

**PENGARUH JENIS ELEKTRODA LAS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK
DAN STRUKTUR MICRO**

***THE EFFECT OF TYPE OF SMAW WELDING ELECTRODE ON MECHANICAL
PROPERTIES AND MICRO STRUCTURE***

Haura Muthia Munawar¹, Iwan Nugraha Gusniar², Rizal Hanafi³

¹Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

e-mail: penulis¹1810631150009@student.unsika.ac.id

Abstrak

Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah sebuah proses penyambung dua komponen atau lebih yang berbahan logam, dan lain-lain, dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan benda kerja yang ingin disambung. Pada proses las kekuatan merupakan faktor yang paling penting untuk melihat aplikasi pembebanan kekuatan dan struktur micro untuk melihat keseragaman logam isi dan logam dasar. Jadi tujuan penelitian ini adalah untuk melihat hasil kekuatan dan struktur micro dengan menggunakan dua jenis diameter elektroda 2, mm dan 3,2mm pada plat baja SS 400. Proses pengelasan dilakukan pada plat baja tebal 6mm menggunakan proses pengelasan SMAW dengan arus pengelasan 95 A, kawat elektroda E6013 dengan posisi 1 G (datar). Kekuatan tarik tertinggi pada elektroda diameter 3,2mm sebesar 530N/mm² karena kuat arus yang digunakan sesuai sehingga menghasilkan sambungan las yang kuat, sedangkan kekuatan tarik terendah pada elektroda diameter 2,6mm sebesar 338N/mm² karena kuat arus yang digunakan terlalu besar sehingga menghasilkan sambungan las yang tidak begitu maksimal kuatnya. Untuk hasil struktur micro yang teramati berupa ferit-bainit di zona lasan atau HAZ, serta ferit-perlit di zona base metal yang masih nampak normal.

Kata kunci: Las SMAW, Baja SS 400, Kekuatan Tarik, Struktur Micro, Elektroda

Abstract

Shield Metal Arc Welding (SMAW) is a process of joining two or more components made of metal, etc., by using an electric arc flame directed to the surface of the workpiece to be joined. In the welding process, strength is the most important factor to see the application of strength loading and microstructure to see the uniformity of the fill metal and base metal. So the purpose of this study was to see the results of strength and microstructure using two types of electrode diameters 2.mm and 3.2mm on SS 400 steel plates. The welding process was carried out on 6mm thick steel plates using the SMAW welding process with a welding current of 95 A, wire E6013 electrode with 1 G position (flat). The highest tensile strength on the 3.2mm diameter electrode is 530N/mm² because the current strength used is appropriate resulting in a strong welding connection, while the lowest tensile strength on the 2.6mm diameter electrode is 338N/mm² because the current strength used is too large resulting in a connection welding that is not so strong maximum. The observed microstructure results are ferrite-bainite in the weld zone or HAZ, as well as ferrite-pearlite in the base metal zone which still appear normal.

Keywords: SMAW Welding, SS 400 Steel, Tensile Strength, Micro Structure, Electrodes.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, berdasarkan definisi dari American Welding Society (AWS) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Secara singkat dapat dijabarkan bahwa proses pengelasan merupakan sambungan dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas, salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil penyambungan logam atau plat baja adalah sifat logam. Kondisi ini sangat bergantung pada perubahan suhu yang terjadi pada saat proses penyambungan, karena menggunakan panas yang mempunyai peran yang sangat sensitive.

Pembangunan kontruksi dengan menggunakan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan proses pengelasan khususnya dibagian bidang rancang bangun, karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan kemampuan yang tinggi bagi pengelasannya agar diperoleh sambungan dengan kualitas yang baik. Pengelasan berdasarkan klasifikasi kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu pengerjaan pengelasan dimana benda yang ingin disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas, metode pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan las busur (las busur listrik) dan gas.

Besarnya aliran listrik yang keluar dari mesin las disebut dengan arus pengelasan, arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda yang digunakan, tebal benda kerja, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan las dan posisi pengelasan. Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las, bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar, sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembuan kurang dalam. Sebaliknya jika arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan, penentuan besarnya arus dan diameter elektroda dalam pengelasan ini mengambil arus 95 A dan diameter elektroda 2,6mm dan 3,2mm. Pengambilan arus 95 A dan diameter elektroda 2,6mm dan 3,2mm dimaksud sebagai pembanding dengan interval arus dan elektroda diatas, untuk mendapatkan sambungan las yang berkualitas perhitungan panas yang masuk pada proses pengelasan merupakan salah satu hal yang harus dikaji dengan seksama.

Untuk mengetahui visualisasi dan sifat mekanik dari setiap besaran diameter elektroda perlu dilakukan penelitian dan pengujian, visualisasi hasil pengelasan diperoleh melalui uji tarik dan sifat mekanik yang paling penting dalam pengelasan adalah sifat ketahanan atau kekuatan sifat uji tarik. Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini mengambil judul "Pengaruh Jenis Elektroda Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Micro."

Berdasarkan pembahasan berikut permasalahan yang akan diangkat adalah bagaimana pengaruh sifat mekanik dan struktur *Micro* pengelasan SMAW sambungan plat baja SS 400 pada arus 95 A terhadap sifat kekuatan uji Tarik.

1.1 Pengertian Mesin Las SMAW

Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah sebuah proses pengelasan yang sumber panasnya diperoleh dari energi listrik sebagai penyambung dua komponen atau lebih yang berbahan logam, dan lain-lain, dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan benda kerja yang ingin disambung. Pada bagian yang terkena

busur listrik tersebut dapat mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik juga mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda kerja yang ingin disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang ingin disambung, kemudian membeku atau mengeras dan tersambunglah kedua benda kerja tersebut

Mesin las Shield Metal Arc Welding (SMAW) yang terlihat pada (Gambar 1) dapat mengalirkan arus listrik yang cukup besar tetapi dengan tegangan yang aman (kurang dari 45 volt), busur listrik yang terjadi dapat menimbulkan energi panas yang cukup tinggi sehingga mudah mencairkan benda kerja yang terkena.



