

## ***Analysis of Impact Strength and Hardness on Dissimilar Metal Welding (DMW) between Carbon Steel and Stainless Steel Using Stainless Steel Electrodes***

### **[Analisa Kekuatan Impak Dan Kekerasan pada Dissimilar Metal Welding (DMW) antara Baja Karbon dan Stainless Steel Menggunakan Elektroda Stainless Steel]**

Septian Eko Prasetyo<sup>1)</sup>, Mulyadi\*<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [mulyadi@umsida.ac.id](mailto:mulyadi@umsida.ac.id)

**Abstract.** Dissimilar metal welding is an important method in the manufacturing industry for joining materials with different mechanical and chemical properties in order to achieve optimal joint performance. The combination of carbon steel and stainless steel is widely used because it integrates the high strength and low cost of carbon steel with the excellent corrosion resistance of stainless steel. However, differences in the characteristics of these two materials pose challenges in determining appropriate welding parameters. This study aims to analyze the effect of variations in welding current and welding sequence on the mechanical properties of dissimilar metal joints between carbon steel and stainless steel using stainless steel electrodes. The welding process was carried out using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method on nine specimens with variations in current and welding sequence. The tests conducted included impact strength and Vickers hardness tests in the weld metal and heat affected zone (HAZ) regions. The results show that variations in welding parameters significantly affect the mechanical properties of the welded joints. The highest impact strength value of 0.138 J/mm<sup>2</sup> was obtained at a welding current of 100 A, while the lowest value of 0.056 J/mm<sup>2</sup> occurred at 120 A due to undercut defects. The highest hardness value was found in the HAZ region. Overall, a welding current of 100 A produced more optimal joint properties.

**Keywords -** Dissimilar Metal Welding (DMW), Impact Strength, Hardness, Carbon Steel, Stainless Steel.

**Abstrak.** Pengelasan dissimilar metal merupakan metode penting dalam industri manufaktur untuk menggabungkan material dengan sifat mekanik dan kimia yang berbeda guna memperoleh performa sambungan yang optimal. Kombinasi baja karbon dan stainless steel banyak digunakan karena mampu memadukan kekuatan serta biaya rendah dari baja karbon dengan ketahanan korosi dari stainless steel. Namun, perbedaan karakteristik kedua material tersebut menimbulkan tantangan dalam penentuan parameter pengelasan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kuat arus dan urutan pengelasan terhadap sifat mekanik sambungan dissimilar metal antara baja karbon dan stainless steel menggunakan elektroda stainless steel. Proses pengelasan dilakukan dengan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada sembilan spesimen dengan variasi arus dan urutan pengelasan. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekuatan impak dan kekerasan Vickers pada daerah weld metal dan heat affected zone (HAZ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi parameter pengelasan berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik sambungan. Nilai kekuatan impak tertinggi sebesar 0,138 Joule/mm<sup>2</sup> diperoleh pada arus 100 A, sedangkan nilai terendah sebesar 0,056 Joule/mm<sup>2</sup> terjadi pada arus 120 A akibat cacat undercut. Nilai kekerasan tertinggi berada pada daerah HAZ. Secara keseluruhan, arus pengelasan 100 A memberikan hasil sambungan yang lebih optimal.

**Kata Kunci –** Dissimilar Metal Welding (DMW), Kekuatan Impak, Kekerasan, Baja Karbon, Stainless Steel.

## **I. PENDAHULUAN**

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang konstruksi, pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan dan peningkatan industri, Karena mempunyai peranan yang sangat penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir pada setiap pembangunan suatu konstruksi dengan logam melibatkan unsur pengelasan, karena kemampuannya untuk menggabungkan logam secara permanen [1]. Dalam aplikasi tertentu, seringkali diperlukan penggabungan dua material yang berbeda (*dissimilar metal*) guna mengoptimalkan kekuatan, ketahanan terhadap korosi, serta biaya produksi [2].

*Dissimilar Metal Welding* (DMW) adalah proses pengelasan dua logam yang berbeda jenis, yaitu logam yang memiliki karakteristik fisik, kimia, dan sifat mekanik yang berbeda. Proses ini sering dilakukan untuk memenuhi kebutuhan khusus dalam aplikasi tertentu, seperti menggabungkan keunggulan masing-masing logam. Pengelasan dissimilar sering digunakan ketika diperlukan sifat sambungan yang khusus, misalnya untuk meningkatkan ketahanan

korosi, kekuatan, atau kemampuan hantar panas [3]. *dissimilar metal* sering digunakan untuk menyambung material baja tahan karat dengan material yang lain. Hal tersebut juga sering digunakan karena perubahan sifat mekanik atau performa yang dibutuhkan. Salah satu kombinasi dissimilar metal yang banyak digunakan adalah baja karbon dan stainless steel [4].

