

**ANALISIS PENGARUH AYUNAN ELEKTRODA LAS
TERHADAP UJI KEKERASAN BAJA AISI 1045
PADA AREA HAZ**

PROYEK AKHIR

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Munafaktur Negeri Bangka Belitung



Diketahui oleh

Darius Adhianegara NIM. 1641908

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAMU 2023**

**ANALISIS PENGARUH AYUNAN ELEKTRODA LAS TERHADAP
UJI KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA AREA HAZ**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2022/2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH AYUNAN ELEKTRODA LAS TERHADAP UJI KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA AREA HAZ

Oleh:

Darma Afriliansyah/NIM:1041908

Laporan akhir ini telah dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Tuparjono, S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2



Erwansyah, S.S.T.,M.T

Penguji 1



Yuliyanto, S.S.T.,M.T

Penguji 2



Erwanto, S.S.T.,M.T

ABSTRAK

Pada proses pengelasan, ayunan elektroda sangat berpengaruh pada sifat mekanik hasil las. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui nilai kekerasan pada area HAZ yang dimiliki baja AISI 1045 akibat perbedaan ayunan elektroda pengelasan SMAW. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental, yakni menjabarkan perbandingan spesimen yang diberi perlakuan menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Excel. Material yang dipakai pada penelitian ini adalah baja karbon sedang AISI 1045 yang di las menggunakan las SMAW dengan variasi ayunan elektroda zig-zag, melingkar dan ayunan C dengan posisi 1G. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Ayunan elektroda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan terlihat bahwa material uji dengan pola ayunan melingkar memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pola ayunan zigzag dan C. Hal ini ditunjukkan dengan pengujian uji kekerasan pada area HAZ dimana pola ayunan melingkar mendapatkan rata-rata nilai kekerasan tertinggi sebesar 23,47 HRC. Sedangkan rata-rata nilai kekerasan terendah pada pola ayunan C sebesar 20,46 HRC. Ayunan elektroda memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan. Pola ayunan melingkar memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pola ayunan zigzag dan C.

Kata kunci: Ayunan Elektroda; Area HAZ; Uji kekerasan; Pengelasan SMAW.

ABSTRACT

In the welding process, the swing of the electrode is very influential on the mechanical properties of the weld. The purpose of this study was to determine the hardness value in the HAZ area of AISI 1045 steel due to differences in SMAW welding electrode swing. The method in this study uses experimental research methods, namely describing comparisons of treated specimens using the help of the Microsoft Excel application. The material used in this study was AISI 1045 medium carbon steel which was welded using SMAW welding with variations of zig-zag, circular and C swing electrodes with 1G position. The results of this study prove that the electrode swing has a significant effect on the hardness value. It can be seen that the test material with a circular swing pattern has a higher value than the zigzag and C swing patterns. This is shown by testing the hardness test in the HAZ area where the circular swing pattern gets average. -the highest average hardness value is 23.47 HRC. Meanwhile, the lowest average hardness value is in the C swing pattern of 20.46 HRC. Electrode swing has an influence on the hardness value. The circular swing pattern has a higher value than the zigzag and C swing patterns.

Keywords: Electrode Swing; HAZ Area; Hardness value; SMAW welding.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat serta hidayah-Nya, penulis diberikan kesehatan dalam menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Ayunan Elektroda Las Terhadap Uji Kekerasan Baja AISI 1045 Pada Area HAZ”.

Tujuan penulisan proyek akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Diploma IV Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memudahkan di kemudian hari agar bisa memperbaiki kekurangan.

Dalam penulisan proyek akhir ini, penulis selalu mendapatkan bimbingan, dorongan serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Kedua orang tua, ayahanda Agus dan ibunda tercinta Darna yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan pada penulis.
2. Bapak Tuparjono, S.S.T., M.T, selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan tentang pelaksanaan proyek akhir ini.
3. Bapak Erwansyah, S.S.T., M.T, selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan dukungan semangat dan masukan tentang pelaksanaan proyek akhir ini.
4. Bapak I Made Andika Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Bapak Pristiansyah, S.S.T.,M.Eng selaku Kepala jurusan Teknik Mesin.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr.,M.T selaku Kepala Program Studi Diploma IV Teknik Mesin dan Manufaktur.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staff Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membekali saya ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proyek akhir ini.
8. Segenap keluarga besar kelas A Teknik Mesin dan Manufaktur 2019. Kita adalah sebuah keluarga selama 4 tahun yang akan saya kenang selalu.
9. Sahabat, teman dan orang terdekat dibalik layar yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dan apabila ada yang tidak disebutkan namanya penulis memohon maaf. Dengan besar harapan semoga penulisan proyek akhir ini yang ditulis oleh penulis dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca. Semoga amal dan kebaikan kita semua mendapatkan balasan yang berlimpah dari tuhan yang mahasa Esa, Amiin.

Sungailiat, 12 Januari 2023

Penulis

Darma Afriliansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II	4
LANDASAN TEORI	4
2.1 Peneitian Terdahulu.....	4
2.2 Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding).....	5
2.3 Ayunan Elektroda.....	6
2.4 Elektroda Las Busur Listrik SMAW	8
2.5 Baja AISI 1045	8
2.6 Heat Affected Zone (HAZ)	9
2.7 Uji Kekerasan (Hardness Tester).....	10
BAB III	13
METODE PELAKSANAAN	13
3.1 Diagram Alir	13

3.2	Study Literatur	14
3.3	Rancangan Eksperimen	14
3.4	Persiapan Material dan Alat	15
3.5	Proses pengelasan.....	15
3.6	Evaluasi.....	16
3.7	Uji Kekerasan	16
3.8	Analisis Data	17
3.9	Kesimpulan.....	17
BAB IV	.....	18
PEMBAHASAN	.....	18
4.1	Study Literatur	18
4.2	Rancangan Eksperimen.....	19
4.3	Persiapan Material dan Alat	20
4.4	Proses Pengelasan	20
4.4.1	Proses Pengelasan Pola Ayunan melingkar.....	21
4.4.2	Proses Pengelasan Pola Ayunan Zigzag.....	22
4.4.3	Proses Pengelasan Pola Ayunan C	23
4.5	Uji kekerasan.....	24
4.5.1	Data uji kekerasan pengelasan pola ayunan Zigzag	25
4.5.2	Data uji kekerasan pengelasan pola ayunan C.....	26
4.5.3	Data uji kekerasan pengelasan pola Ayunan Melingkar.....	27
4.6	Analisis Uji kekerasan.....	28
BAB V	.....	31
KESIMPULAN	.....	31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Unsur pada baja AISI 1045.....	8
2.2 Standar Kekerasan Metode Pengujian Rockwell.....	12
3.1 Rancangan Eksperimen.....	15
4.1 Persiapan Material dan Alat.....	20
4.2 Komparase Penelitian	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Busur Listrik SMAW.....	6
2. 2 Betuk Gerakan Elektroda.....	7
2. 3 Alat Uji Kekerasan Rockwell Tipe Cone.....	11
3. 1 Diagram Alir Tahap Proses Penelitian.....	13
3. 2 Skematik pengujian kekerasan.....	16
4. 1 Skematik dalam Proses Pengelasan	20
4. 2 Hasil Pengelasan Pola Ayunan Melingkar.....	21
4. 3 Hasil Pengelasan Pola Ayunan Zigzag	22
4. 4 Hasil Pengelasan Pola Ayunan C.....	23
4. 5 Proses Pengujian Kekerasan	24
4. 6 Skematik Pengujian Kekerasan	25
4. 7 Hasil Uji Kekerasan Pola Ayunan Zigzag	26
4. 8 Hasil Uji Kekerasan Pola Ayunan C.....	27
4. 9 Hasil Uji Kekerasan Pola Ayunan Melingkar.....	28
4. 10 Hasil rata-rata pengujian kekerasan area HAZ pada bagian kiri dan kanan	29
4. 11 Hasil rata-rata pengujian kekerasan area HAZ pada titik(1,2,3) dan titik (4,5,6) ...	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup.

Lampiran 2 : Sertifikat Baja.

Lampiran 3 : Persiapan Percobaan dan proses Percobaan.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi saat ini melihat peningkatan kemajuan teknologi, khususnya dalam konstruksi logam. Teknologi penyambungan logam, khususnya teknologi pengelasan, diperlukan untuk menghasilkan konstruksi yang berkualitas tinggi. las digunakan untuk menyambung, menambal lubang, dan menambah ketebalan permukaan. Las busur logam terlindung, juga dikenal sebagai SMAW adalah jenis pengelasan yang sering digunakan di sektor konstruksi. Karena lebih efisien, lebih mudah dioperasikan, cocok untuk semua posisi pengelasan, dan lebih praktis digunakan, maka metode SMAW saat ini banyak digunakan. Selama proses pengelasan, adanya energi panas yang diserap oleh logam mengakibatkan terjadinya transisi dari struktur mikro menjadi pemuaihan dan struktur mikro. Sifat mekanik logam dipengaruhi oleh perubahan struktur mikro ini. Kekuatan, daya tahan, keuletan, dan kekerasan adalah contoh dari sifat mekanik ini [1].

Baja karbon AISI 1045 adalah jenis baja yang tergolong dalam baja paduan karbon sedang yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mesin seperti poros, gear, dan batang penghubung piston pada kendaraan bermotor. Baja karbon sedang merupakan salah satu material yang banyak di produksi dan digunakan untuk membuat alat-alat atau bagian- bagian mesin, karna baja karbon sedang memiliki sifat yang dapat dimodifikasi, sedikit ulet dan tangguh [2].

