Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Ayunan Pengelasan SMAW pada Baja AISI 1040 terhadap Laju Korosi dan Kekerasan

Wihelmus Konsuci[1], Afira Ainur Rosidah[2], Suheni[3], dan Erifive Pranatal[4]
Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[4]
e-mail: wihelmuskonsuci@gmail.com

ABSTRACT

Welding is one of the techniques for joining metals by melting a portion of the base metal with a filler metal. Almost every construction involving metal incorporates welding due to its crucial role in metal engineering and repair. This research aims to determine the variations in welding current and electrode swing on the corrosion rate and hardness test of AISI 1040 steel. The current variations used are 90A, 110A, and 130A, while the swing variations are spiral and zigzag. The methods employed for corrosion testing are Weight Loss, and hardness testing is conducted using the Vickers method. The results of this study show the lowest corrosion rate at 6.09 mpy occurring with the spiral swing and a current of 110A, while the highest rate at 9.57 mpy is found In the zigzag swing with a current of 130A. As for hardness, the lowest value of 185.40 kgf/mm^2 is observed with the zigzag swing and a current of 90A, whereas the highest value of 284.99 kgf/mm^2 is recorded with the spiral swing and a current of 90A. Each variation in current and swing also results in differences in corrosion rate and hardness values.

Keywords: Hardness, Weight Loss, Welding

ABSTRAK

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan mencairkan sebagian logam induk dengan logam pengisi. Hampir pada setiap pembangunan konstruksi dengan logam pasti melibatkan pengelasan karena memiliki peranan yang sangat penting sebagai alat rekayasa dan reparasi logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi arus pengelasan dan ayunan elektroda terhadap uji laju korosi dan uji kekerasan pada baja AISI 1040. Variasi arus yang digunakan adalah 90A, 110A, dan 130A sedangkan variasi ayunan yang digunakan adalah spiral dan zig zag. adapun metode yang digunakan dalam pengujian laju korosi adalah *Weight Los*s dan pengujian kekerasan dengan metode Vickers. Hasil dari penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata laju korosi terendah sebesar 6,09 mpy terdapat pada ayunan spiral dan pada arus 110A dan nilai rata-rata tertinggi sebesar 9,57 mpy terdapat pada variasi ayunan zig zag dan arus 130A. Sedangkan nilai kekerasan terendah sebesar 185,40 kg/mm^2 terdapat pada ayunan zig zag dengan arus 90A dan nilai tertinggi sebesar 284,99 kg/mm^2 terdapat pada ayunan spiral dengan arus 90A. Setiap perbedaan variaasi arus adan ayunan juga mengalami perbedaan laju korosi dan juga nilai kekerasan.

Kata kunci: Kekerasan, Pengelasan, Pengurangan Berat

PENDAHULUAN

Pengelasan (*welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu [1]. Pengelasan ini lebih banyak digunakan karena dari segi pengoprasian lebih mudah, lebih praktis, dan bisa juga digunakan dalam berbagai macam posisi pengelasan, begitu juga dari segi ekonomis pengelasan ini lebih murah [2]. Pada proses pengelasan ini adapun masalah yang sering terjadi sehingga menyebabkan kualitas sambungan mejadi buruk.adapun cara untuk mengatasi hal tersebut adalah pemilihan faktor-faktor pada pengelasan harus sesuai seperti jenis kampuh, posisi pengelasan, jenis dan diameter elektroda, Semakin besar diameter elektroda dan posisi pengelasan 2G terbukti mampu meningkatkan kekuatan tarik sambungan baja karbon [3], begitu pun dengan jenis elektroda dan kampuh yang digunakan dapat memengaruhi hasil uji tarik [4].

Elektroda atau kawat las merupakan satu kompenen pengelasan digunakan untuk melakukan pengelasan listrik. Elektroda pada umumnya sangat sering digunakan untuk melakukan pengelasan terhadap material yang akan dilas, dari setiap material yang akan dilas memiliki karakteristik yang berbeda beda [2]. Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah baja AISI 1040 yang dimana baja ini memiliki siafat tahan aus dan keuletan yang sangat baik selain itu baja ini merupakan baja karbon yang memiliki komposisi 96,8% Fe, 0,4% C dan 0,75% Mn,yang memiliki kekuatan tariknya 590 MPa[5]. Seiring berjalanya waktu

adapun masalah yang sering terjadi pada baja ini yang tidak bisa dihindari yaitu pengkaratan pada besi atau sering disebut korosi.