Gambar 1 Mesin Las SMAW
(Sumber: www.autootomotif.blogspot.com)

Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan dengan memperhatikan ukuran dan tipe elektroda yang digunakan pada las busur yang terjadi pelelehan elektroda pada (Gambar 2) sambungan terjadi oleh panas yang ditimbulkan oleh busur listrik yang terjadi antara benda kerja dan elektroda, elektroda atau logam pengisi dipanaskan sampai mencair dan diendapkan pada sambungan sehingga terjadi sambungan las. Kekuatan sambungan yang dihasilkan proses pengelasan sama dengan kekuatan bahan dasar material yang disambung, arus listrik yang cukup tinggi dimanfaatkan untuk menciptakan busur nyala listrik (Arc) sehingga dihasilkan suhu pengelasan yang cukup tinggi mencapai 4000C.



Gambar 2 Pelelehan Elektroda
(Sumber: www.sinta.unud.ac.id)

Ada beberapa contoh elektroda yang dapat digunakan dalam proses pengelasan yang dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1.1.1 Elektroda Polos

Elektroda Polos adalah Elektroda yang tidak menggunakan fluks sehingga hanya berbentuk kawat yang ditarik, dengan demikian elektroda ini tidak dapat mencegah masuknya udara kedalam kawah lasan yang berakibat pada rapuhnya sambungan las. Busur api yang dihasilkan tidak stabil dan terputus-putus penyulutannya pun sukar dilakukan, proses pengelasan banyak menimbulkan percikan, dampak bakar dangkal, dan tidak menghasilkan terak maupun gas. Keuntungan dari penggunaan elektroda polos adalah jalur las dapat diamati dengan jelas dan penyusutan relatif kecil, elektroda polos lebih cocok digunakan untuk mesin las arus searah dengan penggunaan beban yang relatif kecil.

1.1.2 Elektroda Inti

Elektroda Inti adalah kawat yang ditengahnya terdapat inti yang berfungsi sebagai fluks, percikan yang di timbulkan elektroda inti relatif sedikit dibandingkan elektroda polos. Elektroda ini tidak tahan terhadap udara yang lembab, hasil pengelasan mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, tetapi pada daerah lasan mempunyai penyusutan yang lebih besar dari pada elektroda polos.

1.1.3. Elektroda Terbungkus

Elektroda Terbungkus adalah kawat polos yang dibungkus dengan bahan fluks, elektroda dengan lapisan fluks yang tipis biasanya digunakan untuk mesin las arus DC sedangkan lapisan fluks yang tebal digunakan untuk mesin las arus AC. Elektroda terbungkus memiliki sifat yang lebih baik apabila dibandingkan dengan elektroda polos maupun elektroda inti, yakni: mudah disulut, busur nyala listrik yang dihasilkan lebih stabil, dan kawah lasan terlindung fluks dengan baik. Dengan demikian hasil pengelasan menggunakan elektroda terbungkus mempunyai keuletan dan kekuatan yang sangat tinggi, kekurangan dari penggunaan elektroda terbungkus adalah penyusutan yang tinggi pada daerah sambungan las dan kesulitan dalam mengamati jalur sambungan las.

1.2 Prinsip Kerja Mesin Las SMAW

Cara kerja mesin las Shield Metal Arc Welding (SMAW) ketika elektroda didekatkan pada logam akan terjadi busur api listrik yang akan menghasilkan panas, panas inilah yang mencairkan ujung elektroda (kawat las) dan benda kerja secara setempat. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair lalu membeku maka terjadilah logam lasan (weldment) dan terak (slag). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama, adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan diameter elektroda yang digunakan misal kawat las (elektroda) 3,2 mm yang dapat dilihat pada (Tabel 1) maka jarak yang baik antara material dasar dengan kawat las (elektroda) 3,2 mm adalah sekitar 3 mm juga. Untuk arus pengelasan yang dipakai dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 1 Hubungan Diameter Elektroda dengan Kuar Arus Pengelasan

Diameter Kawat Las (mm)	Kuat Arus (Ampere)
1,6	25-45
2	50-75
2,6	65-95
3,2	95-130
4	135-180

Adapun macam proses pengelasan SMAW tenaga listrik yang diperoleh dari mesin menurut jenis arus yang dikeluarkan terbagi menjadi tiga jenis mesin yaitu:

1.2.1 Mesin dengan arus bolak balik (AC)

Mesin Las AC adalah jenis mesin las yang menggunakan transformator (trafo) sebagai sumber nyala pada busur listriknya, secara teknisnya jenis mesin listrik ini menggunakan trafo sebagai medianya. Untuk merubah arus listrik yang diterimanya menjadi arus listrik bolak-balik atau bisa disebut dengan arus AC. Kelebihan dari mesin las arus bolak-balik (AC): harga lebih murah, kabel bisa ditukar, nyala busur listrik kecil. Kekurangannya yaitu: jenis logam terbatas, jenis elektroda terbatas, kurang stabil.

1.2.2 Mesin dengan arus parallel (DC)

Mesin Las DC adalah jenis las listrik yang menggunakan arus parallel untuk menghasilkan daya pada umumnya berasal dari sebuah dinamo motor listrik yang searah, dinamo ini dapat digerakan oleh motor disel, motor listrik, motor bensin, dan lain-lain. Jenis mesin las listrik ini memerlukan suatu alat yang berfungsi untuk merubah arus menjadi parallel yang dapat digunakan sebagai penyearah arus (*rectifier*), rangkaian *rectifier* ini pada umumnya menggunakan diode dalam komponen utamanya dikarenakan diode memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik kesatu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Kelebihannya yaitu: nyala busur listrik stabil, bisa semua jenis elektroda, bisa untuk las tipis. Kekurangannya yaitu: polaritas berbeda-beda.