Heat Affected Zone (HAZ) adalah area pada logam yang mengalami perubahan sifat yang disebabkan oleh paparan panas dengan temperatur yang sangat tinggi selama proses pengelasan. Area HAZ pada pengelasan terletak diantara area pengelasan dan area logam induk yang tidak terpapar panas. Selama proses pengelasan, logam akan menyerap dan menyalurkan panas pada area disekitar logam yang sedang dilakukan pengelasan. Akibat pengaruh panas tersebut akan terbentuk sebuah zona atau area yang berada diantara logam cair (logam

pengelasan) dan logam dasar. Pada area tersebut, logam tidak meleleh tetapi akibat paparan panas pada logam menyebabkan terjadinya perubahan sifat dan struktur mikro logam. Perubahan sifat dan struktur tersebut dapat mengurangi kekuatan pada logam dimana area terlemah dari suatu pengelasan berada pada area yang terpengaruh oleh panas atau HAZ[3]. Daerah logam dasar yang terkena panas tetapi tidak meleleh dikenal sebagai zona HAZ. Terdapat daerah berbutir halus dan berbutir kasar di wilayah HAZ sebagai akibat dari siklus pemanasan dan pendinginan yang cepat di wilayah tersebut. Ini disebut transformasi parsial ketika daerah HAZ mencapai daerah ferit dan austenit. Artinya, struktur baja yang semula terbuat dari ferit dan perlit, menjadi terbuat dari ferit dan austenit.

Pergerakan atau ayunan elektroda las juga dapat mempengaruhi karakteristik hasil lasan, pada sisi lain bentuk gerakan elektroda untuk pengelasan sering menjadi pilihan pribadi dari tukang las itu sendiri tanpa memperhatikan kekuatan lasnya. Oleh sebab itu penguji ingin mengetahui kekuatan gerakan elektroda melingkar, zig-zag dan C, yang menghasilkan sifat mekanik yang paling baik[4]. Hal ini sangat erat hubungannya dengan beberapa sifat mekanik seperti ketangguhan, cacat las, retak dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan konstruksi yang dilas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh ayunan elektroda pengelasan terhadap sifat kekerasan baja karbon sedang (AISI 1045) pada area HAZ ?

1.3 Batasan Masalah

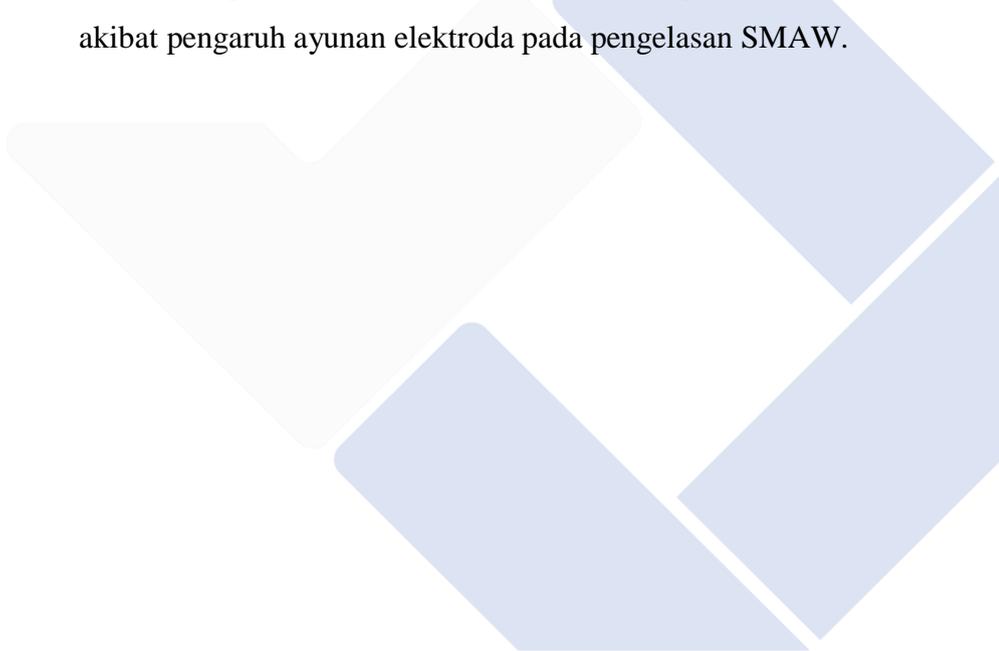
Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Gerakan pola ayunan pengelasan yang digunakan adalah pola C, pola melingkar, pola zig-zag.
2. Pengujian hasil lasan dilakukan dengan cara uji kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai kekerasan material baja AISI 1045 di area HAZ akibat pengaruh ayunan elektroda pada pengelasan SMAW.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda dalam proses pengelasan terhadap perubahan sifat kekerasan yang terjadi pada baja JIS SSC 41. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen faktorial, dimana terdapat dua faktor yaitu posisi pengelasan dan gerakan elektroda. Pada posisi pengelasan ada tiga posisi yaitu posisi datar, vertikal dan atas kepala. Pada gerakan elektroda ada tiga gerakan yaitu gerakan pola melingkar, pola zig-zag dan pola C. Berdasarkan hasil penelitian, posisi pengelasan dan gerakan elektroda yang digunakan mempunyai pengaruh nyata terhadap nilai kekerasan, nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata 513,891 Kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan Vickers terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zig-zag.[5]

Penelitian uji kekerasan dari hasil baja SCC41 Pada daerah Haz dengan Variasi Posisi Pengelasan dan Gerakan Elektroda ini adalah hasil survey beberapa jurnal dan survey lapangan dari hasil karakteristik didapat bahwa Posisi pengelasan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas (HAZ), dimana posisi pengelasan atas kepala memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi pengelasan datar dan posisi vertikal.. Nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata 513,891 Kg/mm² terdapat pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan Vickers terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terdapat pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zigzag.[6]

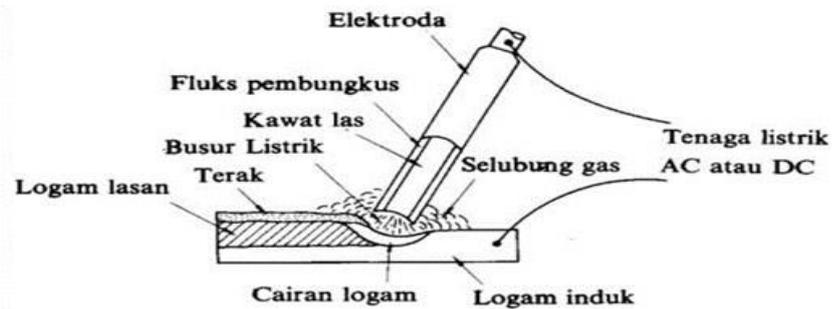
Penelitian ini membahas tentang pergerakan elektroda pada proses pengelasan kekuatan lentur dan sifat kekerasan yang terjadi pada ST 37. Metode yang digunakan adalah percobaan faktorial, dimana terdapat satu faktor yaitu pergerakan

elektroda. Ada disana gerakan elektroda yang lurus, zig-zag dan pola U. Berdasarkan hasil dari penelitian, gerakan elektroda yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lentur dan Nilai kekerasan didapatkan pada gerakan zig-zag, dengan kekuatan tekuk sebesar 879,05 N/mm² dan nilai kekerasan las adalah 70,3 kg/mm², HAZ (Heated Affected Zone) adalah 73 kg/mm², basis logam sebesar 70,6 kg/mm² sedangkan nilai kuat lentur dan kekerasan terendah terdapat pada bagian lurus gerak, dengan kekuatan lentur 663,21 N/mm² dan nilai kekerasan las 65 kg/mm², HAZ sebesar 71,2 kg/mm², logam dasar sebesar 63,6 kg/mm² Pada pengelasan baja ST 37 mendapatkan hasil yang tertinggi. Nilai bending dan hardness strength sebaiknya menggunakan gerakan elektroda zig-zag. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan pergerakan elektroda akan mempengaruhi nilai bending kekuatan dan nilai kekerasan baja ST 37.[7]

2.2 Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) juga dikenal dengan istilah *Manual Metal Arc Welding* (MMAW) atau las elektroda terbungkus adalah proses penyambungan dua atau lebih potongan logam menjadi satu sambungan yang kuat dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambahan/pengisi berupa elektroda terbungkus[8]. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus dengan pelindung berupa *fluks*. Selama proses pengelasan bahan *fluks* yang digunakan untuk menutupi elektroda meleleh dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul pada sambungan dan bertindak sebagai antioksidan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan adalah proses pengelasan, metode struktur las sesuai dengan proyek dan spesifikasinya, menentukan semua elemen yang diperlukan untuk kegiatan tersebut. Proses manufaktur las adalah proses manufaktur, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pemasangan, persiapan pemasangan termasuk pemilihan mesin las, pemilihan elektroda, jenis kampuh yang digunakan[9]. Proses pengelasan SMAW dapat ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Busur listrik SMAW (Sonawan, 2004)

2.3 Ayunan Elektroda

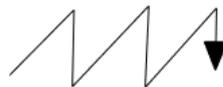
Ayunan elektroda adalah gerakan ke bawah sepanjang sumbu elektroda. Pergerakan elektroda atau ayunan elektroda selama pengelasan logam dilakukan untuk membuat rigi-rigi las yang baik serta memperdalam penembusan busur nyala[10]. Ada banyak cara untuk menggerakkan atau mengayunkan elektroda, beberapa pola ayunan adalah pola zigzag, pola melingkar, dan pola C[11]. Titik-titik di ujung ayunan menunjukkan bahwa gerakan pengelasan berhenti sementara di area tersebut untuk memungkinkan cairan las mengisi celah sambungan[12]. Tujuan dari gerakan elektroda las ini adalah untuk mencapai hasil logam las pada permukaan yang rata dan halus, menghindari terjadi takikan dan pencampuran terak. Dalam hal ini, penting untuk menjaga agar sudut elektroda dan kecepatan pergerakan elektroda tidak berubah[13].