Korosi merupakan suatu pristiwa kerusakan logam karna adanya faktor metalurgi pada material itu sendiri, dan faktor lingkungan yang menyebabkan reaksi kimia sehingga dapat terjadi penurunan kualitas suatu bahan logam. Proses terjadinya korosi hanya bisa diperlambat atau dikendalikan lajunya sehingga kerusakan pada baja juga mejadi lambat dimana usaha yang dapat kita lakukan untuk memperlambat laju korosi yaitu dengan pemberian zat pelapis pada baja sehingga memperlambat terjadinya korosi meskipun bersifat sementara. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis hasil las SMAW baja AISI 1040 dengan variasi arus dan ayunan pengelasan terhadap korosivitas dan kekerasannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan atau welding didefenisikan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadan lumer atau cair [1]. Mengelas adalah salah satu aktivitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan kedaunaya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh.kebutuhan las pada saat ini semakin berkembang sama seperti perkembangan pada pengelasan, seprti metode pengelasan.

SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) adalah proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari arus listrik [6]. Adapun Faktor memengaruhi pengelasan SMAW adalah pemilihan jenis elektroda, ayunan elektroda, arus listrik, dan kampuh pengelasan.

Korosi

Korosi merupakan penurunan kualitas material yang disebabkan oleh reaksi kimia pada bahan bahan logam karena adanya intreaksi dengan lingkungan [7]. Suatu korosi terjadi, pada dasarnya disebabkan oleh 4 komponen diantaranya adalah anoda, katoda, elektrolit, dan kontak antara anoda dan katoda. Faktor-faktor terjadinya korosi adalah air dan kelembapan udara, elektrolit, permukaan logam, dan terbentuknya sel elektrokimia.

Laju korosi merupakan kecepatan rambatan atau kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kulitas bahan terhadap waktu [7]. Laju korosi juga dapat dihitung dengan menggunakan metode kehilangan (*weight loss*). Metode kehilangan berat dapat menhitung laju korosi dengan rumus:

$$W = W_2 - W_1 \qquad \dots (1)$$

$$LK\ (mpy) = \frac{K \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \qquad \dots (2)$$

Dimana:

W : pengurangan berat (mg)
W_2 : berat akhir
W_1 : berat awal
A : luas penampang (in^2)
T : waktu perendaman (jam)
D : densitas spesimen (gr/cm^3)
LK : laju korosi (mils per year/mpy)
K : konstanta laju korosi (534)

Pengujian Kekerasan *(Vickers)*

Pengujian kekerasan (*hardnest test*) benda kerja adalah kemampuan benda kerja diberi beban dalam prubahan yang tetap, ketika suatu jenis gaya yang diberikan terhadap benda kerja yang diuji. *Vickers*

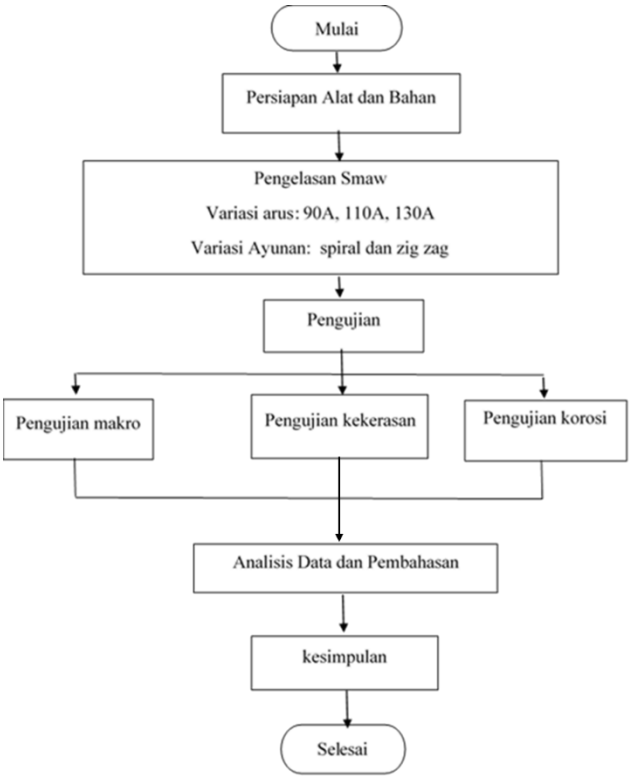
ISSN 2775-5630

merupakan suatu hasil bagi yang di peroleh dengan membagi beban yang dikenakan dengan gaya dengan luasan bentangan pada permukaan indentasi dari benda kerja dengan perhatikan bentuk piramid dengan alas bujur sangkar dengan diagonalnaya dengan memiliki sudut puncak yang setara [8].