Baja karbon adalah logam yang mengandung karbon sebagai unsur utama, memiliki sifat mudah dibentuk dan ketangguhan yang tinggi dan memiliki kekuatan yang baik serta biaya yang lebih rendah, sedangkan stainless steel memiliki ketahanan yang unggul terhadap korosi dan mengandung kromium sebagai unsur utama, sehingga penggabungan keduanya menawarkan karakteristik yang saling melengkapi untuk mendapatkan hasil pengelasan yang kuat dan tahan lama [5]. Penggunaan elektroda stainless steel dalam pengelasan dissimilar metal ini diharapkan dapat mengurangi masalah yang timbul dan memperbaiki kualitas sambungan dengan memperbaiki distribusi elemen paduan pada area las [6].

Elektroda stainless steel adalah paduan logam yang terutama terdiri dari besi dan kromium dengan kandungan minimal 10.5% kromium. Kromium membentuk lapisan oksida tipis yang melindungi baja dari karat dan korosi. Elektroda stainless steel dikenal karena ketahanan terhadap karat dan noda, menjadikannya pilihan populer untuk berbagai aplikasi pengelasan [7]. Namun, pengelasan dissimilar metal dengan elektroda stainless steel pada baja karbon dan stainless steel memiliki tantangan tersendiri. Perbedaan komposisi kimia, titik leleh, serta sifat fisik kedua logam tersebut dapat menimbulkan masalah dalam proses pengelasan, seperti ketidak sempurnaan pada sambungan dan munculnya cacat pengelasan atau retakan akibat tegangan termal [8].

Penyetelan kuat arus pengelasan juga akan mempengaruhi hasil Pengelasan. Bila arus yang digunakan untuk mengelas terlalu tinggi maka elektroda akan cepat mencair, makin tinggi arus las makin tinggi penembusan dan kecepatan pencairannya [9]. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa variasi parameter proses seperti arus dan tegangan pengelasan dapat secara signifikan mempengaruhi pembentukan struktur makro pada cacat pengelasannya [10].

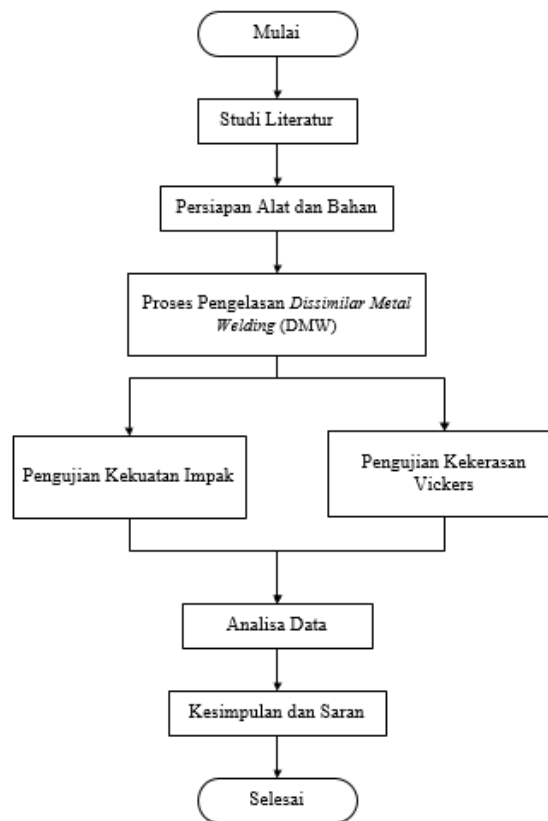
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan berbagai kombinasi parameter proses dissimilar metal pada baja karbon dan stainless steel. Melalui analisis mendalam terhadap hasil pengujian kekuatan impact dan kekerasan vikors diharapkan dapat ditemukan hubungan yang jelas antara parameter proses dengan karakteristik material. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh penggunaan elektroda stainless steel dalam pengelasan dissimilar metal antara baja karbon dan stainless steel, serta faktor-faktor yang memengaruhi kekuatan dan kualitas sambungan yang dihasilkan.