1.2.3 Mesin dengan Arus Ganda (AC-DC)

Mesin las ganda (AC-DC) adalah mesin las listrik ganda tipe mesin las ini pastinya sudah bisa digunakan dengan dua arus yang berbeda sekaligus, sesuai dengan namanya jadi bisa difungsikan menjadi mesin las arus searah dan mesin las arus bolak-balik. Karena mesin las listrik ganda ini sendiri sudah dilengkapi dengan transformator (trafo) satu frasa dan juga sebuah alat perata dalam satu unit mesin, tentunya membuat mesin ini bekerja dalam dua sistem pada arus bolak-balik mesin ini diambil dari lilitan sekunder. Kelebihannya yaitu: mesin lebih fleksibel bisa dipakai sekaligus, cocok diberbagai bidang

pekerjaan, memiliki kemampuan ganda, multi media, heavy duty. Kekurangannya yaitu: mesin lebih berat, pengaturan lebih banyak.

1.3 Jenis-Jenis Mesin Las

Karena pemakaian atau kapasitas produksi yang berbeda-beda pada setiap industri, maka kebutuhan akan mesin las pun terbagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan kebutuhan tersebut. Dengan terbaginya mesin las menjadi beberapa jenis tentunya fungsi dari masing-masing mesin las tersebut berbeda-beda, berikut jenis-jenis mesin las beserta penjelasannya:

1.3.1 Mesin Las Listrik MMA atau SMAW

Mesin las listrik MMA (Manual Metal Arc) atau SMAW (Shield Metal Arc Welding) adalah jenis mesin las atau trafo las listrik yang paling banyak beredar dan digunakan, karena memang kebutuhan akan pengelesan yang tidak terlalu berat dan sangat umum membuat jenis mesin las listrik pada (Gambar 3) ini sangat disarankan untuk digunakan. Mesin las ini juga memiliki beberapa ukuran tegangan ampere tergantung dari tipe-tipenya sesuai dengan kebutuhan, umumnya ukuran ampere dapat dilihat pada tipe dari mesin las listrik ini.



Gambar 3 Mesin Las Listrik MMA (Manual Metal Arc)

(Sumber: www.megaperkakas.com)

1.3.2 Mesin Las Listrik TIG

Mesin las listrik TIG (Tungsten Inert Gas) yang mana gas dimaksud adalah gas argon, maka mesin las listrik ini dikenal dengan mesin las gas argon atau gas argon. Mesin las atau trafo las TIG ini bisa digunakan pada logam ringan seperti baja ringan, magnesium, aluminium, stainless steel, dan kuningan. Untuk hasil yang baik mesin las TIG ini membutuhkan

kemampuan yang tinggi dalam teknik pengelasan, karena tingkat kesulitan lebih dari mesin las MMA atau SMAW.

Pada dasarnya kebutuhan daya listrik mesin las ini dapat diatur melalui setelan ampere pada mesin las (Gambar 4), karena menggunakan teknologi yang sama yaitu inverter yang dapat menghemat pemakaian listrik. Perbedaan trafo gas las TIG dan trafo las MMA yaitu hanya pada tambahan penggunaan gas argon pada trafo las TIG yang di sambungkan antara tabung dan mesin las dengan selang khusus.



Gambar 4 Mesin Las Listrik TIG (*Tungsten Inert Gas*)

(Sumber: www.megaperkakas.com)

1.3.3 Mesin Las Listrik MIG

Mesin las listrik MIG (Metal Inert Gas) yaitu mesin las yang digunakan untuk pengelasan pada metal atau logam dengan menggunakan gas nyala yang dihasilkan dari busur nyala listrik, jika pada mesin las TIG gas yang digunakan adalah gas argon pada mesin las MIG (Gambar 5) ini gas yang digunakan adalah gas CO₂ atau yang biasa disebut gas karbondioksida.

Mesin las listrik jenis ini sangat baik digunakan pada logam atau besi plat yang tipis mulai dari ketebalan 1mm hingga ketebalan yang sangat tebal, maupun baja atau logam yang tidak bisa dilakukan pengelasan menggunakan mesin las MMA maupun mesin las TIG. Jadi untuk jenis mesin las MIG ini banyak dijumpai pada industri besar seperti pada bodi atau badan kapal, karena pengaplikasiannya sangat cocok untuk alat-alat berat maupun alat konstruksi.

Kelebihan dari pengelasan dengan menggunakan mesin las listrik MIG ini yaitu panasnya tidak melebar saat melakukan proses pengelasan sehingga lebih rapih dan cocok untuk pengelasan pada kendaraan yang tentunya membutuhkan kerapihan pada hasilnya.



Gambar 5 Mesin Las Listrik MIG (Metal Inert Gas)

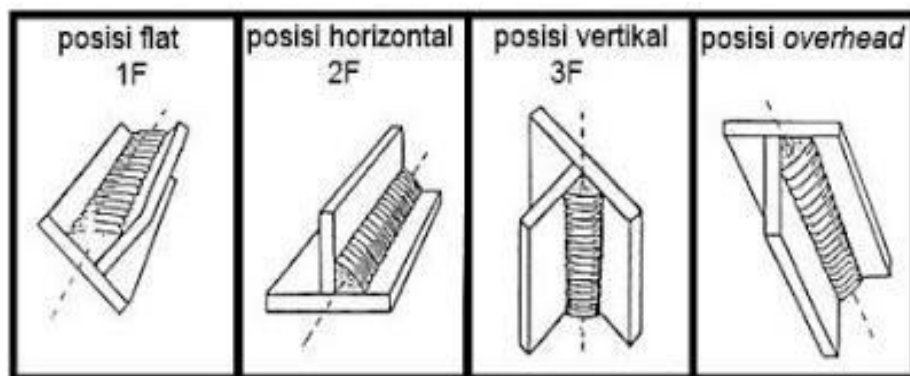
(Sumber: www.megaperkakas.com)

1.4 Posisi Pengelasan SMAW

Sambungan pada material dasar atau logam yang berkaitan dengan pengelasan mempunyai jenis yang bervariasi, jenis-jenis sambungan tersebut tentunya mempunyai maksud dan tujuan tersendiri, hal ini berkaitan juga dengan posisi pengelasan itulah sebabnya kita mengenal berbagai jenis posisi pengelasan. Posisi pengelasan ditentukan oleh kombinasi angka dan huruf, angka mengacu pada posisi sedangkan huruf mengacu pada jenis pengelasan. Huruf F dipakai untuk jenis Fillet, sedangkan huruf G untuk las Groove (alur). Ketika mengacu pada posisi pengelasan plat atau pipa harus ditentukan juga, las Groove digunakan pada sambungan Butt antara plat atau pipa sedangkan las Fillet digunakan pada sambungan T yang hanya berlaku pada plat saja. Untuk plat baja kita mengenal posisi pengelasan 1F, 2F, 3F, dan 4F ada juga 1G, 2G, 3G, dan 4G, sedangkan pada pipa ada 1G, 2G, 5G, dan 6G.