Baja Aisi 1040

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan yang didalamnya mengandung unsur karbon seabagai salah satu dasar campuranya dan ada unsur unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn). Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi tiga macam, yaitu baja karbon rendah (kandungan karbon kurang dari 0,30%C), Baja karbon sedang (kadar karbon sekitar 0,30%C - 60%C) dan Baja karbon tinggi (kadar karbon antara 0,60%C - 1,00%C dan kandungan mangan 0,30% - 0,90%). Baja karbon AISI 1040 merupakan baja yang digolongkan pada baja karbon medium, dan baja ini memiliki komposisi yaitu 96,8%Fe, 0,4%C, dan 0,75%Mn dan memiliki kekuatan tariknya 590 Mpa.

METODE

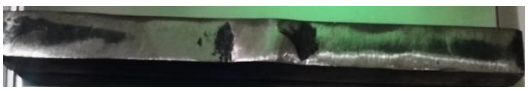


Gambar 1. Diagram alir

Peralatan dan Bahan

Dalam penelitian ini terdapat alat dan bahan yamng digunakan diantaranya adalah trafo las, pegangan elektroda, klem massa, kawat las, meja las, palu las, gerinda, mistar baja, sikat baja, ragum, kikir, serta alat pelindung diri yaitu antara lain sepatu safety, sarung tangan las, dan helm las.

Bahan penelitian yang digunakan antara lain Baja AISI 1040 dengan ukuran (10mm x 50mm x 120mm), NaCl 5%, larutan aquades 1000 ml, alat pengujian Vickers dan busur derajat.



Gambar 2. Baja AISI 1040 dengan ukuran (10mm x 50mm x 120mm

ISSN 2775-5630

Langkah-Langkah Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini tak pernah lepas dari langkah langkah yang harus dilakukan, antara lain: Proses pengelasan yaitu pada penelitian ini material yang duganakan adalah Baja AISI 1040 yang berdiameter (10mm x 50mm x 120mm) akan dilas menggunakan elektroda E7016 dan E7018, arus yang sama dan menggunakan tiga variasi ayunan yaitu, spiral,zig zag. Lalu selanjutnya Pengujian Weight Loss dilakukan untuk mengetahui laju korosi (mpy) pada suatu speciemen dengan menggunakan cara menimbang berat awal dan berat ahir dari sebuah speciemen setelah malakukan pengujian weight loss ini. Kemudian dilakukan dengan merendam specimen pada larutan NaCl dengan konsentrasi 5% dan dalam jangka waktu perendaman selama 14 hari.

Kemudian dilakukan Uji Kekerasan, material yang digunakan adalah baja AISI 1040 yang berdiameter 10mm x 50mm x 120mm yang sudah direndam pada larutan NaCl yang memiliki konsentrasi 5% dan larutan aquades 1000ml untuk melakukan uji kekrasan. Terakhir adalah pengujian makro, pada pengujian ini yang dilkukan adalah dengan pengambilan foto pada benda kerja dengan menggunakan mikroskop dengan koefesien pembesar, yang bertujuan untuk melihat atau menganalisa bentuk dari permukaan daerah las atau HAZ yang menunjukan cacat hasil pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan visual perendaman hasil las baja AISI 1040 menggunakan NaCl 5%

Pada Tabel 1 hasil penelitian memperlihatkan adanya perbedaan antara spesimen sebelum direndan dan sesudah yang menggunakn aquades 1000 ml dan NaCl 5%. varisai arus 90A, 110A, 130A dan variasi ayunan spiral yang direndam dalam jangka waktu selama 14 hari, maka di perlihatkan hasil pada gambar diatas spesimen yang direndam dengan media larutan aquades dan NaCl 5% mengalami sedikit korosi di tempat tali pengikat, untuk varisi ayunan zig zag dengan menggunakan variasi arus (90A, 110A dan 130A) dan menggunakan media yang sama, juga mengalami korosi. Dengan demikian Arus pengelasan juga sangat berpengaruh terhadap laju korosi karena arus pengelasan dapat merubah struktur dan nilai kekerasan pada material serta adanya masukan suhu dan pemanasan dari prose pengelasan, sehingga korosi terjadi karena adanya siklus termal sehingga menyebabkan lebih mudah terkorosi [9].