Cara pergerakan elektroda ada banyak sekali, tetapi tujuannya adalah sama yaitu mendapatkan deposit logam las dengan permukaan yang rata dan halus dan menghindari terjadinya takikan dan pencampuran terak[13]. Pada penelitian ini diambil 3 bentuk gerakan elektroda dari beberapa bentuk gerakan yang ada, diantaranya :

Gerakan Elektroda Pola Melingkar



Gerakan Elektroda Pola Zig-Zag



Gerakan Elektroda Pola C



Gambar 2.2 Bentuk gerakan elektroda
(Sumber : Wiryosumarto, 2004, hal : 222)

Pola zig-zag merupakan gerakan elektroda yang menyerupai gerakan untuk menjahit dan memperluas area penyambungan/ pengelasan. Fungsi dari gerakan ini dimaksudkan untuk memastikan dua atau lebih material yang dilas dapat tersambung dengan baik[4]. Pola melingkar merupakan gerakan elektroda yang dilakukan secara kontinyu yang mana dalam pengelasan dimaksudkan untuk meratakan logam lasan pada proses pengelasan Semua gerakan ayunan diatas diperlukan untuk mengatur lebar jalur las yang dikehendaki. Lebih detilnya lagi pada ayunan tersebut, gerakan ayunan keatas menghasilkan alur las yang kecil, sedangkan ayunan kebawah menghasilkan jalur las yang lebar[11].

Penembusan las pada ayunan keatas lebih dangkal daripada ayunan kebawah. Pergerakan atau ayunan elektroda las juga dapat mempengaruhi karakteristik hasil lasan, pada sisi lain bentuk gerakan elektroda untuk pengelasan sering menjadi pilihan pribadi dari tukang las itu sendiri tanpa memperhatikan kekuatan lasnya[5]. Oleh sebab itu penguji ingin mengetahui kekuatan gerakan elektroda melingkar dan zig-zag, yang menghasilkan sifat mekanik yang paling baik. Hal ini sangat erat hubungannya dengan beberapa sifat mekanik seperti ketangguhan, cacat las, retak

dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan konstruksi yang di las.

2.4 Elektroda Las Busur Listrik SMAW

Elektroda adalah bahan pengisi (filler) atau bahan pembentuk endapan logam las yang mengisi celah sambungan. Material elektroda terdiri dari kawat inti dan pelapis[14]. Elektroda E7016 adalah kawat las menurut standar AWS SFA 5.1:E 7016 kawat las tujuan umum untuk industri konstruksi, perbaikan dan pemeliharaan. Sambungan las halus dan bersih, penetrasi dalam tanpa undercut, baik untuk pengelasan celah. Kawat las memiliki ketahanan api yang sangat baik, berorientasi dan stabil, sehingga cocok untuk pengelasan akar dan pengelasan semua posisi[15].

Elektroda E7018 adalah elektroda baja karbon rendah dengan serbuk besi dan lapisan hidrogen rendah yang dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan[16]. Karakteristiknya adalah fluks pelapis mengandung serbuk besi, dan koefisien pengendapan las relatif besar, yang dapat mengurangi jumlah las.

2.5 Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon kelas menengah. AISI sendiri merupakan standarisasi baja American Iron and Steel Institute dengan kode 1045, dimana dari angka 1045 menunjukkan bahwa 45 adalah kandungan atau kadar karbon pada baja tersebut yaitu 0,45% sedangkan angka 10 menunjukkan plain karbon. Sifat mekanik dari baja AISI 1045 sangat baik dimana baja jenis ini memiliki karakter sifat mekanik yang mampu las, mesin, serta tingkat kekerasan dan ketahanan aus yang baik[17]. Pengaplikasian baja AISI 1045 biasanya digunakan untuk pembuatan komponen pada mesin.

Unsur pada baja AISI 1045 dapat ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Unsur pada baja AISI 1045

Unsur	%	Sifat mekanis lainnya
Karbon	0,42 – 0,50	<i>Tensile strength</i>

Mangan	0,60 – 0,90	<i>Yield strength</i>
Fosfor	Maksimum 0,035	<i>Elongation</i>
Sulfur	Maksimum 0,040	<i>Reduction in area</i>
Silicon	0,15 – 0,40	<i>Hardness</i>

Sumber : Standart ASTM A 827-85

2.6 Heat Affected Zone (HAZ)

Heat Affected Zone (HAZ) adalah area pada logam yang mengalami perubahan sifat yang disebabkan oleh paparan panas dengan temperatur yang sangat tinggi selama proses pengelasan. Area HAZ pada pengelasan terletak diantara area pengelasan dan area logam induk yang tidak terpapar panas. Selama proses pengelasan, logam akan menyerap dan menyalurkan panas pada area disekitar logam yang sedang dilakukan pengelasan. Akibat pengaruh panas tersebut akan terbentuk sebuah zona atau area yang berada diantara logam cair (logam pengelasan) dan logam dasar[3]. Pada area tersebut, logam tidak meleleh tetapi akibat paparan panas pada logam menyebabkan terjadinya perubahan sifat dan struktur mikro logam. Perubahan sifat dan struktur tersebut dapat mengurangi kekuatan pada logam dimana area terlemah dari suatu pengelasan berada pada area yang terpengaruh oleh panas atau HAZ[6]. Daerah logam dasar yang terkena panas tetapi tidak meleleh dikenal sebagai zona HAZ. Terdapat daerah berbutir halus dan berbutir kasar di wilayah HAZ sebagai akibat dari siklus pemanasan dan pendinginan yang cepat di wilayah tersebut. Ini disebut transformasi parsial ketika daerah HAZ mencapai daerah ferit dan austenit. Artinya, struktur baja yang semula terbuat dari ferit dan perlit, menjadi terbuat dari ferit dan austenit.

Sederhananya, difusi termal logam adalah ukuran seberapa cepat panas akan mengalir melalui tubuhnya. Logam dapat dengan cepat mentransfer panas jika memiliki difusivitas termal yang tinggi. Inilah yang menghasilkan HAZ yang lebih sempit dan pendinginan yang lebih cepat[18]. Di sisi lain, logam dengan difusivitas termal rendah akan menahan panas di dalam untuk jangka waktu yang lebih lama, memperluas HAZ. Banyak faktor tambahan juga berperan dalam pengembangan

HAZ. Ketebalan material, durasi paparan panas, dan jumlah panas yang dihasilkan mempengaruhi lebar zona. Lembaran logam tipis memanaskan lebih cepat, menghasilkan area yang terkena panas lebih besar. Perubahan struktural logam akibat zona yang terkena panas melemahkan bagian di area ini. Sifat mekanik logam terpengaruh, termasuk ketahanan terhadap kelelahan, distorsi, dan retak permukaan. Oleh karena itu, memahami efek HAZ sangatlah penting.

2.7 Uji Kekerasan (Hardness Tester)

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan)[19].

Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas[19].

Pengujian kekerasan dengan sistem Rockwell paling banyak digunakan dibengkel bengkel permesinan industri, karena prosesnya mudah dan nilai kekerasan benda uji dengan cepat diketahui tidak perlu mikroskop untuk mengukur jejak dan tidak merusak. Pengujian kekerasan metode Rockwell menggunakan indenter berupa prisma intan. Rockwell Cone adalah pengujian kekerasan dengan sistem Rockwell yang menggunakan indenter prisma bersudut intan 120° . Pada

bagian ujung prisma dibulatkan dengan jari-jari 0,2mm. Indentor prisma intan sering disebut juga sebagai Brale dan digunakan untuk benda uji yang relative keras.

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bekerja dengan cara menekan permukaan objek pengujian dengan suatu indentor. Indentor yang ditekan ke objek itu akan menerapkan beban pendahuluan (beban minor), lalu ditambah dengan beban utama (beban mayor), kemudian beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan. Beban minor ini biasanya memiliki beban sebesar 10 kgf sedangkan beban utama memiliki beban sebesar 50 kgf, 90 kgf, atau 140 kgf[14]. Alat pengujian kekerasan *Rockwell* tipe *Cone* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alat uji kekerasan tipe *Rockwell Cone*

Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* ini diatur berdasarkan standar DIN 50103. Adapun standar kekerasan metode pengujian *Rockwell* ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Standar kekerasan metode pengujian *Rockwell*

Skala	Penekan	Beban			Skala Kekerasan	Warna Angka
		Awal	Utama	Jumlah		
A	Kerucut intan 120°	10	50	60	100	Hitam
B	Bola baja 1,558 mm (1/16")	10	90	100	130	Merah
C	Kerucut intan 120°	10	140	150	100	Hitam
D	Kerucut intan 120°	10	90	100	100	Hitam
E	Bola baja 3,175 mm (1/8")	10	90	100	130	Merah
F	Bola baja 1,558 mm	10	50	60	130	Merah
G	Bola baja 1,558 mm	10	140	150	130	Merah
H	Bola baja 3,175 mm	10	50	60	130	Merah
K	Bola baja 3,175 mm	10	140	150	130	Merah
L	Bola baja 6,35 mm (1/4")	10	50	60	130	Merah
M	Bola baja 6,35 mm	10	90	100	130	Merah
P	Bola baja 6,35 mm	10	140	150	130	Merah
R	Bola baja 12,7 mm (1/2")	10	50	60	130	Merah
S	Bola baja 12,7 mm	10	90	100	130	Merah
V	Bola baja 12,7 mm	10	140	150	130	Merah