## II. METODE

Penelitian ini akan dilakukan dengan tahapan eksperimen untuk mengetahui kekuatan dan kualitas sambungan pengelasan *dissimilar metal* antara baja karbon dan stainless steel menggunakan elektroda stainless steel. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dengan pemilihan material baja karbon dan stainless steel yang cocok untuk pengelasan menggunakan teknik *Dissimilar Metal Welding (DMW)* [11]. Parameter proses seperti arus pengelasan dipelajari dengan seksama dalam variasi yang terkontrol. Setelah pengelasan selesai, dilakukan proses pengujian kekuatan impact dan pengujian kekerasan vikors, data yang dihasilkan kemudian dianalisis statistik untuk mengidentifikasi hubungan parameter proses pengelasan *Dissimilar Metal* dengan karakteristik mekanis sambungan pengelasan baja karbon dan stainless steel [12]. Metode ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang optimalisasi proses pengelasan *Dissimilar Metal* untuk meningkatkan kualitas sambungan baja dalam berbagai aplikasi industri. Langkah-langkah secara detail proses penelitiannya adalah sebagai berikut:

### A. Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam proses penyusunan penelitian ini digambarkan secara sistematis dalam diagram alir (*flowchart*). Berikut merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## B. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan sebagai tahap awal dan juga sebagai landasan materi dengan mempelajari beberapa referensi dari jurnal, artikel, buku, tugas akhir yang berkaitan, pengamatan secara langsung di lapangan, juga dari media internet, dan diskusi dengan dosen pembimbing yang ada kaitannya dengan besar perencanaan tinjauan parameter pengelasan DMW (*Dissimilar Metal Welding*) Terhadap hasil pengujian kekuatan impact dan pengujian kekerasan vickers.

## C. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan DMW (*Dissimilar Metal Welding*) juga pengujian kekuatan impact dan pengujian kekerasan vickers spesimen yaitu sebagai berikut.

1. Plat Baja ASTM A36 dan Plat Stainless Steel 316  
Material yang digunakan untuk proses pengelasan *Dissimilar Metal* digunakan yaitu baja karbon ASTM A36 dan stainless steel 316. Dimensi plat yang digunakan yaitu 150 x 100 x 5 mm.
2. Mesin Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)  
Mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) pada penelitian ini digunakan untuk proses pengelasan dengan menyambungkan antar plat baja ASTM A36 dengan Plat Stainless Steel 316 menggunakan elektroda stainless steel diameter 2,5 mm, sehingga membentuk spesimen dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan [13]. Parameter yang dirubah dari mesin las yaitu kuat arusnya yaitu 80 A, 100 A, 120 A.
3. Elektroda Stainless Steel  
Elektroda stainless steel adalah kawat las yang digunakan untuk mengelas baja tahan karat. Elektroda ini dirancang khusus untuk jenis baja tahan karat tertentu. Pada penelitian ini elektroda digunakan sebagai penyambung antara plat baja ASTM A36 dengan Plat Stainless Steel 316 [14]. Elektroda stainless steel yang digunakan diameter 2,5 mm.

#### 4. Alat Uji Impak

Alat uji impact ini digunakan untuk mengetahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi. Dimana material uji dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat [13].

Nilai impact dipengaruhi temperatur Karena temperatur dapat mempengaruhi material uji maka dalam melakukan pengujian, sebaiknya dilakukan pada suhu kamar. Alat yang digunakan adalah charpy test. Ada dua jenis batang uji standar yang digunakan, yaitu tarikan berbentuk V dan U [14]. Dalam pengujian ini menggunakan tarikan berbentuk V. Bentuk material yang digunakan tarik berbentuk V karena dapat melokalisir energi patahan.

#### 5. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan (hardness tester) adalah instrumen untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap deformasi permanen, seperti penetrasi, goresan, atau abrasi, dengan cara menekan sebuah "indenter" (penembus) berbahan keras (intan, baja) ke permukaan spesimen menggunakan beban tertentu, lalu mengukur jejak atau kedalaman penetrasinya untuk menentukan nilai kekerasan material tersebut, yang krusial untuk kontrol kualitas di berbagai industri [11].

Spesimen dari daerah las dan daerah terpengaruh panas (*heat-affected zone*) akan dipotong untuk pengujian kekerasan vickers. Uji kekerasan vickers adalah metode pengujian kekerasan material dengan menggunakan bola logam untuk menciptakan lekukan pada permukaan material yang sedang diuji. Lekukan yang dihasilkan kemudian diukur diameternya untuk menentukan nilai kekerasan vickers (HV). Pengukuran kekerasan spesimen pada sambungan pengelasan dengan menggunakan standar pengujian kekerasan vickers [15].