Tabel 1. Pengamatan hasil perendaman (variasi ayuanan spiral dan zig zag)

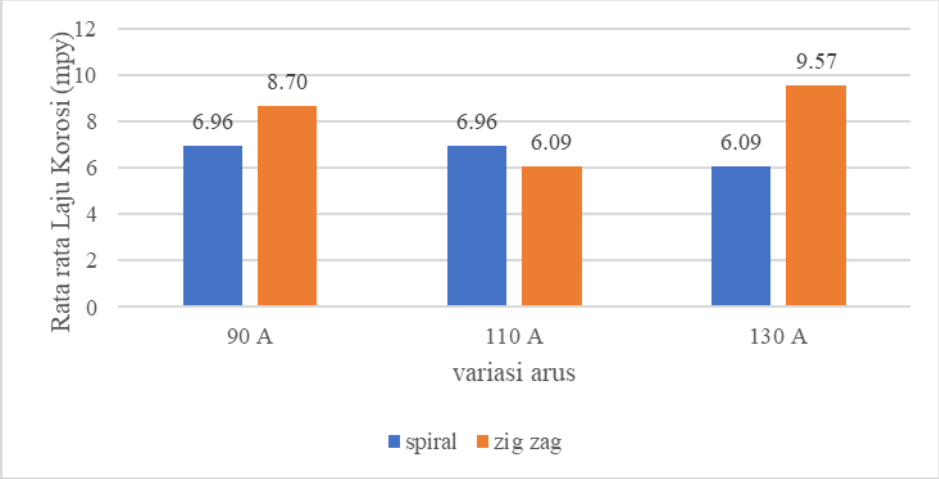
Variasi Arus (Ampere)	**Variasi Ayunan**	**Sebelum Perendaman**	**Sesudah Perendaman**
90	Spiral		
110			

ISSN 2775-5630

Variasi Arus (Ampere)	**Variasi Ayunan**	**Sebelum Perendaman**	**Sesudah Perendaman**
130			
90	Zig zag		
110			
130			

Laju korosi hasil las baja AISI 1040 pada media NaCl 5%

Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa baja AISI 1040 dalam pengujian menggunakan varisi arus (90A, 110A, 130A) dengan menggunakan varisi ayuanan spiral pada variasi arus 90A dengan menggunakan variasi ayunan spiral mendapatkan nilai rata rata 6,96 mpy, pada varisi arus 110A deangan menggukan variasi ayunan spiral mendapatkan nilai rata rata 6,96 mpy, dan untuk variasi arus 130A dengan menggunakan variasi ayunan yang sama mendapatkan nilai rata rata 6,09 mpy. Sedangkan dalam pengujian dengan menggunakan variasi arus (90A, 110A, 130A) dan variasi ayuanan zig zag yang direndam pada media NaCl dan aquades mengalami lebih banyak korosi dibandingakan dengan varsiasi ayunan spiral, dan dapat kita lihat pada selisih berat baja pada proses penimbangan awal dan proses penimbanagan ahir dengan selisih 0,2gram sampai dengan 0,5gram. Dengan demikian pada variasi arus 90A dengan variasi ayunan zig zag mendapatkan nilai rata rata 8,70 mpy, untuk variasi arus 110A dengan variasi ayunan zig zag mendapatkan nilai rata rata 6,09 mpy dan untuk variasi arus 130A dengan menggunakan variasi ayunan yang sama mendapatkan nilai rata rata 9,57 mpy.