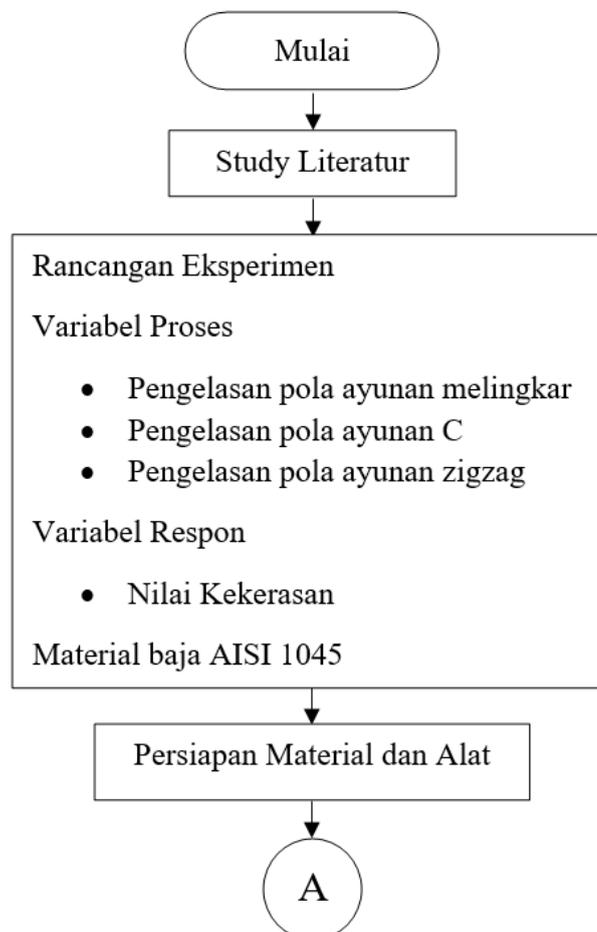
Sumber : standar DIN 50103

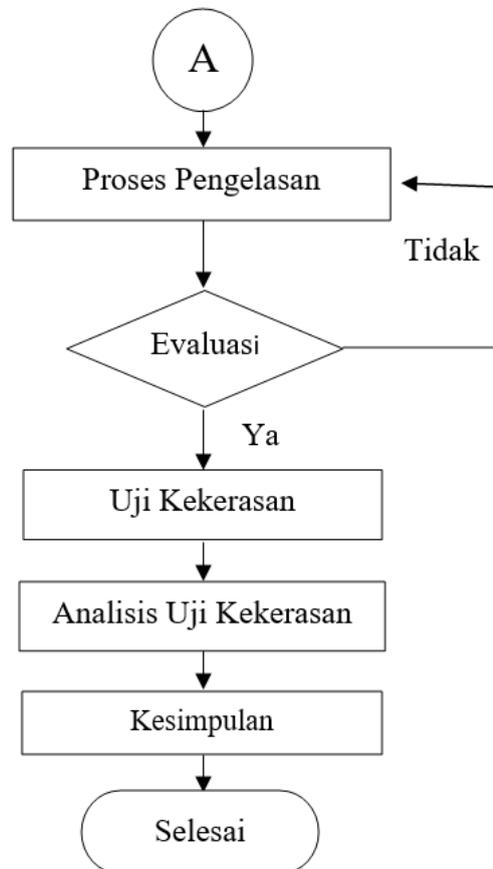
BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam Penelitian digunakan suatu metode untuk keberhasilan dalam pemecahan permasalahan sehingga dengan metode tersebut penelitian dapat mempunyai kerangka rancangan penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental untuk melihat pengaruh ayunan pengelasan terhadap nilai kekerasan yang terjadi pada area HAZ benda kerja yang diuji. Tahapan proses penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1 diagram alir berikut

3.1 Diagram Alir





Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Proses Penelitian.

3.2 Study Literatur

Pada penelitian ini data-data di dapatkan dari sumber pustaka, seperti karya ilmiah, jurnal, dan buku. Tujuan dari study literatur adalah untuk mendapat gambaran tentang penelitian analisis pengaruh ayunan gerakan elektroda pengelasan terhadap uji kekerasan pada area HAZ.

3.3 Rancangan Eksperimen

Pada penelitian ini akan menggunakan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Dengan pengkutupan DCRP (*Direct Current Revers Polarity*) Amper yang digunakan adalah 65A untuk *root pass* dan 95A untuk *fill-capping*. Variasi Ayunan yang digunakan adalah pola ayunan melingkar, C dan Zigzag. Proses pengelasan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk variasi ayunan

yang digunakan. Material uji yang digunakan adalah baja karbon sedang AISI 1045. Rancangan Eksperimen dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Eksperimen

Bahan benda kerja	Jenis pengelasan	Pengkutuban	Amper yang digunakan	Gerakan pola ayunan yang digunakan	Jumlah percobaan
Baja AISI 1045	SMAW (<i>Shield metal arc welding</i>)	DC (<i>Direct Current Electrode Positive</i>)	65A untuk penetrasi 95A untuk <i>fill</i> dan <i>caping</i>	Pola Melingkar Pola zigzag Pola U	3 kali percobaan untuk masing masing ayunan

3.4 Persiapan Material dan Alat

Adapun material dan alat yang diperlukan dalam proses penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Elektroda E7016 diameter 2,6 mm dan elektroda E7018 diameter 3,2 mm.
2. Baja AISI 1045 dengan panjang 200 mm, lebar 50 mm, dan tinggi 10 mm.
3. Transformator DC.
4. Kabel massa dan kabel elektoda.
5. Holder dan klem massa.
6. Elektoda.
7. Sikat baja.
8. Tang penjepit.
9. Palu cipping.
10. Alat proteksi diri.

Tahap selanjutnya persiapan material untuk pembuatan kampuh V. Proses pembuatan kampuh V dengan kemiringan sudut 60° menggunakan mesin frais.

3.5 Proses pengelasan

Dalam penelitian tugas akhir ini pengelasan yang digunakan adalah pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) baja AISI 1045 dengan menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm untuk *root pass* dan E7018

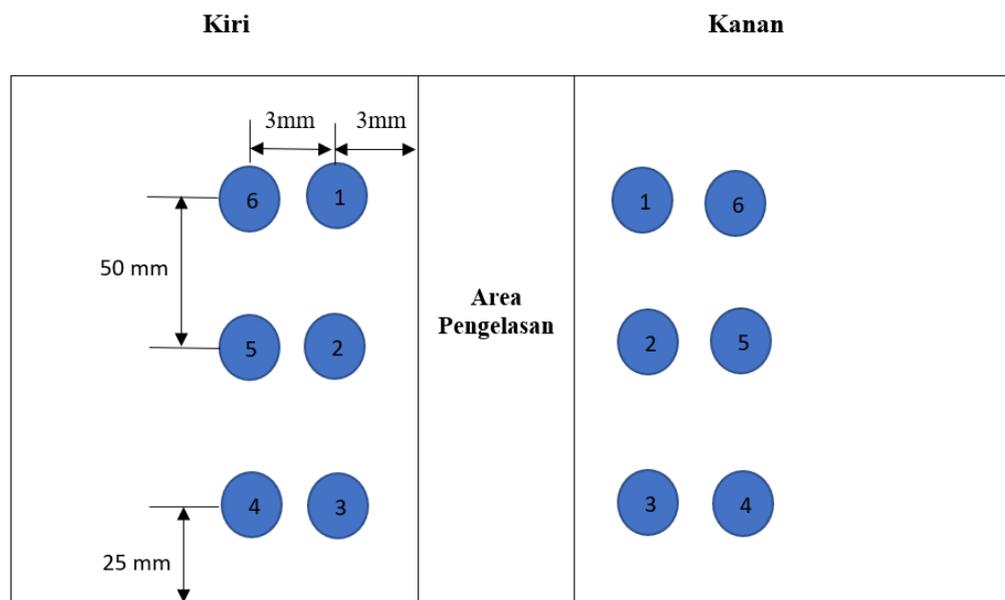
diameter 3,2 mm untuk *fill-caping*. Penggunaan amper 65A untuk *root pass* dan 95A untuk *fill* dan *caping*.

3.6 Evaluasi

Evaluasi merupakan tahapan menilai dua material yang disambungkan menggunakan metode las SMAW tersebut apakah sudah layak untuk dilakukan pengujian kekerasan.

3.7 Uji Kekerasan

Tujuan melakukan pengujian kekerasan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan baja AISI 1045 pada area HAZ dengan menggunakan beban 150 Kgf. Skematik pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Skematik pengujian nilai kekerasan

3.8 Analisis Data

Analisa data adalah untuk menganalisis hasil nilai kekerasan material dari pengujian kekerasan pada hasil las SMAW pada area HAZ baja AISI 1045 dengan variasi ayunan pengelasan.

3.9 Kesimpulan

Setelah didapatkan hasil dari analisis dan uji coba diambil kesimpulan dari setiap hasil tersebut.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Study Literatur

Pada penelitian ini dimana referensi yang digunakan yaitu dari jurnal penelitian sebagai berikut:

Nilai kekerasan dari hasil baja SCC41 Pada daerah Haz dengan Variasi Posisi Pengelasan dan Gerakan Elektroda ini adalah hasil survey beberapa jurnal dan survey lapangan dari hasil karakteristik didapat bahwa Posisi pengelasan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas (HAZ), dimana posisi pengelasan atas kepala memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi pengelasan datar dan posisi vertikal.. Nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata 513,891 Kg/mm² terdapat pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan Vickers terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terdapat pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zigzag.[5]

Pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda dalam proses pengelasan terhadap perubahan sifat kekerasan yang terjadi pada baja JIS SSC 41. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen faktorial, dimana terdapat dua faktor yaitu posisi pengelasan dan gerakan elektroda. Pada posisi pengelasan ada tiga posisi yaitu posisi datar, vertikal dan atas kepala. Pada gerakan elektroda ada tiga gerakan yaitu gerakan pola melingkar, pola zig-zag dan pola C. Berdasarkan hasil penelitian, posisi pengelasan dan gerakan elektroda yang digunakan mempunyai pengaruh nyata terhadap nilai kekerasan, nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata 513,891 Kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan Vickers terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zig-zag.[6]

Pergerakan elektroda pada proses pengelasan kekuatan lentur dan sifat kekerasan yang terjadi pada ST 37. Metode yang digunakan adalah percobaan faktorial, dimana terdapat satu faktor yaitu pergerakan elektroda. Ada disana gerakan elektroda yang lurus, zig-zag dan pola U. Berdasarkan hasil dari penelitian, gerakan elektroda yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan lentur dan Nilai kekerasan didapatkan pada gerakan zig-zag, dengan kekuatan tekuk sebesar 879,05 N/mm² dan nilai kekerasan las adalah 70,3 kg/mm², HAZ (Heated Affected Zone) adalah 73 kg/mm², basis logam sebesar 70,6 kg/mm² sedangkan nilai kuat lentur dan kekerasan terendah terdapat pada bagian lurus gerak, dengan kekuatan lentur 663,21 N/mm² dan nilai kekerasan las 65 kg/mm², HAZ sebesar 71,2 kg/mm², logam dasar sebesar 63,6 kg/mm² Pada pengelasan baja ST 37 mendapatkan hasil yang tertinggi. Nilai bending dan hardness strength sebaiknya menggunakan gerakan elektroda zig-zag. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan pergerakan elektroda akan mempengaruhi nilai bending kekuatan dan nilai kekerasan baja ST 37.[7]

4.2 Rancangan Eksperimen

Rancangan Eksperimen adalah proses untuk melakukan sebuah kegiatan penelitian agar penelitian yang diteliti sesuai dengan langkah-langkah yang telah dilakukan. Langkah-langkah kegiatan penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Menentukan material dan ukuran material.
2. Menentukan jenis kampuh.
3. Menentukan jenis elektroda.
4. Menentukan pola ayunan elektroda.
5. Menentukan arus las.
6. Menentukan jenis polaritas.
7. Menentukan posisi pengelasan.
8. Menentukan jenis pengujian.

