pengecoran Logam (Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 2000),

Z. Xu, Z. Li, S. Ji and L. Zhang, "Refill friction stir spot welding of 5083-O aluminum alloy," *Journal of Materials Science and Technology*, vol. 34, pp. 878-885, 2018.

Setiawan, A., & Wardana, Y. A. Y. (2006). Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490. *Jurnal teknik mesin*, 8(2), 57-63.

L. H. Van Vlack, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi Ke-5, Jakarta: PT. Erlangga, 1992.

L. H. Van Vlack, *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*, Edisi Ke-6, Jakarta: PT. Erlangga, 2001.

G. Jing, Comparative study between resistance spot welding, *Journal of Manufacturing Processes*, Vols. 39., pp. 93-101, 2019. .

B. Beumer, *Ilmu Bahan Logam, Jilid II*, cetakan Ke-2, Jakarta: PT. Bhratara, 1994.

H. D. Penelitian Tentang Pengaruh Waktu dan Penekanan Pengelasan Titik pada Baja Tahan Karat AISI 430 terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan dan Kekuatan Gesernya, *Jurnal Teknik Mesin*, 2004.

Surdia, T., Saito, S., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-3, Jakarta: PT. Padnya Paramita, 1985.

Achmad, Hiskia, *Kimia Unsur dan Radio Kimia*, Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2001.