Jenis-jenis sambungan dan posisi pengelasan diatas dapat diaplikasikan untuk pengelasan SMAW, GTAW, GMAW, dan FCAW, untuk lebih jelasnya mengenai posisi pengelasan bisa dilihat pada gambar berikut:

1. Jenis sambungan Tillet (T Joint) ada posisi 1F (datar), 2F, 3F, dan 4F seperti tampak pada gambar dibawah ini:



Gambar 6 Jenis Sambungan Fillet Posisi 1F, 2F, 3F, dan Overhead

(Sumber: www.pengelasan.net/posisi-pengelasan/)

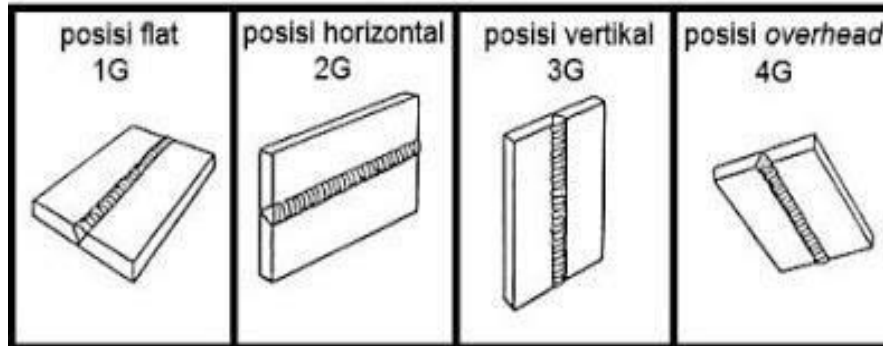
1F = Posisi Pengelasan Datar (Flat Posisi)

2F = Posisi Pengelasan Horizontal (Horizontal Posisi)

3F = Posisi Pengelasan Vertikal (Vertikal Posisi)

4F = Posisi Pengelasan Diatas Kepala (Over Head Posisi)

2. Jenis Sambungan Plat Groove ada posisi 1G (Datar), 2G, 3G, dan 4G



Gambar 7 Jenis Sambungan Groove Posisi 1G, 2G, 3G, dan Overhead
(Sumber: www.pengelasan.net/posisi-pengelasan/)

1G = Posisi Pengelasan Datar (Plat Posisi)

2G = Posisi Pengelasan Horizontal (Horizontal Posisi)

3G = Posisi Pengelasan Vertikal (Vertikal Posisi)

4G = Posisi Pengelasan Diatas Kepala (Overhead Posisi)

Gambar jenis posisi las diatas (Gambar 6 dan Gambar 7) dapat dilakukan untuk semua proses pengelasan, karena terkadang banyak orang yang salah mengerti jika posisi pengelasan terkadang tidak dapat dilakukan untuk beberapa proses las. Jika untuk posisi pengelasan SMAW itu berlaku untuk semua posisi kecuali, proses las SMAW yang hanya digunakan untuk posisi datar saja.

1.4 Pengertian Plat Baja SS 400

Baja SS 400 adalah salah satu spesifikasi baja yang dibuat berdasarkan standart Industri Jepang yaitu JIS G3101 (Rolled Steel for General Structures) SS disini diartikan sebagai "Structural Steel" alias baja kontruksi bukan baja "Stainless Steel" yang artinya baja ss 400 adalah baja karbon rendah tetapi memiliki kekuatan tinggi, baja SS 400 adalah baja umum (Mild Steel) dimana komposisi kimianya hanya karbon (C) 0.22, Manganese (Mn) 0.60-1.40, Silikon (Si) 0.35, Sulfur (S) 0.050 dan Posfor (P) 0.040 yang dipakai untuk aplikasi konstruksi umum (General Purpose Structural Steel) .Misalnya untuk jembatan (Bridge), plat kapal laut, oil tank, dan lain-lain, baja SS 400 yaitu baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17 %C) atau Low C Steel material ini tidak dapat dikeraskan (hardening) atau perlakuan panas (Heat Treatment) melalui proses quench dan temper.

Material ini hanya bisa dikeraskan melalui pengerasan permukaan (Surface Hardening) seperti karburisasi (Carburizing), Nitriding atau Carbonitriding dimana kekerasan permukaan bisa mencapai 10 hingga 20 mikron tergantung parameter prosesnya dan plat baja SS 400 ini memiliki kekuatan tarik sebelum diuji minimal 245 MPa. Dari komposisi kimia (Chemical Composition) unsur-unsur yang terdapat dalam material baja SS 400 tidak menunjukkan ciri khas yang dipunyai material baja tahan karat yang memiliki kadar krom (Cr) dan Nikel (Ni).Perbedaan presentase karbon pada adonan logam baja karbon sebagai satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Baja karbon rendah, baja tersebut lebih kuat tetapi kemampuan regangannya kurang. Komposisi baja karbon rendah Karbon (C) 0,03%, Sulfur (S) 0,05% maks, Manganese (Mn) 0,7%, Fosfor (P) 0,05% maks, Silisium (Si) 0,2%.

2. Baja karbon sedang mengandung Karbon (C) 0,43 ÷ 0,5%, Fosfor (P) 0,05% maks, Mangenese (Mn) 0,06 ÷ 0,09%, Sulfur (S) 0,05% maks, Silikon (Si) 0,15 ÷ 0,3%
3. Baja karbon tinggi mengandung Karbon (C) 0,5% ÷ 0,8%, baja ini memiliki kekuatan tarik, kekerasan, dan ketahanan terhadap korosi lebih tinggi tetapi kemampuan regangnya kurang, tidak mudah dilas, lebih sulit dibentuk dengan mesin.