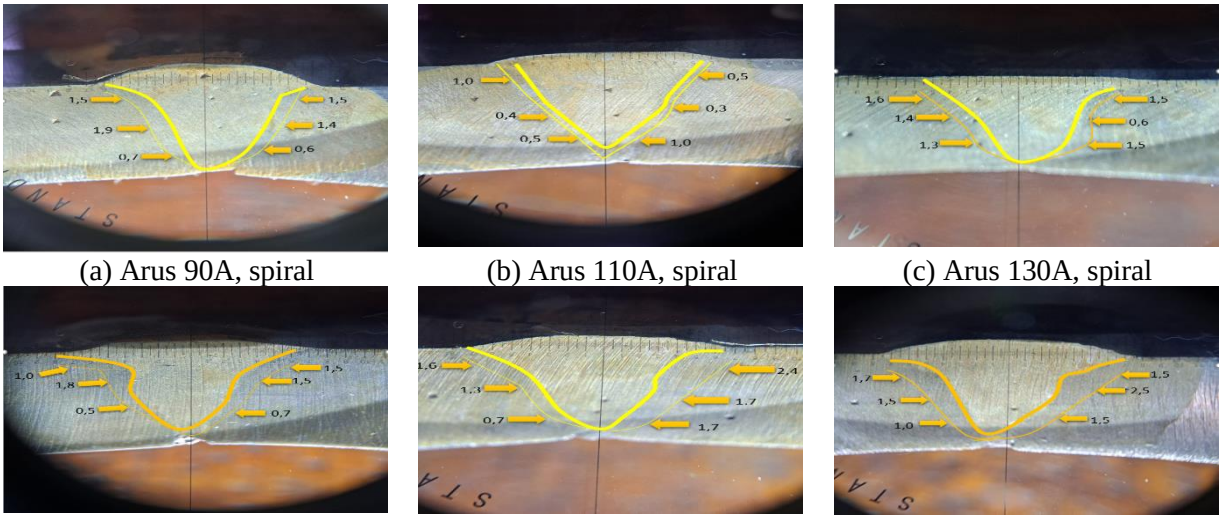


Gambar 3. Perbandingan rata-rata laju korosi

Baja AISI 1040 dengan variasi arus (90A, 110A dan 130A) dan variasi ayunan spiral menunjukan adanya sedikit perbedaan antara variasi ayunan zig zag dan arus yang sama. Dengan demikian pada variasi ayunan spiral dengan menggunkan arus 90A, 110A mendapakan nilai rata rata laju korosi yang sama tetapi pada variasi arus 130A megalami sedikit penurunan, dan pada varisi ayunan spiral ini dapat dikatakan lebih stabil dibandingkan dengan variasi ayunan zig zag karena perbedaan kecepatan pengelasan pada jenis ayunan tersebut, Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi arus dan variasi ayunan pada pengelasan juga dapat mempengaruhi laju korosi.

Foto makro pada hasil las baja AISI 1040

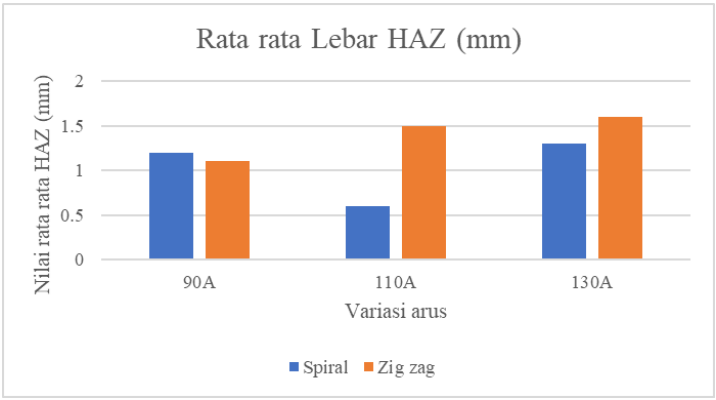
Pada Gambar 4 merupakan hasil foto makro pada Baja AISI 1040 yang telah dilas dengan menggunakan variasi arus 90A, 110A, dan 130A dan menggunakan variasi ayunan spiral dan zig zag. Foto makro dilakukan untuk mengetahui atau menganalisis bentuk dan batas antara logam las, HAZ (*heat affected zone*) dan logam induk. Setiap spesimen sebelum melakukan pengujian foto makro, permukaan baja harus dietsa terlebih dahulu dengan menggunakan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 15%.