### D. Proses Pengelasan *Dissimilar Metal Welding* (DMW)

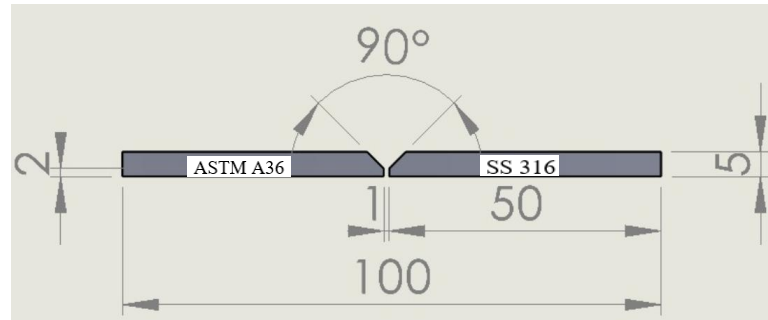
Spesimen plat baja ASTM A36 dan stainless steel akan dilas dengan posisi 1G dengan beberapa parameter yang akan menjadi acuan variasi yaitu variasi kuat arus pengelasan dan pengulangan percobaan 1,2 dan 3 setelah pengelasan.

**Tabel 1.** Parameter Proses pengelasan *Dissimilar Metal Welding*.

No, spc	Kuat Arus (A)	Pengelasan	Uji Kekuatan Impak	Uji Kekerasan Vickers
1	80	1	-	-
2	80	2	-	-
3	80	3	-	-
4	100	1	-	-
5	100	2	-	-
6	100	3	-	-
7	120	1	-	-
8	120	2	-	-
9	120	3	-	-

Pada penelitian ini proses Pengelasan *Dissimilar Metal Welding* (DMW) dilakukan sebanyak 9 kali dengan perbedaan parameter yang telah ditentukan. Berikut adalah langkah –langkah proses Pengelasan *Dissimilar Metal Welding* (DMW) :

1. Siapkan mesin las SMAW, elektroda, meja untuk pengelasan plat baja ASTM A36 dan plat stainless steel yang akan digunakan.
2. Jig atau klem plat baja ASTM A36 dan plat stainless steel yang telah disiapkan untuk mencegah terjadinya proses pemuaihan pada plat.
3. Atur Parameter mesin las SMAW sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.
4. Lakukan proses pengelasan pada plat plat baja ASTM A36 dan plat stainless steel sebanyak 9 kali.
5. Pada setiap hasil pengelasan lakukan pendinginan pada hasil pengelasan sesuai dengan parameter pendingin yang ditentukan.
6. Kemudian lakukan pembersihan pada hasil pengelasan di area pengelasan dan memberikan nomer specimen sesuai dengan nomer parameter.
7. Apabila semua proses pengelasan sudah selesai lakukan pembersihan lingkungan sekitar pengelasan dan pembersihan pada alat dan bahan pengelasan.



**Gambar 2.** Desain Bentuk Join *Dissimilar Metal Welding*

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Kekuatan Impak

Pengujian spesimen uji impak dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Uji ini bertujuan untuk mengetahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga impact semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi. pengelasan *Dissimilar Metal Welding* (DMW) pada plat baja ASTM A36 dan plat stainless steel menggunakan pengujian impact type Charpy.



**Gambar 3.** Pengujian Kekuatan Impak

Harga impact dapat dicari dengan persamaan :

$$E = W \cdot R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- E = Energi Impact yang terserap (*Joule*)
- W = Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )
- R = Radius (m)
- $\beta$  = Sudut akhir ( $^\circ$ )
- $\alpha$  = Sudut awal ( $^\circ$ )

$$IS = \frac{E}{F} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- IS = Nilai *Impact* (*Joule/mm<sup>2</sup>*)
- E = Energi Impact yang terserap (*Joule*)
- F = Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )

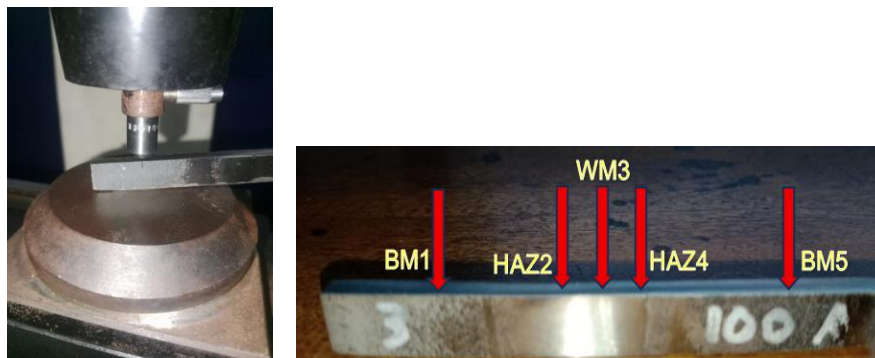
**Tabel 2.** Data Hasil Pengujian Impak

No. Spc	Kuat Arus (A)	Pengelasan	E (Joule)	IS (Joule/mm <sup>2</sup> )
1.	80	1	2.952	0.074
2.	80	2	4.145	0.104
3.	80	3	3.825	0.096
4.	100	1	4.465	0.112
5.	100	2	5.433	0.136
6.	100	3	5.514	0.138
7.	120	1	2.479	0.062
8.	120	2	2.243	0.056
9.	120	3	4.465	0.112

Sesuai data pada **Tabel 2.** hasil pengujian Impact dari 9 spesimen dengan parameter proses yang di uji diperoleh nilai tertinggi pada spesimen 6 dengan parameter kuat arus 100A dengan pengelasan ke 3 memperoleh hasil energi impact 5.514 Joule dan nilai kekuatan impact sebesar 0,138 Joule/mm<sup>2</sup>. Nilai terendah ada pada spesimen 8 dengan parameter kuat arus 120A dengan pengelasan ke 2 memperoleh hasil energi impact 2.243 Joule dan nilai kekuatan impact sebesar 0,056 Joule/mm<sup>2</sup>.

### B. Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Spesimen dari daerah las dan daerah terpengaruh panas (heat-affected zone) akan dipotong untuk pengujian kekerasan vickers. Uji kekerasan vickers adalah metode pengujian kekerasan material dengan menggunakan bola logam untuk menciptakan lekukan pada permukaan material yang sedang diuji. Lekukan yang dihasilkan kemudian diukur diameternya untuk menentukan nilai kekerasan vickers (HV). Pengukuran kekerasan spesimen pada sambungan pengelasan dengan menggunakan standar pengujian kekerasan vickers.

**Gambar 4.** Pengujian Kekerasan Vickers

Nilai Kekerasan Vickers dapat dicari dengan persamaan :

$$HV = \frac{D1+D2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

$$HV = \frac{2F \sin(136^\circ/2)}{D^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$HV = \frac{1,854 \cdot F}{D^2} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

HV = Nilai kekerasan vickers (kgf/mm<sup>2</sup>)

F = Beban (kg)

D = Panjang diagonal rata-rata (mm)

D1 = Panjang Diagonal 1

D2 = Panjang Diagonal 2

1. Spesimen 6 (100 Ampere Pengelasan ke 3)

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen 6

Posisi	Hardness Vickers (HV)
BM 1 ( <i>stainless steel</i> )	74.8
HAZ 2 ( <i>stainless steel</i> )	77.2
WM 3 ( <i>weld metal</i> )	69.2
HAZ 4 (ASTM A36)	75.3
BM 5 (ASTM A36)	71.7
Rata - rata	73.64

Sesuai dengan **Tabel 3**. Berdasarkan spesimen 6 parameter 100 Ampere pengelasan ke 3, hasil kekerasan vickers tertinggi berada pada daerah HAZ 2 (*Heat Affected Zone stainless steel*) yaitu 77.2 HV dan hasil kekerasan vickers terendah berada pada daerah WM 3 (*Weld Metal*) yaitu 69.2 HV. Kemudian rata – rata pada seluruh pengujian kekerasan vickers yaitu 73.64 HV. Nilai kekerasan vickers pada daerah HAZ lebih tinggi dari pada daerah *Weld Metal* terjadi karena HAZ berasal dari logam induk yang mungkin memiliki kandungan karbon lebih tinggi, yang jika terkena siklus panas las, akan meningkatkan potensi pengerasan secara signifikan dan pada *weld metal* logam kandungannya berasal dari elektroda las dan hasil keuletan daerah *weld metal* dipengaruhi oleh proses pengelasan secara professional untuk mendapatkan hasil *weld metal* yang keuletannya tinggi.