4.3 Persiapan Material dan Alat

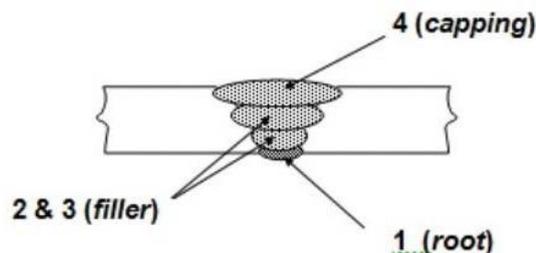
Adapun Material dan alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 persiapan material dan alat

No.	Uraian	Keterangan
1.	Mesin Las	Mesin las SMAW (<i>Shield Metal Arc Welding</i>) dengan polaritas DCEP
2.	Material	Pelat baja AISI 1045 Dimensi 200mm x 50mm x 10 mm
3.	Elektroda	E7016 diameter 2,6mm dan E7018 diameter 3,2mm
4.	Alat proteksi diri	Topeng las,sepatu safety, sarung tangan las dan apron

4.4 Proses Pengelasan

Proses pengelasan yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Posisi yang digunakan adalah 1G_v (*groove*). Dilakukan di labolatorium pabriasi logam bengkel mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Skematik pengelasan dapat dilihat pada gambar 4.1.



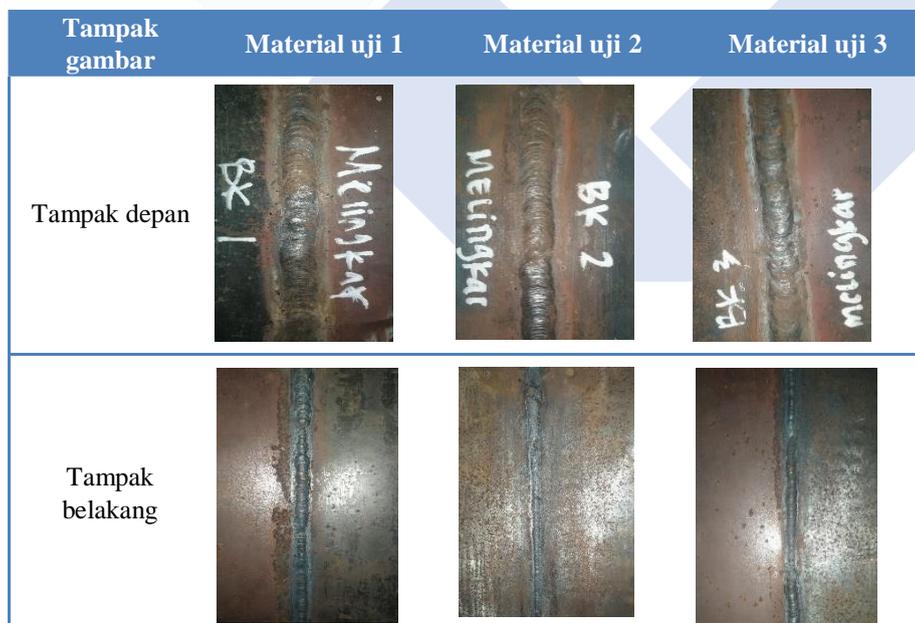
Gambar 4.1 Skematik dalam proses pengelasan (Eddy Hasanuddin, 2017)

4.4.1 Proses Pengelasan Pola Ayunan melingkar

Langkah-langkah proses pengelasan gerakan melingkar adalah sebagai berikut:

1. Proses dimulai dari pemasangan material uji di meja pengelasan.
2. Lakukan proses pengelasan *root pass* pada layer pertama sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm dengan arus 65A.
3. Lakukan proses pengelasan *fill pass* pada layer kedua dan ketiga sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan arus 95A.
4. Lakukan proses pengelasan *capping* pada layer keempat sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dan arus 95 A dengan pola ayunan melingkar.

Hasil pengelasan pola ayunan melingkar dari proses yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.2.



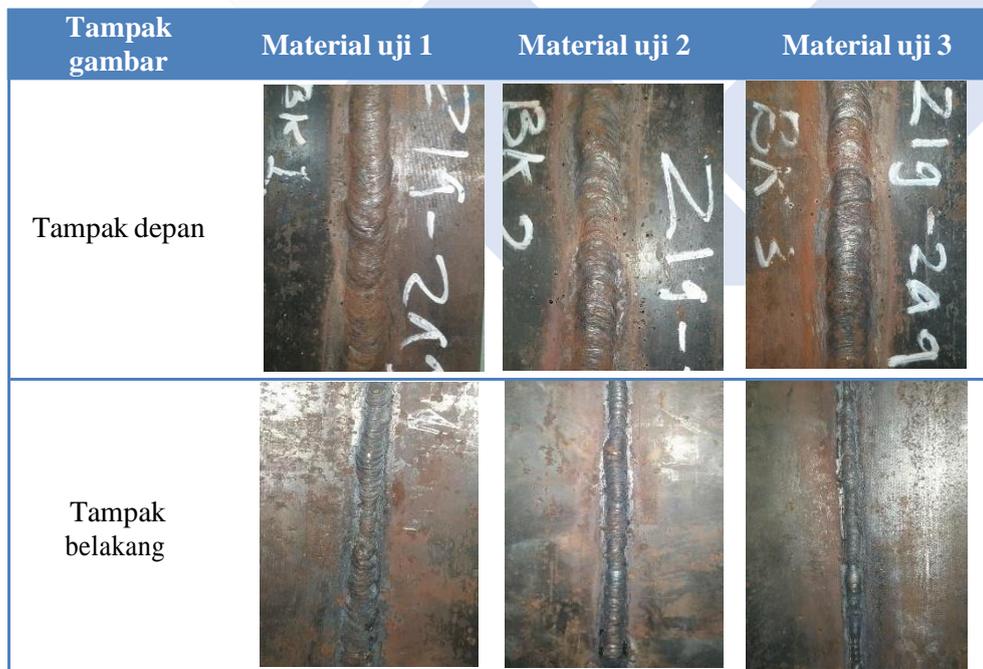
Gambar 4.2 Hasil pengelasan pola ayunan melingkar.

4.4.2 Proses Pengelasan Pola Ayunan Zigzag.

Langkah-langkah proses pengelasan ayunan Zigzag adalah sebagai berikut:

1. Proses dimulai dari pemasangan material uji di meja pengelasan.
2. Lakukan proses pengelasan *root pass* pada layer pertama sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm dengan arus 65A.
3. Lakukan proses pengelasan *fill pass* pada layer kedua dan ketiga sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan Arus 95A.
4. Lakukan proses pengelasan *capping* pada layer keempat sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dan arus 95 A dengan pola ayunan zigzag.

Hasil pengelasan pola ayunan zigzag dari proses yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



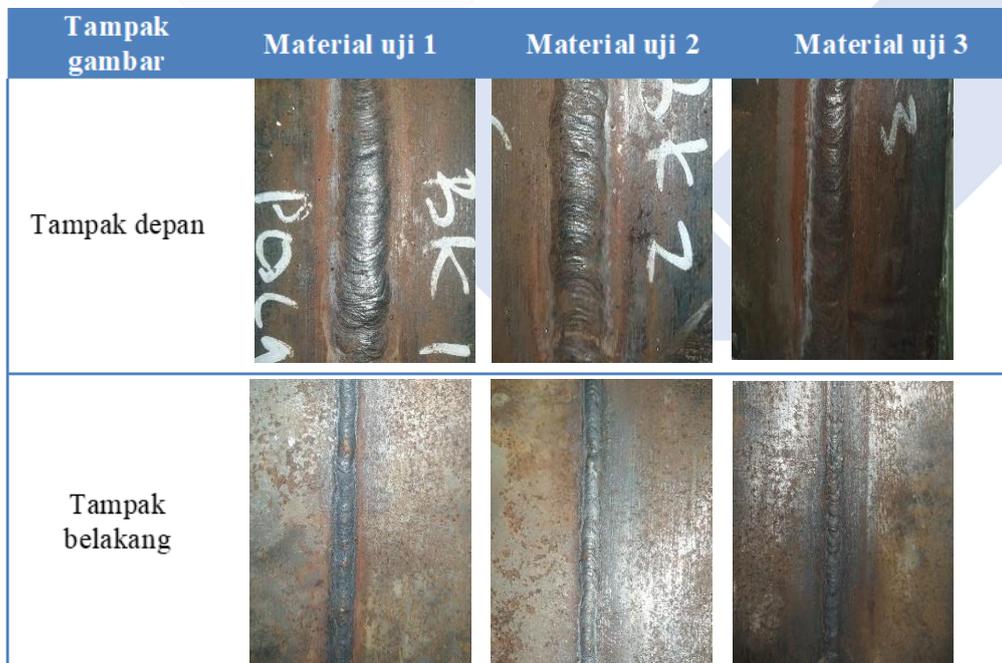
Gambar 4.3 Hasil pengelasan pola ayunan zigzag.