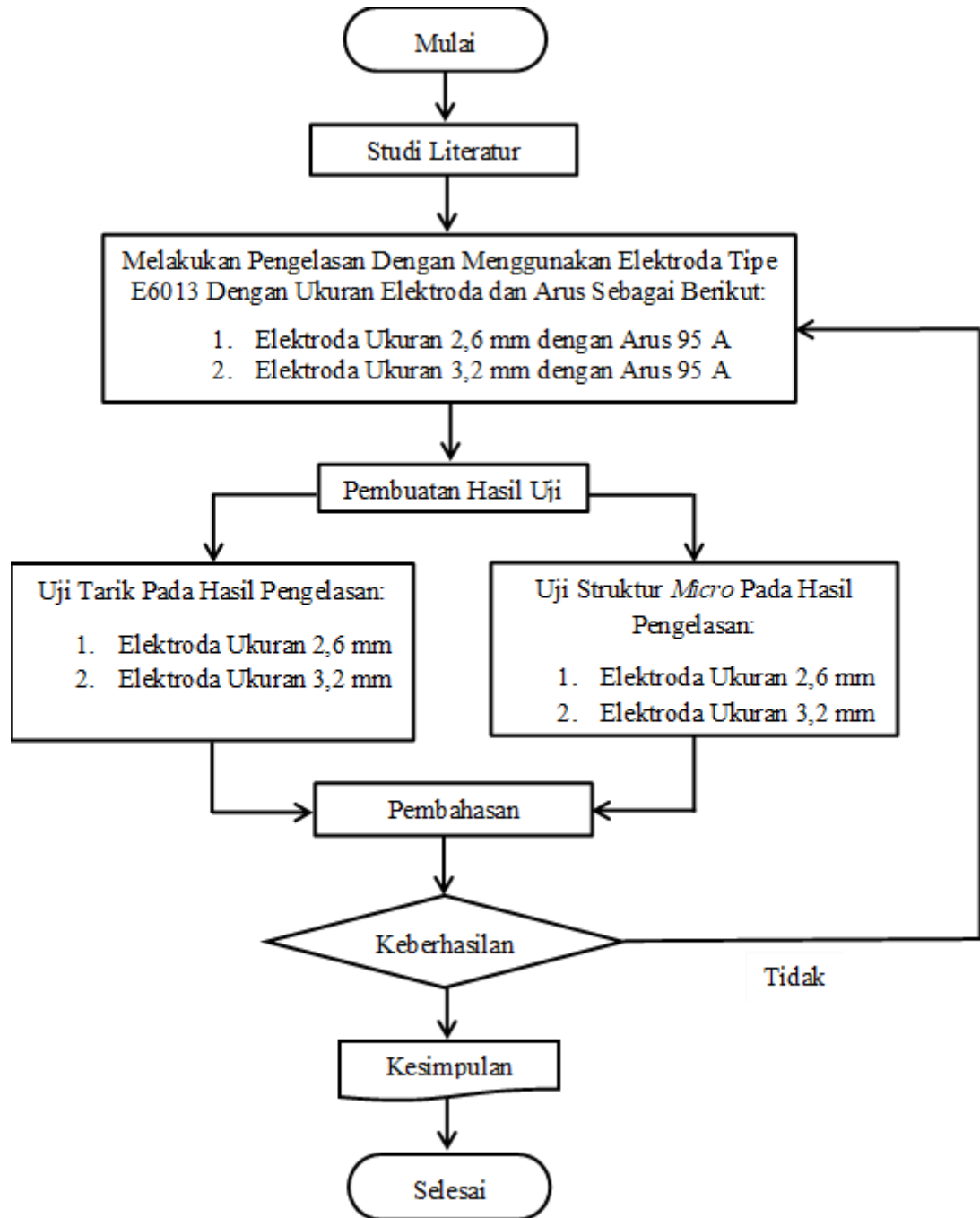
1.5 Proses Uji Tarik

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material benda kerja tersebut, dengan demikian akan dapat diketahui kekuatan atau beban maksimum dari material benda kerja yang akan diproses yang selanjutnya dapat diketahui kekuatan atau beban luluhnya. Berikut langkah-langkah pengujian tarik:

1. Siapkan material benda kerja yang akan diuji, kemudian tempatkan benda kerja pada mesin uji tarik dan jepit kedua ujung bagian benda kerja secara tegak lurus.
2. Siapkan millimeter book pada plotter yang sudah tersedia dalam mesin uji tarik.
3. Penarikan dimulai dari beban nol dengan penambahan beban secara perlahan-lahan dengan merata sehingga tidak terjadi beban kejutan.
4. Selama proses penarikan benda kerja berlangsung berarti terjadi perpanjangan dan pengecilan material benda kerja hingga putus.
5. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada kertas millimeter book yang telah dipasang didalam plotter yang berupa grafik, serta penunjuk beban maksimal pada alat uji tarik.

2 METODE

2.1 Diagram Alir



Gambar 8 Diagram Alir

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

1. Mesin Las SMAW
2. Sarung Tangan Las
3. Topeng Las
4. Elektroda E 6013 (2,6 dan 3,2)
5. Plat Baja SS 400
6. Jangka Sorong
7. Sepidol Putih

8. Mesin Gerinda
9. Amplas 100-2000
10. Mesin Uji Tarik UPM 1000
11. Mesin Struktur Micro

2.3 Tempat Dan Waktu Penelitian

Untuk menyelesaikan penulisan laporan ini, penulis perlu diadakan uji bahan benda kerja yang dilakukan di Laboraturium Testing dan Inspection Department Sinergi Nanotech Indonesia yang beralamatkan Gedung Nanocenter Lt. 4, Jl Raya Serpong Komplek Batan Lama No.A12, Setu, Setu, Tangerang Selatan, pengujian tersebut dilakukan pada tanggal 3 September 2021.