2. Spesimen 8 (120 Ampere Pengelasan ke 2)

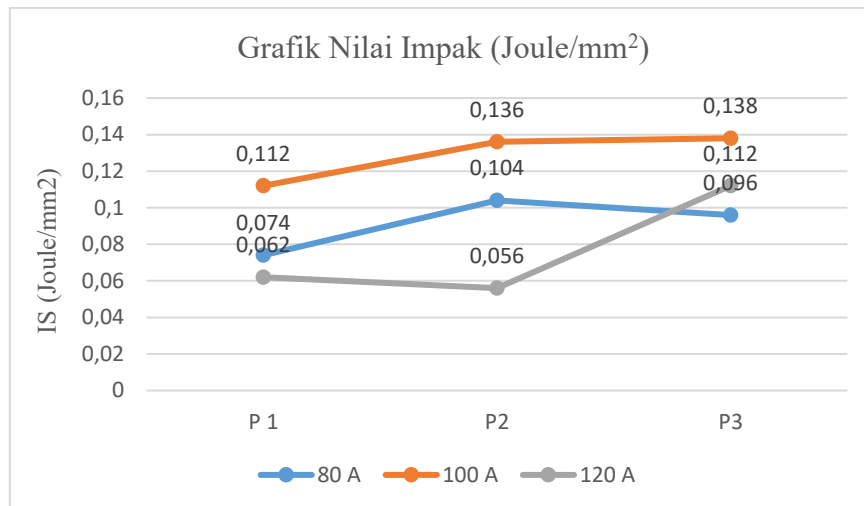
**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen 8

Posisi	Hardness Vickers (HV)
BM 1 ( <i>stainless steel</i> )	72.9
HAZ 2 ( <i>stainless steel</i> )	76.7
WM 3 ( <i>weld metal</i> )	69.3
HAZ 4 (ASTM A36)	72
BM 5 (ASTM A36)	73.8
Rata - rata	72.94

Sesuai dengan **Tabel 4**. Berdasarkan spesimen 8 parameter 120 Ampere pengelasan ke 2, hasil kekerasan vickers tertinggi berada pada daerah HAZ 2 (*Heat Affected Zone stainless steel*) yaitu 76.7 HV dan hasil kekerasan vickers terendah berada pada daerah WM 3 (*Weld Metal*) yaitu 69.3 HV. Kemudian rata – rata pada seluruh pengujian kekerasan vickers yaitu 72.94 HV. Nilai kekerasan vickers pada daerah HAZ lebih tinggi dari pada daerah *Weld Metal* terjadi karena HAZ berasal dari logam induk yang mungkin memiliki kandungan karbon lebih tinggi, yang jika terkena siklus panas las, akan meningkatkan potensi pengerasan secara signifikan dan pada *weld metal* logam kandungannya berasal dari elektroda las dan hasil keuletan daerah *weld metal* dipengaruhi oleh proses pengelasan secara professional untuk mendapatkan hasil *weld metal* yang keuletannya tinggi.

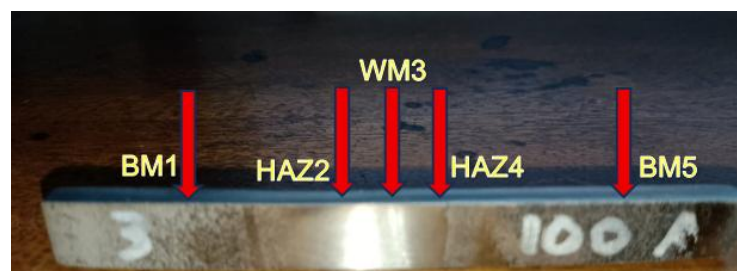
### C. Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Impak Charpy dan Kekerasan Vickers

Tujuan dari analisa dan pembahasan yaitu untuk memudahkan pemahaman pada data dari hasil pengujian kekuatan impak yaitu dengan menampilkan grafik nilai impak dan pada pengujian kekerasan vickers ditampilkan daerah pengujian kekerasannya kemudian. dilakukan proses analisa pada hasil pengelasan *Dissimilar Metal Welding* (DMW).



**Gambar 5.** Grafik Nilai Impak

Berdasarkan pada **Gambar 5**. Grafik hasil pengujian kekuatan impact dari 9 spesimen dengan parameter proses diperoleh nilai harga tertinggi pada spesimen 6 dengan parameter kuat arus 100A dengan pengelasan ke 3 memperoleh hasil nilai kekuatan impact sebesar 0,138 Joule/mm<sup>2</sup> karena dengan ampere pengelasan yang tepat dan posisi pengelasan yang tepat maka menjadikan pengelasan cenderung lebih baik sehingga mendapatkan hasil yang baik juga pada uji impact. Nilai impact terendah pada spesimen spesimen 8 dengan parameter kuat arus 120A dengan pengelasan ke 2 memperoleh hasil nilai kekuatan impact sebesar 0,056 Joule/mm<sup>2</sup> karena dengan ampere pengelasan yang terlalu tinggi menjadikan isi weld metal pada kumpuh mengalami undercut maka menjadikan pengelasan cenderung kurang lebih baik sehingga mendapatkan hasil yang rendah pada uji impact.