4.4.3 Proses Pengelasan Pola Ayunan C.

Langkah-langkah proses pengelasan ayunan C adalah sebagai berikut:

1. Proses dimulai dari pemasangan material uji di meja pengelasan.
2. Lakukan proses pengelasan *root pass* pada layer pertama sebanyak satu *pass* menggunakan Elektroda E7016 diameter 2,6 mm dengan Arus 65A.
3. Lakukan proses pengelasan *fill pass* pada layer kedua dan ketiga sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan Arus 95A.
4. Lakukan proses pengelasan *capping* pada layer keempat sebanyak satu *pass* menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dan arus 95 A dengan pola ayunan C.

Hasil pengelasan pola ayunan C dari proses yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.4,



Gambar 4.4 Hasil pengelasan pola ayunan C.

4.5 Uji kekerasan

Uji kekerasan pada penelitian ini untuk mengetahui nilai kekerasan pada area HAZ (*Heat affected zone*). Adapun proses yang akan dilakukan dalam pengujian kekerasan sebagai berikut:

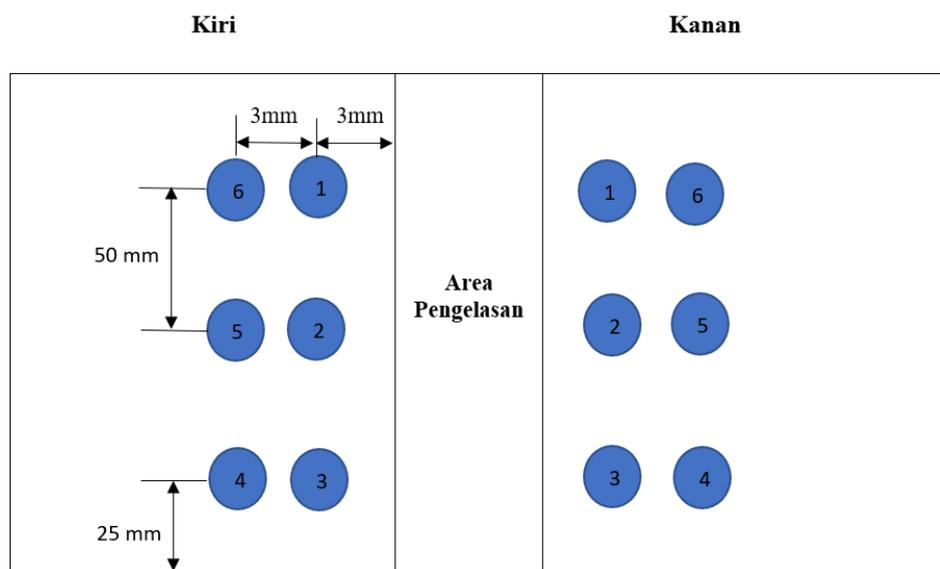
- Siapkan alat uji kekerasan Rocwell tipe kerucut intan (HRC).
- Meletakkan material yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia.
- Mengatur beban yang digunakan pada pengujian yaitu sebesar 150 kgf (HRC).
- Lakukan proses pengujian.
- Untuk mengetahui nilai kekerasannya, dapat melihat pada layar yang terpasang pada alat ukur berupa layar LED.

Proses pengujian kekerasan *Rockwell* tipe *cone* (kerucut intan 120°) dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 proses pengujian kekerasan rockwell.

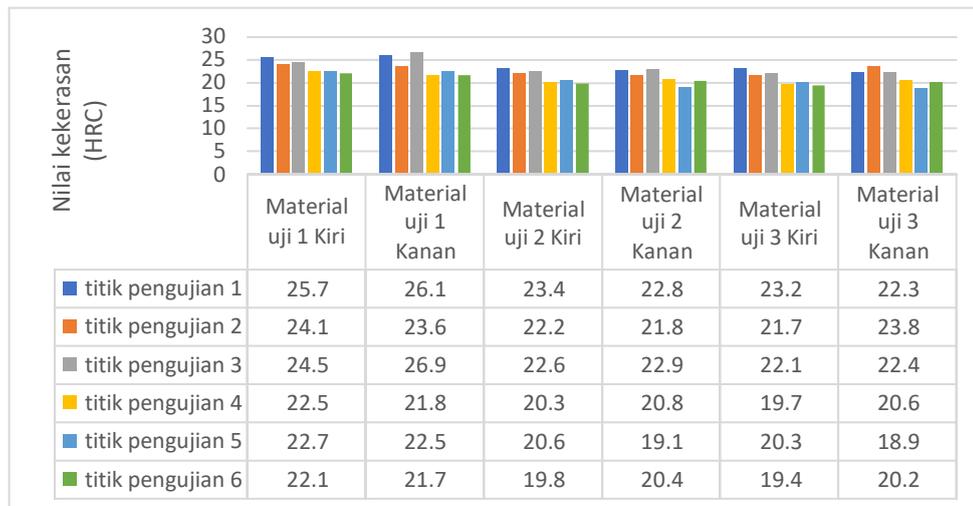
Skematik titik pengujian kekerasan *Rockwell* dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Skematik titik pengujian kekerasan.

4.5.1 Data uji kekerasan pengelasan pola ayunan Zigzag.

Data uji kekerasan pada area HAZ dengan variasi pola ayunan elektroda Zigzag. Berikut ini adalah diagram hasil uji kekerasan pola ayunan Zigzag. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.7.

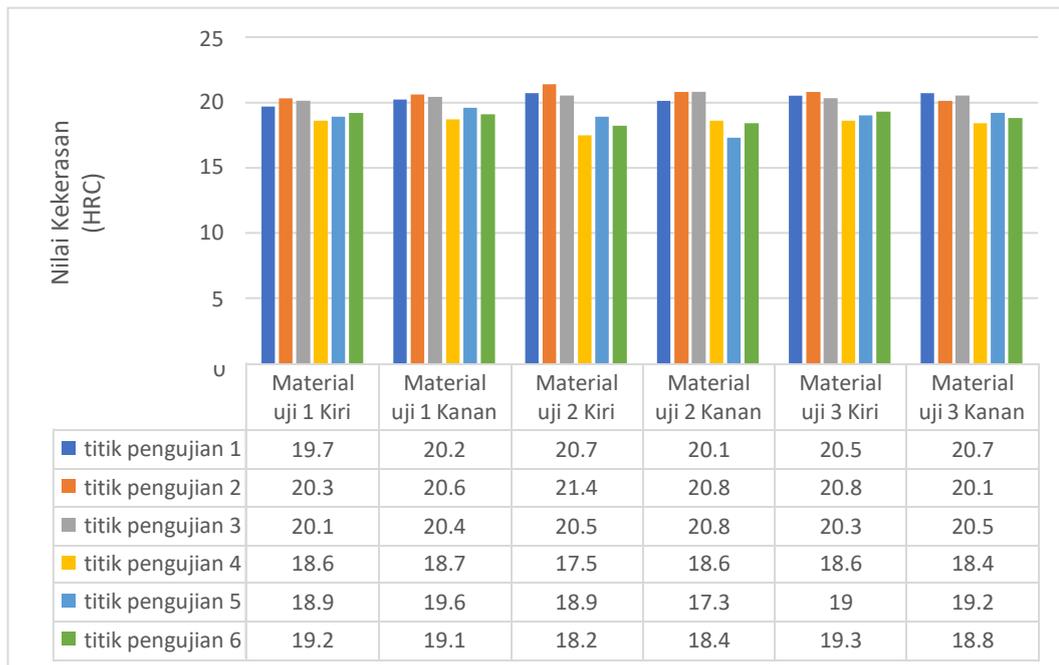


Gambar 4.7 Hasil uji kekerasan pola ayunan Zigzag.

Pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa hubungan antara pola ayunan zigzag pada pengelasan baja AISI 1045 dan nilai kekerasan area HAZ. Pada pengelasan dengan pola ayunan zigzag nilai kekerasan area haz rata-rata pada bagian kiri adalah 22,04 HRC dan pada bagian kanan 22,14 HRC. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada titik pengujian 3 pada bagian kanan dengan nilai kekerasan 26,9 HRC dan nilai kekerasan terendah diperoleh pada titik pengujian 5 pada bagian kanan dengan nilai kekerasan 18,9 HRC. Sedangkan nilai rata-rata HAZ pada titik (1,2,3) yaitu sebesar 23,43 HRC dan nilai rata-rata HAZ pada titik (4,5,6) sebesar 20,74 HRC.

4.5.2 Data uji kekerasan pengelasan pola ayunan C.

Data uji kekerasan pada area HAZ dengan variasi pola ayunan elektroda C. Berikut ini adalah hasil uji kekerasan pola ayunan C. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.8.

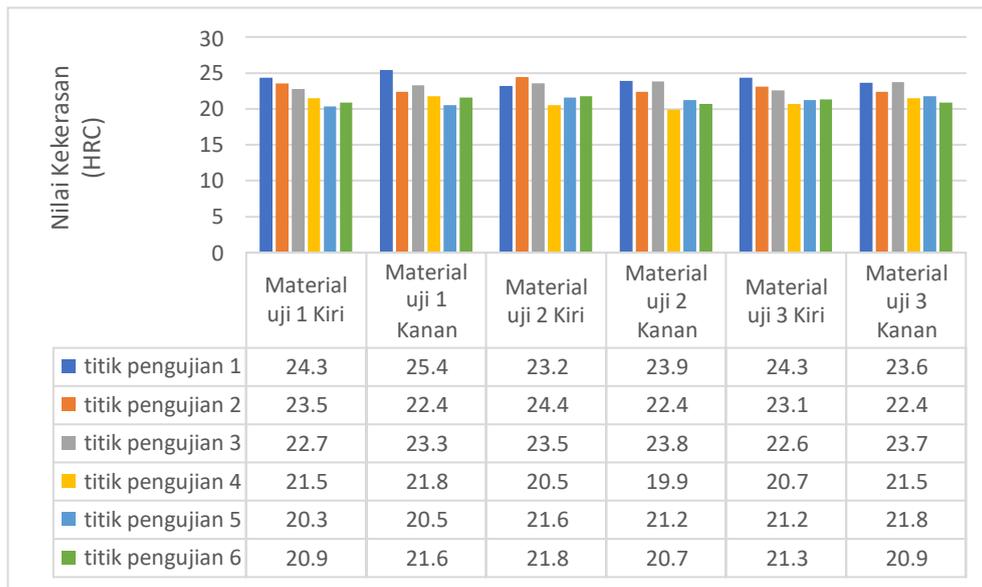


Gambar 4.8 Hasil uji kekerasan pola ayunan C.