(a) Arus 90A, spiral (b) Arus 110A, spiral (c) Arus 130A, spiral

(d) Arus 90A, zig-zag (e) Arus 110A, zig-zag (f) Arus 130A, zig-zag

Gambar 4. Foto makro baja AISI 1040 hasil las SMAW

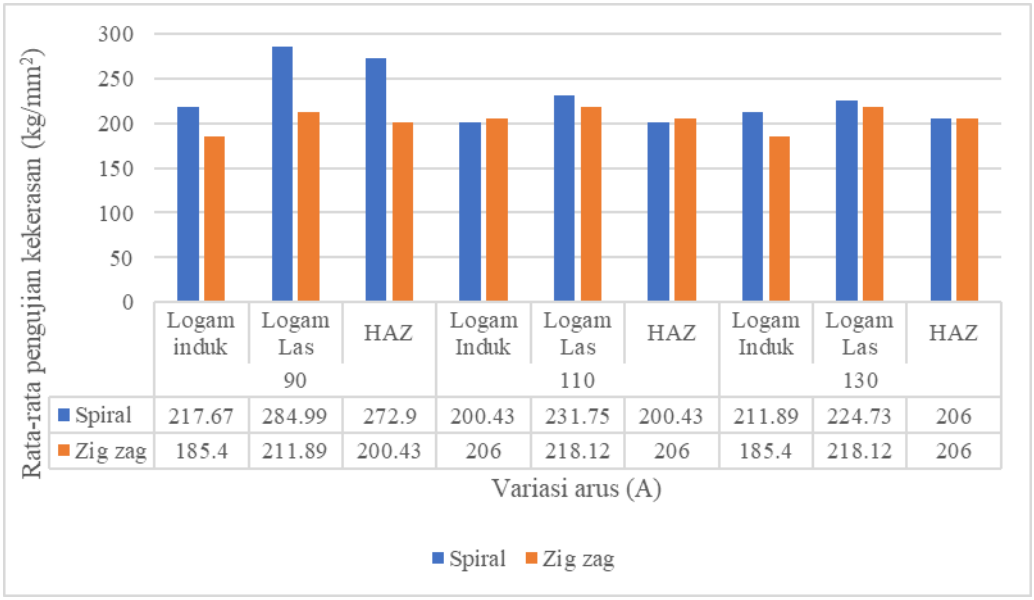


Gambar 5. Rata-rata struktur makro ayunan spiral dan zig zag

Pada Gambar 5 di atas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran HAZ dengan variasi arus pengelasan 90A, 110A, 130A dan menggunakan variasi ayuanan spiral dan zig zag. Pada ayunan zig zag semakin besar arus maka pelebaran HAZ semakin luas dibandingkan dengan ayunan spiral. Hal ini dikarenakan pola ayunan zig zag adalah pola gerakan yang melebar adan memperluas daerah logam las [10].

Kekerasan Vickers pada hasil las baja AISI 1040

Berdasarkan Gambar 6 data hasil pengujian kekerasan dengan dua variasi ayunan yang berbeda telah dilakukan, menunjukan pengujian kekerasan dengan variasi ayunan spiral dan arus 90A pada logam las mendapatkan nilai rata rata lebih tinggi dari pada logam induk dan HAZ maupun dengan variasi ayunan zig zag dengan arus 90A, sedangkan arus 110A dan 130A dengan ayunan spiral mendapatkan nilai rata rata paling tinggi, dibandingkan dengan deangan ayunan zig zag pada arus yang sama. Dengan demikian nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi arus 90A ayunan spiral pada logam las, yang dimana pada logam las ini tempat yang secara langsung terjadinya proses pemanasan pengelasan dan suhu yang dihasilkan oleh arus 90A pada logam las lebih kecil sehingga hanya sedikit pengaruh terhadap sifat kekerasan pada logam pengelasan dan juga kecepatan pengelasan dapat memepengaruhi nilai kekerasan pada baja, sehingga nilai kekerasan yang terjadi pada area logam logam las lebih tinggi [11].



	Logam induk	Logam Las	HAZ	Logam Induk	Logam Las	HAZ	Logam Induk	Logam Las	HAZ
	90			110			130		
Spiral	217.67	284.99	272.9	200.43	231.75	200.43	211.89	224.73	206
Zig zag	185.4	211.89	200.43	206	218.12	206	185.4	218.12	206

Gambar 6. Pengujian kekerasan dengan variasi arus dan ayunan

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah diselsaikan menggunakan spesimen baja AISI 1040 pada media korosi NaCl 5% dengan variasi arus pengelasan dan ayunan terhadap laju korosi dan kekerasan.