**Gambar 6.** Posisi Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen 6

Pada **Gambar 6**. Merupakan posisi pengujian kekerasan vickers spesimen 6 dengan kuat arus 100 ampere pengelasan ke 3. BM 1 yaitu *Base Metal stainless steel*, HAZ 2 yaitu *Heat Affected Zone stainless steel*, WM 3 yaitu *Weld Metal*, HAZ 4 yaitu *Heat Affected Zone ASTM A36*, BM 5 yaitu *Base Metal ASTM A36*. Nilai kekerasan vickers pada daerah HAZ lebih tinggi dari pada daerah *Weld Metal* terjadi karena HAZ berasal dari logam induk yang mungkin memiliki kandungan karbon lebih tinggi, yang jika terkena siklus panas las, akan meningkatkan potensi pengerasan secara signifikan dan pada *weld metal* logam kandungannya berasal dari elektroda las dan hasil keuletan daerah *weld metal* dipengaruhi oleh proses pengelasan secara profesional untuk mendapatkan hasil *weld metal* yang keuletannya tinggi.



**Gambar 7.** Posisi Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen 8

Pada **Gambar 7**. Merupakan posisi pengujian kekerasan vikers spesimen 8 dengan kuat arus 120 ampere pengelasan ke 2. BM 1 yaitu *Base Metal stainless steel*, HAZ 2 yaitu *Heat Affected Zone stainless steel*, WM 3 yaitu *Weld Metal*, HAZ 4 yaitu *Heat Affected Zone ASTM A36*, BM 5 yaitu *Base Metal ASTM A36*. Nilai kekerasan vikers pada daerah HAZ lebih tinggi dari pada daerah *Weld Metal* terjadi karena HAZ berasal dari logam induk yang mungkin memiliki kandungan karbon lebih tinggi, yang jika terkena siklus panas las, akan meningkatkan potensi pengerasan secara signifikan dan pada *weld metal* logam kandungannya berasal dari elektroda las dan hasil keuletan daerah *weld metal* dipengaruhi oleh proses pengelasan secara profesional untuk mendapatkan hasil *weld metal* yang keuletannya tinggi.