Pada gambar 4.8 menunjukkan bahwa hubungan antara pola ayunan C pada pengelasan baja AISI 1045 dan nilai kekerasan area HAZ. Pada pengelasan dengan pola ayunan C nilai kekerasan area haz rata-rata pada bagian kiri adalah 19,58 HRC dan pada bagian kanan 19,56 HRC. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada titik pengujian 2 pada bagian kiri dengan nilai kekerasan 21,4 HRC dan nilai kekerasan terendah diperoleh pada titik pengujian 5 pada bagian kanan dengan nilai kekerasan 17,3 HRC. Sedangkan nilai rata-rata HAZ pada titik (1,2,3) yaitu sebesar 20,46 HRC dan nilai rata-rata HAZ pada titik (4,5,6) sebesar 18,68 HRC.

4.5.3 Data uji kekerasan pengelasan pola Ayunan Melingkar

Data uji kekerasan pada area HAZ dengan variasi pola ayunan elektroda Melingkar. Berikut ini adalah hasil uji kekerasan pola ayunan melingkar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.9.

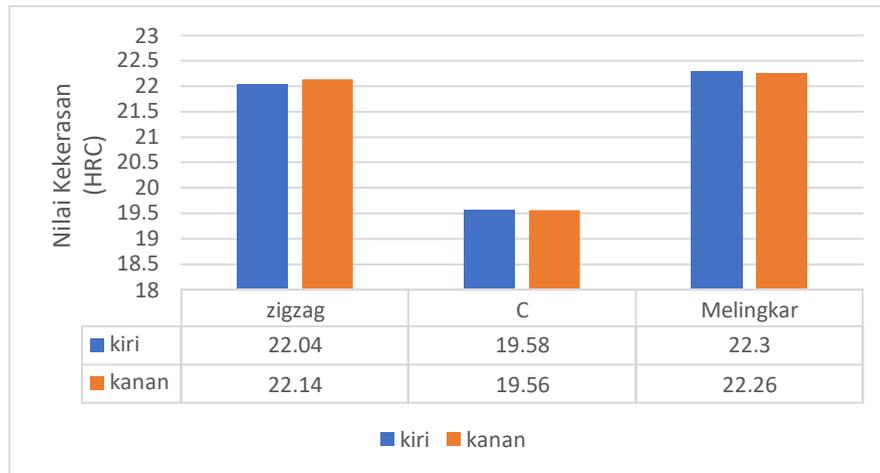


Gambar 4.9 Hasil uji kekerasan pola ayunan Melingkar.

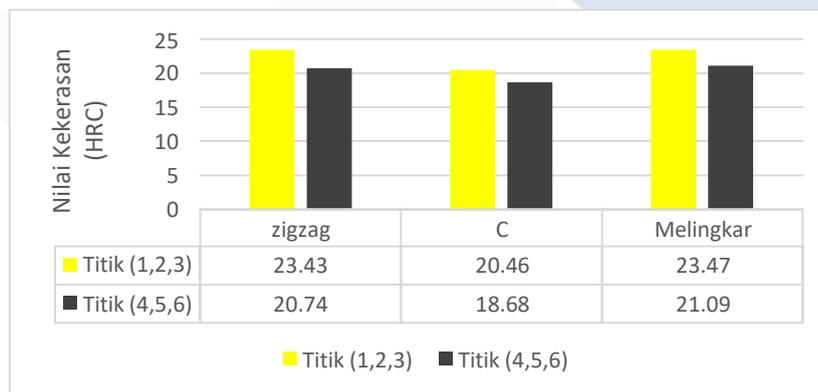
Pada gambar 4.9 menunjukkan bahwa hubungan antara pola gerakan ayunan melingkar pada pengelasan baja AISI 1045 dan nilai kekerasan area HAZ. Pada pengelasan dengan pola ayunan melingkar nilai kekerasan area haz rata-rata pada bagian kiri adalah 22,3 HRC dan pada bagian kanan 22,26 HRC. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada titik pengujian 1 pada bagian kanan dengan nilai kekerasan 25,4 HRC dan nilai kekerasan terendah diperoleh pada titik pengujian 5 pada bagian kanan dengan nilai kekerasan 19,9 HRC. Sedangkan nilai rata-rata HAZ pada titik (1,2,3) yaitu sebesar 23,47 HRC dan nilai rata-rata HAZ pada titik (4,5,6) sebesar 21,09 HRC.

4.6 Analisis Uji kekerasan

Pengujian kekerasan ini digunakan untuk membandingkan hasil kekerasan yang terjadi pada area HAZ setelah dilakukan variasi pola ayunan elektroda pengelasan (Zigzag, C, dan Melingkar) pada proses SMAW.



Gambar 4.10 Hasil rata-rata pengujian kekerasan area HAZ pada bagian kiri dan kanan



Gambar 4.11 Hasil rata-rata pengujian kekerasan area HAZ pada titik(1,2,3) dan titik (4,5,6)

Pada gambar 4.10 dan gambar 4.11 menunjukkan bahwa didapatkan hasil pengujian uji kekerasan pada area HAZ dimana pola ayunan melingkar mendapatkan rata-rata nilai kekerasan tertinggi sebesar 23,47 HRC pada titik (1,2,3) dan pada titik (4,5,6) mendapatkan rata-rata nilai kekerasan sebesar 21,09 HRC. Pada pola ayunan zigzag mendapatkan rata-rata nilai kekerasan sebesar 23,43 HRC pada titik (1,2,3) dan pada titik (4,5,6) mendapatkan rata-rata nilai kekerasan sebesar 20,74 HRC. Sedangkan pola ayunan C mendapatkan rata-rata nilai kekerasan terendah sebesar 20,46 HRC pada titik (1,2,3) dan pada titik (4,5,6) mendapatkan rata-rata nilai kekerasan sebesar 18,68 HRC.

Sehingga rata-rata nilai kekerasan pola ayunan melingkar lebih tinggi dibandingkan pola ayunan zigzag dan C. Hal ini disebabkan karena pada pengelasan pola ayunan melingkar pergerakan elektroda lebih lama dibandingkan gerakan ayunan zigzag dan C sehingga menghasilkan suhu panas yang lebih tinggi. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan pergerakan elektroda akan mempengaruhi nilai kekerasan baja AISI 1045 pada area HAZ.

Tabel 4.2 komparase penelitian

Penelitian	Material	Pola ayunan yang digunakan	Hasil nilai tertinggi
1. [5]	baja JIS SSC 41	pola melingkar, pola zig-zag dan pola C	Nilai kekerasan tertinggi rata-rata 49,7 HRC terjadi pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C.
2. [6]	Baja JIS SSC 41	Pola C dan zigzag	Nilai kekerasan tertinggi rata-rata 49,7 HRC terdapat pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C.
3. Darma Afrilinsyah	AISI 1045	Pola Melingkar, C dan zigzag.	Pola ayunan melingkar mendapatkan rata-rata nilai kekerasan tertinggi sebesar 23,47 HRC.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang sudah dilakukan mengenai pengaruh ayunan elektroda las terhadap uji kekerasan area HAZ baja AISI 1045 dapat disimpulkan bahwa:

1. Ayunan elektroda memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas (HAZ).
2. Pola ayunan melingkar memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pola ayunan zigzag dan C karena gerakan elektroda pada pola melingkar lebih lama sehingga menghasilkan panas yang lebih banyak dibandingkan pola ayunan zigzag dan C.
3. Pada pengelasan pola melingkar panas yang dihasilkan lebih banyak sehingga nilai kekerasan tertinggi yang didapatkan sebesar 23,47 HRC, pada ayunan zigzag nilai kekerasan yang didapatkan sebesar 23,43 HRC dan nilai kekerasan terendah pada pola ayunan C nilai kekerasan yang didapatkan sebesar 20,46 HRC.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, agar memperoleh hasil yang optimal maka disarankan sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya pengujian terhadap sifat mekanik material dapat ditambahkan dengan uji tarik ataupun uji *impact*.

DAFTAR PUSTAKA

- [8] Marwanto, Arif. 2007. "Shield Metal Arc Welding." *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta* 1: 1–9.
- [10] Arifin, S. (1977). *Las Listrik dan Otogen*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- [18] (wicaksono et al. 2021)Bontong, Y. 2019. "Analisa Kekerasan Dan Ketangguhan Pada Daerah Haz Hasil Las Metode SMAW." *Mechanical Engineering Science(MES)*.
<http://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/mes/article/view/581>.
- [16] Iswanto, Priyo Tri, Mudjijana, and Rela Adi Himarosa. 2017. "Karakterisasi Sambungan SMAW Baja Karbon Rendah Menggunakan 3 Jenis Elektroda." *Material dan Proses Manufaktur* 1(2): 103–9.
- [11] Jurnal, Teknika et al. 2019. "Analisa Pengaruh Pola Gerak Elektroda Dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik , Kekerasan , Dan Struktur Mikro Baja SS400." 15(02): 143–48.
- [5] Ngurah, I Gusti, Nitya Santhiarsa, and I Nyoman. 2008. "Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Gerakan Elektroda Terhadap Kekerasan Hasil Las Baja JIS SSC 41." 2(2).
- [6] Prakoso, M Bayu et al. 2019. "Karakteristik Uji Kekerasan Dari Hasil Las Baja SCC41 Pada Daerah HAZ Dengan Variasi Posisi Pengelasan Dan Gerakan Elektroda Karakteristik Uji Kekerasan Dari Hasil Las Baja SCC41 Pada Daerah HAZ Dengan." (May).
- [2] Pratowo, Bambang, and Ary Fernando. 2008. "Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching." *Jurnal Teknik Mesin* 5(2):
- [15] Soleh, Anjis Ahmad, Helmy Purwanto, and Imam Syafa'at. 2017. "Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon Rendah Dengan Las Smaw Menggunakan Jenis Elektroda E7016." *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta* 1(2)
- [17] Winardi, Yoyok, Fadelan Fadelan, Munaji Munaji, and Wisnu Nurandika Krisdiantoro. 2020. "Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* 8(2): 86.