2.4 Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang dipakai pada spesimen penelitian analisa ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang dipakai adalah plat baja SS 400
2. Ketebalan plat baja 6 mm
3. Mesin las yang digunakan adalah mesin las SMAW
4. Jenis elektroda E6013 yang digunakan diameter 2,6 mm dan 3,2 mm
5. Posisi pengelasan adalah 1 G (datar)
6. Bentuk spesimen benda uji tarik mengacu pada standar ASTM D638-02a

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari spesimen plat baja SS 400 sebagai material uji dalam analisa penelitian ini, hasil pengujian tarik pada umumnya adalah keuletan atau kekuatan yang ditunjukkan dengan adanya presentase perpanjangan. Pengujian dengan menggunakan mesin uji tarik UPM 1000, spesimen pengujian terdiri dari uji tarik untuk mengetahui kekuatan pada hasil sambungan las plat baja SS 400 hasil pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) dengan elektroda E6013 diameter 2,6mm dan 3,2mm dengan kekuatan arus 95 ampere.

Dari hasil pengujian tarik pada kelompok variasi diameter elektroda yang sudah diperoleh data hasil uji tarik yang berupa nilai tegangan tarik, pada gambar dibawah ini:

Tabel 2. Pengujian Tarik

Variasi pengelasan Baja SS 400	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Beban Tarik (kN)
Plat Baja 2,6mm	12,51	5,67	185	240,5	24
Plat Baja 3,2mm	14,68	5,65	185	240,5	43

1. Perhitungan uji tarik plat baja 2,6mm

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Awal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= P \times L \\ &= 5,67\text{mm} \times 12,51\text{mm} \\ &= 70,93\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan} &= \text{Beban Tarik} \div \text{Luas Penampang} \\ &= p \div A_0 \\ &= 24\text{kN} \div 70,93\text{mm}^2 \\ &= 338\text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan} &= \text{Panjang Akhir} - \text{Panjang Awal} \div \text{Panjang Awal} \\ &= P_{\text{akhir}} - P_{\text{awal}} \div P_{\text{awal}} \\ &= 240,5\text{mm} - 185\text{mm} = 55,5\text{mm} \\ &= 55,5\text{mm} \div 185\text{mm} = 0,3\text{mm} \\ &= 0,3\text{mm} \times 100 = 30,0\% \end{aligned}$$

2. Perhitungan uji tarik plat baja 3,2mm

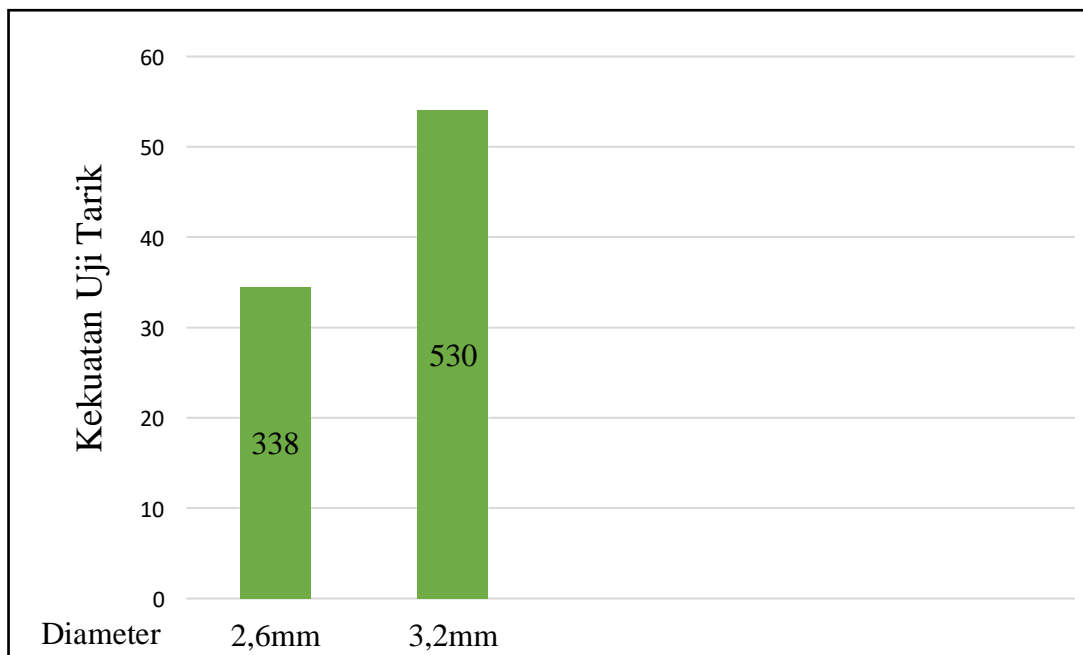
$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Awal} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= P \times L \\ &= 5,65\text{mm} \times 14,68\text{mm} \\ &= 82,94\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan} &= \text{Beban Tarik} \div \text{Luas Penampang} \\ &= p \div A_0 \\ &= 43\text{kN} \div 82,94\text{mm}^2 \\ &= 530\text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan} &= \text{Panjang Akhir} - \text{Panjang Awal} \div \text{Panjang Awal} \\ &= P_{\text{akhir}} - P_{\text{awal}} \div P_{\text{awal}} \\ &= 240,5\text{mm} - 185\text{mm} = 55,5\text{mm} \\ &= 55,5\text{mm} \div 185\text{mm} = 0,3\text{mm} \\ &= 0,3\text{mm} \times 100 = 30,0\% \end{aligned}$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan Uji Tarik

Variasi pengelasan Baja SS 400	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang (mm ²) (P×L)	Panjang awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Beban Tarik (kN)	Kuat Tarik (N/mm ²)	Regangan ε (%)
Plat Baja 2,6mm	12,51	5,67	70,93	185	240,5	24	338	30,0
Plat Baja 3,2mm	14,68	5,65	82,94	185	240,5	43	530	30,0



Gambar 9 Grafik Uji Tarik Terhadap Variasi Diameter Elektroda

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus mendapatkan hasil perhitungan uji tarik yang dapat dilihat pada (Tabel 3), berdasarkan (Tabel 3) dan (Gambar 9) diatas terlihat bahwa kekuatan tarik tertinggi pada proses pengelasan menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2mm dengan arus 95 ampere sebesar 530N/mm² dan kekuatan tarik terendah pada proses pengelasan menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6mm dengan arus 95 ampere sebesar 338N/mm², sedangkan untuk regangan sama-sama menghasilkan nilai sebesar 30%. Untuk beban tarik terbesar terdapat pada elektroda 3,2mm dengan pembebanan maksimal yaitu 43kN dan yang terkecil pada elektroda 2, mm dengan pembebanan maksimal yaitu 24kN.