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Analisa Kekuatan Impak Dan Kekerasan pada *Dissimilar Metal Welding* (DMW) antara Baja Karbon dan *Stainless Steel* Menggunakan Elektroda *Stainless Steel*” dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kekuatan impak tertinggi diperoleh pada spesimen 6 dengan parameter arus pengelasan 100 A dan pengelasan ke-3 sebesar 0,138 Joule/mm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arus pengelasan yang tepat dan posisi pengelasan yang sesuai mampu menghasilkan kualitas sambungan las yang lebih baik, sehingga meningkatkan ketangguhan material terhadap beban kejut. Sebaliknya, nilai kekuatan impak terendah diperoleh pada spesimen 8 dengan arus pengelasan 120 A dan pengelasan ke-2 sebesar 0,056 Joule/mm<sup>2</sup>, yang disebabkan oleh penggunaan arus las yang terlalu tinggi sehingga menimbulkan cacat undercut pada weld metal dan menurunkan ketangguhan sambungan las.
2. Hasil pengujian kekerasan Vickers menunjukkan bahwa pada kedua spesimen yang dianalisis, nilai kekerasan tertinggi berada pada daerah Heat Affected Zone (HAZ), khususnya HAZ 2, baik pada spesimen 6 sebesar 77,2 HV maupun pada spesimen 8 sebesar 76,7 HV. Sementara itu, nilai kekerasan terendah berada pada daerah Weld Metal (WM 3), masing-masing sebesar 69,2 HV dan 69,3 HV. Rata-rata nilai kekerasan Vickers pada spesimen 6 sebesar 73,64 HV dan pada spesimen 8 sebesar 72,94 HV. Perbedaan nilai kekerasan ini terjadi karena daerah HAZ berasal dari logam induk yang mengalami siklus panas selama proses pengelasan, sehingga berpotensi mengalami peningkatan kekerasan akibat perubahan struktur mikro. Sebaliknya, weld metal memiliki sifat yang lebih ulet karena komposisi logamnya berasal dari elektroda las dan sangat dipengaruhi oleh parameter serta kualitas proses pengelasan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan teknik mesin angkatan 2019, himpunan mahasiswa dan teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] E. Wiseno, "Pengujian non-destructive variasi arus GTAW terhadap sifat pada dissimilar metal welding AISI 1020 dan AISI 304," *Jurnal Ilmiah Flash*, vol. 10, no. 1, 2024.
- [2] H. Kadir, R. Riswanda, A. S. Alfauzi, and B. Sumiyarso, "Pengaruh kondisi parameter pengelasan MAG sambungan las baja tidak sejenis terhadap struktur mikro dan kekerasan daerah HAZ," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 3, pp. 457–466, 2021.
- [3] A. T. Wiratno, *Analisa pengelasan stainless steel 304 dengan carbon steel menggunakan jenis pengelasan SMAW, GTAW dan kombinasi terhadap sifat mekanik material*, Doctoral dissertation, Universitas Tridianati Palembang, 2021.
- [4] A. Sebayang, E. Tarigan, and L. Tarigan, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan 120 A, 130 A, 140 A, dan 150 A terhadap Kekuatan Tarik pada Material ST 37 dengan Metode Pengelasan Metal Inert Gas (MIG)," *Jurnal Pustaka Cendekia Hukum dan Ilmu Sosial*, vol. 2, no. 1, pp. 118-124, 2024.
- [5] Y. R. Fauzi and M. Arsyad, "Pengaruh Post Weld Heat Treatment Proses Pengelasan MIG Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon AISI 1045," *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology*, vol. 3, no. 02, pp. 9-14, 2024.
- [6] M. M. Rizwan, E. Prahesta, and D. Supriyatna, "Analisis Pengaruh Ampere Terhadap Defect Pengelasan Pada Material Astm 36" *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 8, pp. 258-263, 2024.
- [7] A. F. Al Faridzi, "Ketahanan Baja Astm A36 Terhadap Pengujian Tarik Dan Bending Dengan Proses Pengelasan Smaw Dan Metalografi," *Rekayasa Sistem Energi dan Manufaktur (ReSEM)*, vol. 2, no. 2, pp. 109-118, 2024.

- [8] A. F. Al Faridzi, "Ketahanan Baja Astm A36 Terhadap Pengujian Tarik Dan Bending Dengan Proses Pengelasan Smaw Dan Metalografi," *Rekayasa Sistem Energi dan Manufaktur (ReSEM)*, vol. 2, no. 2, pp. 109-118, 2024.
- [9] R. H. Aruan, H. Pratikno, and Y. S. Hadiwidodo, "Analisis Pengaruh Suhu Material Pada Pengaplikasian Coating Epoxy Terhadap Kekuatan Adhesi Baja A36," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 12, no. 1, pp. F34-F40, 2023.
- [10] Setiawan, A. Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekerasan Dan Uji Impact (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). 2019.
- [11] Soleh, M. Z. A., & Mulyadi, M. Design and Build JIG Design on Friction Stir Welding Using Fillet Connection on AA6061-T6 Material. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 14, 10-21070. 2021.
- [12] Wardana, A. I., & Mulyadi, M. Analysis of Underwater Friction Stir Welding (UFSW) Process Joint on AA6005-T6 Series Alumunium Alloy on Tensile Strength and Macro Structure: Analisa Sambungan Proses Underwater Friction Stir Welding (UFSW) pada Paduan Aluminium Seri AA6005-T6 terhadap Kuat Tarik dan Struktur Makro. 2023.
- [13] Mulyadi, R. Firdaus, and R. S. Untari, "Optimization of Friction Stir Welding Parameters for AA6061-T651 Aluminum Alloy: Defect Analysis and Process Improvement," *Acad. Open*, vol. 8, no. 1, pp. 1–13, doi: 10.21070/acopen.8.2023.6665. 2023.
- [14] R. Ramadan, Analisa kekuatan impak dan struktur mikro pengelasan logam berbeda ASTM A36 dan AISI 316L setelah PWHT, M.S. thesis, Universitas Hasanuddin, 2023.
- [15] Subkhan, M. F., & Mulyadi, M. Confirmation Experiment of Friction Stir Welding Process on Aluminum Alloy Aa-6061-T6561 on Tensile Strength and Weld Penetration: Eksperimen Konfirmasi Proses Friction Stir Welding pada Material Alumunium Alloy Aa-6061-T6561 Terhadap Kekuatan Tarik dan Penetrasi Las. 2023.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*