1. Pada pengujian laju korosi dapat dsimpulkan bahwa arus pengelasan juga dapat mempengaruhi laju korosi karena dapat merubah struktur dan nilai kekerasan pada material dan serta adanya siklus termal.
2. Pada pengujian dengan metode Vickers dsimpulkan nilai kekerasan yang paling rendah didapatkan pada variasi arus 90 A ayunan zig zag dikarenakan suhu yang dihasilkan oleh arus 90A pada logam las lebih kecil sehingga hanya sedikit pengaruh terhadap sifat kekerasan pada logam pengelasan dan juga kecepatan pengelasan dapat memepengaruhi nilai kekerasan pada baja.
3. Pada pengujian foto makro yang telah didapatkan untuk nilai rata rata HAZ yang paling rendah terdapat pada arus 110 A dengan ayunan spiral mendapatkan nilai rata rata 0,6 mm sedangkan nilai rata rata paling tinggi terdapat pada arus 130 A ayunan zig zag mendapatkan nilai 1,5 mm.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. R. Pratiwi and S. S. Wibowo, "PENGARUH JENIS ELEKTRODA DAN JUMLAH PASS TERHADAP UJI KEKERASAN HASIL PENGELASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PROSES PENGELASAN SHIELDED METAL ARCH WELDING," *Briliant J. Ris. Dan Konseptual*, vol. 4, no. 2, p. 159, May 2019, doi: 10.28926/briliant.v4i2.287.

[2] Azwinur and Muhazir, "PENGARUH JENIS ELEKTRODA PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL SS400," *J. Polimesin*, vol. 17, pp. 19–25, 2019.

[3] E. A. Setiawan and A. A. Rosidah, "Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan dan Diameter Elektroda pada Pengelasan Logam Tak Sejenis AISI 304 – ST42 terhadap Kekuatan Tarik dan Lebar HAZ," *J. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 1–4, Apr. 2023, doi: 10.9744/jtm.20.1.1-4.

[4] Suheni, A. A. Rosidah, D. P. Ramadhan, T. Agustino, and F. F. Wiranata, "Effect of Welding Groove and Electrode Variation to the Tensile Strength and Macrostructure on 304 Stainless Steel and AISI 1045 Dissimilar Welding Joint Using SMAW Process," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2117, no. 1, p. 012018, Nov. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012018.

[5] D. Payana, I. M. Widiyarta, and M. Sucipta, "Kekerasan Baja Karbon Sedang dengan Variasi Suhu Permukaan Material," *J. METTEK*, vol. 4, no. 2, p. 43, Nov. 2018, doi: 10.24843/METTEK.2018.v04.i02.p02.

[6] A. Nugroho and E. Setiawan, "PENGARUH VARIASI KUAT ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAS PLATE CARBON STEEL ASTM 36," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, 2018.

[7] R. Kohar, "LAJU DAN BENTUK KOROSI PADA BAJA KARBON MENENGAH YANG MENDAPAT PERLAKUAN PADA SUHU AUSTENIT DIUJI DI DALAM LARUTAN NaCl 3 N".

[8] I. K. Rimpung, "ANALISIS PERUBAHAN KEKERASAN PERMUKAAN BAJA (St. 42) DENGAN PERLAKUAN PANAS 800◦C MENGGUNAKAN METODE VICKERS DI LABORATORIUM UJI BAHAN POLITEKNIK NEGERI BALI," vol. 17, no. 1, 2017.

[9] D. K. Putra and A. D. Anggono, "Pengaruh Proses Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Laju Korosi Material Baja ST 37 Pada Daerah HAZ Dan Base Metal Dengan Variasi Ampere 120,160,200," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017.

[10] Y. F. Afan, "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," vol. 07, 2018.

[11] D. F. B. Pranawan and D. Suwito, "PENGARUH TEKNIK PENGELASAN ALUR SPIRAL, ALUR ZIG – ZAG, DAN LURUS PADA ARUS 85 A TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA ST 41," *J. Mhs. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 04, 2016.