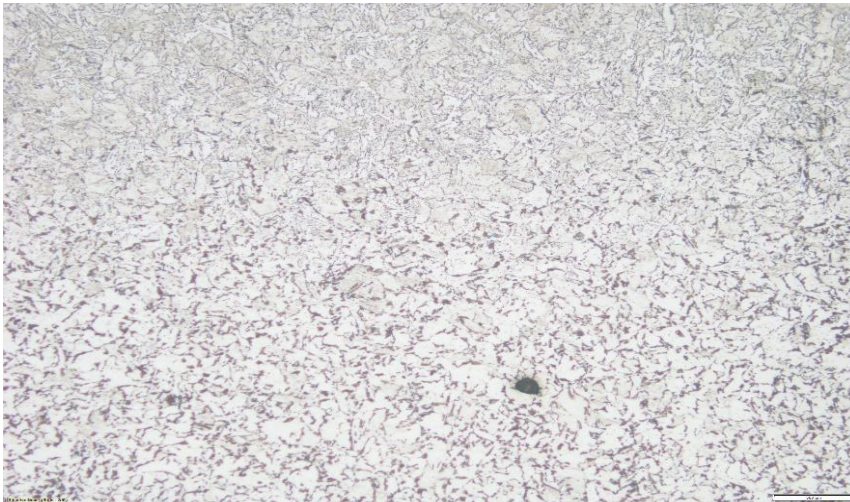
Dalam pengujian tarik menggunakan variasi diameter elektroda terjadi patahan, untuk diameter elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere terjadi patahan diarea sambungan las dan untuk diameter elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere terjadi patahan diarea plat baja mendekati sambungan las. Kenaikan tarik yang didapat pada hasil uji ini disebabkan karena arus yang digunakan untuk mengelas plat baja SS 400 dengan diameter elektroda yang berbeda menghasilkan panas dan hasil yang berbeda, seperti pada diameter elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere menghasilkan sambungan las yang tidak maksimal kuatnya karena arus yang digunakan terlalu besar, dan untuk diameter elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere menghasilkan sambungan las yang maksimal kuatnya karena arus yang digunakan sesuai.

3.2 Hasil Struktur Micro

Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui sifat fisik suatu material atau hasil sambungan las, sifat fisik tersebut terbagi atas daerah logam induk (Base Metal), logam las (Nugget), dan daerah pengaruh panas (Heat Affected Zone). Peralatan yang digunakan untuk memperoleh hasil foto metalografi (struktur micro) tentang hasil sambungan las

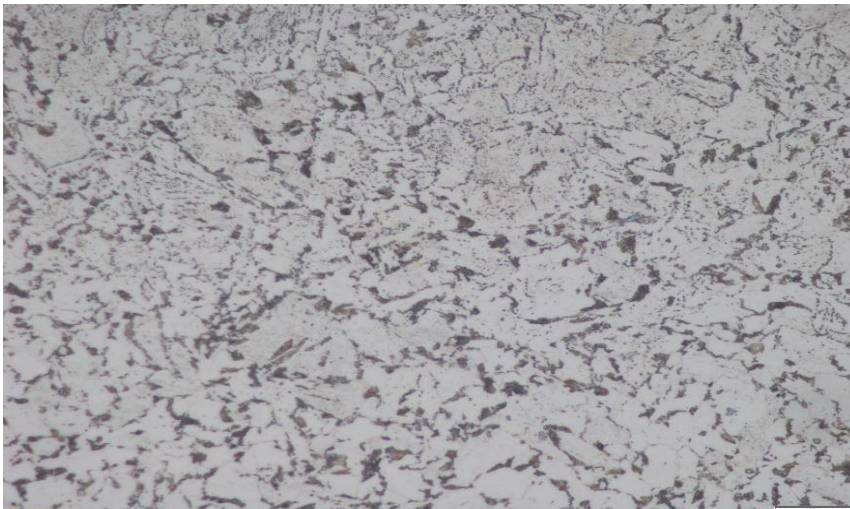
pada material plat baja SS 400 dengan elektroda E6013 diameter 2,6 mm dan 3,2 mm dengan arus 95 ampere.

Bahan yang digunakan adalah plat baja SS 400 dengan tebal 6mm, elektroda yang digunakan jenis E6013 dengan diameter 2,6mm dan 3,2mm, arus yang digunakan adalah 95 ampere, jenis mesin uji metalografi (struktur micro) yang digunakan adalah Olympus. Berikut hasil uji metalografi (foto mikro) sambungan las pada material plat baja SS 400 dengan elektroda 2,6mm dan 3,2mm menggunakan arus 95 ampere yang sudah di uji:



Gambar 10 Struktur Micro 2,6 mm Area HAZ Perbesar 200x Etcha Nital 5%

Untuk hasil pengujian metalografi (struktur micro) pada hasil sambungan las elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere pada (Gambar 10) berupa ferit bainit diarea zona haz (pengaruh panas) dengan perbesaran 200x masih nampak normal.



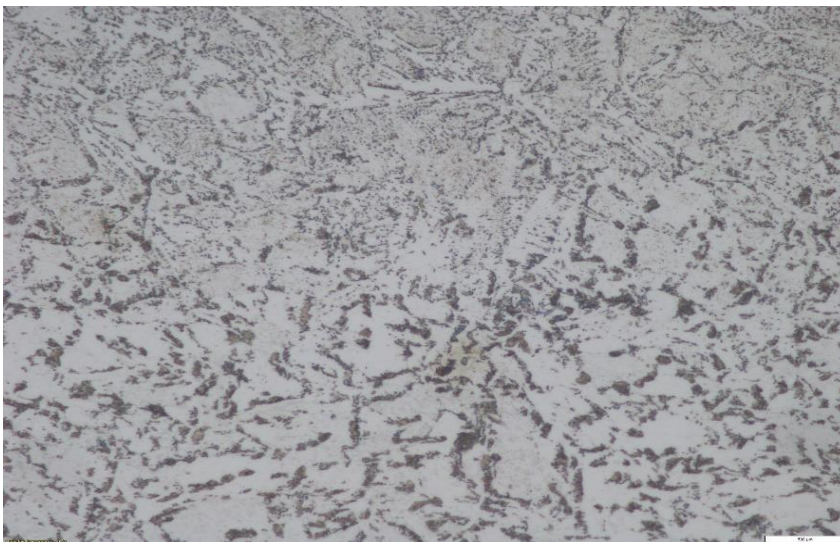
Gambar 11 Struktur Micro 2,6mm Area Base Metal Perbesar 500x Etcha Nital 5%

Untuk hasil pengujian metalografi (struktur micro) pada hasil sambungan las elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere pada (Gambar 11) berupa ferit-perlit diarea zona base metal (logam induk) dengan perbesaran 500x masih nampak normal.