- [12] (Fadhil 2018)Badia, Bahdin Ahad et al. 2021. “Analisa Variasi Gerakan Elektroda Pada Hasil Las Material Baja Karbon Rendah ST37 Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekerasan Analysis of Variations in Electrode Motion on the Welding Results of Low Carbon Steel ST37 on Bending Strength and Hardness.”
- [4] Jurnal, Teknik et al. 2019. “Analisa Pengaruh Pola Gerak Elektroda Dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik , Kekerasan , Dan Struktur Mikro Baja SS400.” 15(02):
- [3]<https://www.etsworlds.id/2022/10/heat-affected-zone-haz-pada-pengelasan.html>
- [19] <https://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan->
- [14] Suwahyo, Nur Muhammad Sidiq, 2011, *Mengelas Dengan Las Busur Listrik Manual*, Yogyakarta, Insania.
- [9] Sonawan, H., Suratman, R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.
- [13] Wiryosumarto, H. Toshie, O. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-9, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta
- [1] Wiryosumarto H., *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Erlangga, 2000.
- [7] (Rabbi, Afrianto, and Imran 2018) .“Analisa Pengaruh Gerakan Elektroda Pada Pengelasan SMAW Terhadap Uji Kekerasan Dan Kekuatan Bending Baja ST 37.” *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis* Oktober 20: 131–40.

Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Darma Afriliansyah
Tempat, Tanggal Lahir : Tebing, 17 April 2001
Alamat : Ds. Tebing, Kec. Kelapa
Kab. Bangka Barat, Prov. Bangka Belitung
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Telp : -
Hp : 082282186550
E-mail : darmaafriansyah@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD NEGERI 3 KELAPA LULUS TAHUN 2013
SMP NEGERI 1 KELAPA LULUS TAHUN 2016
SMA NEGERI 1 KELAPA LULUS TAHUN 2019

3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 12 Januari 2023

Darma Afriliansyah

Lampiran 2

Sertifikat Baja AISI 1045



SeAH Besteel Corp.
1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,
CHEONGBUK, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572, 8318(QA)
+82-(0)63-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Date : 2018-03-11
Cert. No. : 201803-019834
Customer :
Heat No. : 276685

Steel Grade : AISI 1045/S45C
Shape of Product : PLATE BAR
Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE

Size (mm) : 10 x 1220
Length (mm) : 2440
Weight (kg) : 238
Quantity(pcs) : 1,000

Inspection Items		Chemical Composition (wt. %)				
		C	SI	MN	P	S
		x 100	x 100	x 100	x 100	x 100
Spec.	Min.	42	15	6		
	Max.	48	35	9	30	35
	Result	45	25	8	MAX	MAX
Inspection Items		Product Hardness (HB)				
		SURFACE	160-220 HB	45-48 HRC		

Mechanical Properties AISI 1045/S45C

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	<i>v</i>	0,27 - 0,30
Density(Kg/m ³)	<i>P</i>	7.700 - 8.030
Yield strength (MPa)		569
Shear strength (MPa)		343
Extension ratio (%)		20
Area reduction (Psi)		30
Hardness (Hb)	<i>Hb</i>	160 - 220

<-Remarks>>

B/DS : 4

----- End of report -----

Lampiran 3

Persiapan Percobaan dan proses percobaan



Proses Pembuatan Kampung V



Sudut Kampung 60°



Pengkutuban DCEP dan Besar arus 95A



Elektroda E7016



Elektroda E7018



Proses Pengelasan



Hasil Pengelasan Ayuan Melingkar



Hasil Pengelasan Ayuan Zigzag

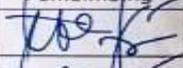
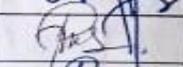
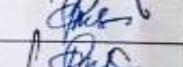
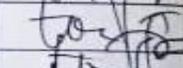
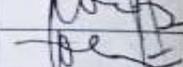
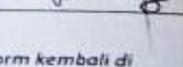
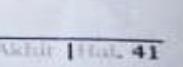


Hasil Pengelasan Ayuan C



Proses Pengujian Kekerasan

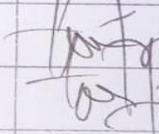
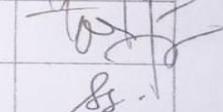
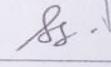
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
JUDUL	ANALISIS PENGARUH AYAMAN ELEKTRODA LAS TERHADAP UJI KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA AREA HAZ.		
Nama Mahasiswa	DARMA APRILIANSYAH NIM: 101908		
Nama Pembimbing	1. TUPAEJONO, S.S.T., MT. 2. ERWANSYAH, S.S.T., MT. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	4 Sep 2022	Diskusi Penelitian TA	
2	20 Sep 2022	Diskusi Pembentukan Skema	
3	30 Sep 22	Diskusi Pengumpulan Data TA	
4	22 Jul 2022	Diskusi Bab 1, 2, 3	
5	11 Okt 2022	Revisi Bab 1, 2, 3	
6	30 Okt 22	Diskusi Bab IV	
7	9 Nov 2022	Revisi Bab IV	
8	22 Nov 2022	Diskusi Proyek akhir	
9	6 Des 2022	Diskusi kesimpulan	
10	2 Januari 2023	Revisi kesimpulan	

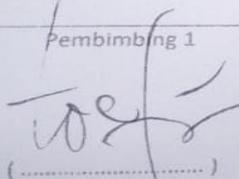
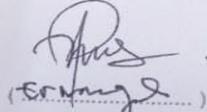
Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
		JUDUL Analisis Pengujian Aruskan Electroda LAS Terhadap Uji Ektirasan Baja AISI 1045 Pada Area HAZ	
Nama Mahasiswa		1. Darma Azzilanzah /NIM: 1041908	
		2. /NIM:	
		3. /NIM:	
		4. /NIM:	
		5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	6/12/2022	Bab 1.2.3	
3	11/12/2022	Progress Bab IV	
3	19/12/2022	Progress Data bab IV	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (.....)	(.....)

Afri

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.testingindonesia.com Internet Source	2%
2	eprints.umm.ac.id Internet Source	2%
3	ardra.biz Internet Source	1%
4	taufiqurrokhman.wordpress.com Internet Source	1%
5	www.coursehero.com Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	123dok.com Internet Source	1%
8	snitt.polman-babel.ac.id Internet Source	1%
9	ojs3.unpatti.ac.id Internet Source	<1%



JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : xxxx-xxxx

SURAT KETERANGAN

Nomor : 014/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“ANALISIS PENGARUH AYUNAN ELEKTRODA LAS
TERHADAP UJI KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA AREA
HAZ”**

Atas nama :

Penulis : **DARMA AFRILIANSYAH, TUPARJONO, ERWANSYAH**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

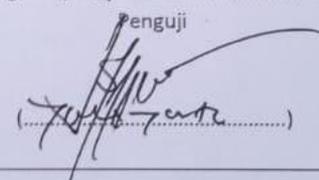
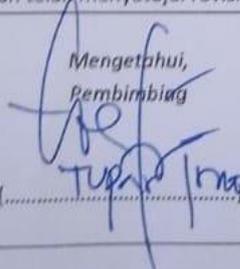
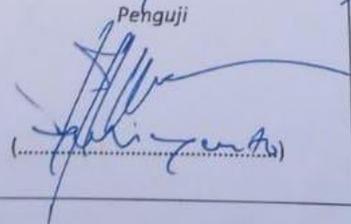
Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT) Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 13 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

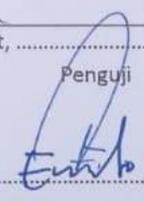
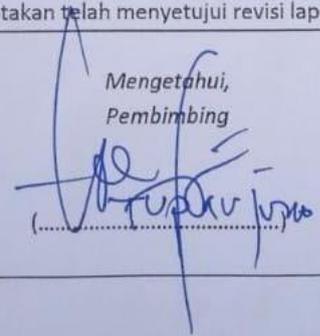
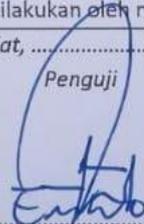
Sungailiat, 13 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd D
NIP. 1901010201640006

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
	JUDUL : Analisis pengaruh Ayunan Elektrode Last Terhadap UTM Beberapa Baja Aisi 1045 di Area HAZ	
Nama Mahasiswa :	1. Darmo Afriliandyah	NIM: 10419007
	2. _____	NIM: _____
	3. _____	NIM: _____
	4. _____	NIM: _____
	5. _____	NIM: _____
Bagian yang direvisi		Halaman
Lihat mabulas		
Sungailiat, 07-07-2023		
Penguji  (.....)		
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sungailiat, 07-07-2023 Penguji  (.....)	

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Analisa Pengaruh Arus dan Tegangan Listrik pada Area HTZ</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. Darma A NIM: 1041908 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>Pembahasan BAB II Fluktuasi BAB III Kesimpulan BAB III. - Komparasi / perbandingan dgn penelitian sebelumnya</p>	
<p>Sunggailiat,</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">(.....  ))</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">(.....  ))</p>	<p style="text-align: center;">Sunggailiat,</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">(.....  ))</p>