Gambar 12 Struktur Micro 3,2mm Area HAZ Perbesar 200x Etcha Nittal 5%

Untuk hasil pengujian metalografi (struktur micro) pada hasil sambungan las elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere pada (Gambar 12) berupa ferit-bainit diarea zona haz (pengaruh panas) dengan perbesaran 200x masih nampak normal.



Gambar 13 Struktur Micro 3,2mm Area Base Metal Perbesar 500x Etcha Nittal 5%

Untuk hasil pengujian metalografi (struktur micro) pada hasil sambungan las elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere pada (Gambar 13) berupa ferit-perlit diarea zona base metal (logam induk) dengan perbesaran 500x masih nampak normal.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah sebuah proses pengelasan yang sumber panasnya diperoleh dari energi listrik sebagai penyambung dua komponen atau lebih yang berbahan logam, baja, dan lain-lain, dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan benda kerja yang ingin disambung.

Berdasarkan hasil pengujian tarik disimpulkan bahwa hasil kekuatan tarik tertinggi pada proses pengelasan menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2mm dengan arus 95 ampere sebesar 530N/mm² dan kekuatan tarik terendah pada proses pengelasan menggunakan elektroda E6013 diameter 2,6mm dengan arus 95 ampere sebesar 338N/mm², sedangkan untuk regangan sama-sama menghasilkan nilai sebesar 30%. Untuk beban tarik terbesar terdapat pada elektroda 3,2mm dengan pembebanan maksimal yaitu 43kN dan yang terkecil pada elektroda 2,6mm dengan pembebanan maksimal yaitu 24kN.

Hasil patahannya untuk diameter elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere terjadi hasil patahan diarea sambungan las karena arus yang digunakan terlalu besar untuk diameter elektroda 2,6mm sehingga menghasilkan sambungan las yang tidak maksimal dan untuk diameter elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere terjadi hasil patahan diarea plat baja mendekati sambungan las karena arus yang digunakan sesuai dengan diameter elektroda 3,2mm sehingga menghasilkan sambungan las yang maksimal kuatnya.

Untuk hasil pengujian metalografi (struktur micro) untuk diameter elektroda 2,6mm dengan arus 95 ampere yang diperbesar 200x berupa ferit-bainit diarea zona HAZ dan diperbesar 500x berupa ferit-perlit diarea zona Base Metal terlihat yang masih nampak normal, dan untuk diameter elektroda 3,2mm dengan arus 95 ampere yang diperbesar 200x berupa ferit-bainit diarea zona HAZ dan diperbesar 500x berupa ferit-perlit diarea zona Base Metal terlihat yang masih nampak normal.

DAFTAR RUJUKAN

- Afan, Yahya Fadkur dan Yunus. 2018. "Pengaruh Teknik Pengelasan Alur Spiral, Alur Zig-zag Dan Alur Lurus Pada Arus 85 A Terhadap Hasil Struktur Micro Dan Kekuatan Tarik Baja ST 42" dalam Jurnal JPTM Vol 7, Nomor 3 (halaman 65-71). Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Asiri, Muhammad Halim, Husen, Mardin, Badia, Ahad, dan Syafrun, Muhammad. 2020. "Studi Kekuatan Sambungan Las Terhadap Material Baja TRS 500 Menggunakan Variasi Gerakan Elektroda" dalam Jurnal Polimesin Vol 18, Nomor 2 (halaman 82-90). Makasar: Universitas Muslim Indonesia.
- Achmadi. 2020. "Teknik Pengelasan Yang Baik Agar Hasil Maksimal", <https://www.pengelasan.net/teknik-pengelasan/>.
- Brainly. 2020. "Kode Elektroda E 6013, Yang Menyatakan Jenis Posisi Pengelasan Adalah", <https://brainly.co.id/tugas/29741891>.
- Indotara. 2004. "Mengenal Jenis-Jenis Mesin Las", <https://www.indotara.co.id/mengenal-jenis-jenis-mesin-las&id=715.html>.
- Niagamas. 2021. "Jenis Mesin Las Listrik", <https://www.niagamas.com/welding/jenis-mesin-las-listrik/>.

- Nursahid. 2020. "Las SMAW-Komponen Dan Prosedur Pengelasan Yang Baik", <https://www.cnzahid.com/2016/06/teknik-las-smaw-komponen-dan-prosedur.html>.
- Primahidin, Indra. 2019. Pengelasan SMAW Asetilin dan Pengecoran Logam. Cimahi: Guepedia The First On-Publisher in Indonesia.
- Put, Eka Kurniawan. 2013. "Material Teknik Dan Bahan Uji Tarik", <http://ekakurniawanput.blogspot.com/p/uji-tarik.html>.
- Rosyidi, Mohamad Ali. 2021. "Study Kekuatan Mekanik Pada Pengelasan Baja SS 400 Dengan Variasi Elektroda AWS SFA 5.1 L, AWS A5.1 B Dan AWS A.5.1 R". Skripsi. Tegal: Universitas Pancasakti Tegal.
- Syahrani, Awal, Naharuddin, dan Nur, Muhammad. 2018. "Analisa Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Pada Pengelasan SMAW Stainless Steel 312 Dengan Variasi Arus Listrik" dalam Jurnal Mekanikal Vol 9, (halaman 814-822). Palu, Sulawesi Tengah: Universitas Tadulako.