

PENGARUH VARIASI KAMPUH PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN IMPACT SAMBUNGAN *BUTT JOINT*

Rizatur Rohman¹, Unung Lesmanah², Mochammad Basjir³

Jurusan Teknik Mesin¹, Fakultas Teknik², Universitas Islam Malang³

Jalan MT. Haryono 193 Malang 65145

E-mail : okayrizal@gmail.com, ununglesmanah@unisma.ac.id, m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Proses dan kualitas suatu pengelasan dipengaruhi oleh faktor pemilihan bahan dan jenis kampuh las, oleh sebab itu hal tersebut juga sangat penting untuk mendapatkan sifat mekanik bahan uji. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis kampuh U, kampuh X, kampuh V terhadap struktur mikro dan kekuatan impact sambungan *butt joint*. Penelitian ini menggunakan bahan baja ST 41 dengan dimensi spesimen 10x10x60 mm., pada pengelasan SMAW dengan elektroda E7018. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa nilai kekuatan impact pada kampuh U memiliki rata-rata 1,290 joule/mm² dengan presentase perlit 73,046 % dan ferit 26,954%. Penggunaan kampuh X memiliki harga impact (HI) sebesar 1,442 joule/mm² dengan presentase perlit 64,108% dan ferit 35,892%. Sedangkan pada penggunaan kampuh V memiliki harga impact (HI) 1,567 joule/mm² dengan presentase perlit 73,046 % dan ferit 26,954%. Adanya perubahan struktur mikro yang terjadi saat proses pengelasan berlangsung dapat mempengaruhi berubahnya harga impact. Semakin banyak unsur perlit maka menunjukkan kekuatan impact bertambah besar dan begitu sebaliknya.

Kata kunci : Las SMAW, harga impact, struktur mikro, baja ST 41, variasi kampuh.

ABSTRACT

Welding is a process of joining two or more metal parts by using the heat energy. Aside from material selection as an affecting factor in welding process and quality, the type of Weld connection also important for obtaining mechanical properties in strength and toughness. The aim of the study was to decide the effect of welding joint type U, X and V to the microstructure and impact strength of the butt joint connection. This study uses ST 41 steel with 10x10x60 mm as the specimen dimensions for SMAW welding with E7018 electrodes. The results of this study concluded that the welding joint type U had 1.290 joules/mm² for the impact value average with 73.046% in pearlite percentage and 26.954% in ferrite percentage. The impact value of welding joint type X is 1.442 joules/mm² in average with 64.108% in pearlite percentage and 35.892% in ferrite percentage. Meanwhile for the welding joint type V, the impact value average is 1,567 joules/mm² with 73.046% as the pearlite percentage and 26.954% as the ferrite percentage. The microstructure changing during the welding process caused the differences between impact values in the welding results. The more and denser the pearlite element, the greater the impact strength and vice versa.

Keywords: SMAW welding, impact value, microstructure, ST 41 steel, welding joint variations.

I. Pendahuluan

Proses pengelasan adalah menyatukan dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Proses ini dapat menyebabkan perubahan metalurgi di daerah sekitar pengelasan. Selain itu penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, antara lain perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya.

Berdasarkan klasifikasi cara kerjanya teknik pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah teknik pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. [1]

Penggunaan jenis kampuh las yang tidak sesuai dengan beban yang digunakan pada proses pengelasan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan karena tegangan sisa dan penggunaan kampuh yang tidak tepat. Pemilihan jenis kampuh dapat mempengaruhi sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan tekan dan impact dari hasil pengelasan tersebut. Penggunaan jenis kampuh yang sesuai dengan prosedur pengelasan dapat memberikan pengaruh dari hasil las atau sifat mampu las sehingga dapat meningkatkan kekuatan impactnya. Pada pengelasan ada tiga daerah yang mengalami pemanasan yaitu *base metal*, HAZ dan *Welding metal*. Daerah las (*Weld*) adalah daerah yang mengalami deformasi plastis dan pemanasan selama proses pengelasan. [2]

II. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang terhubung dengan proses pengelasan dengan tujuan yang berbeda-beda diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh [3] telah mengalami kekuatan impact pada penyambungan pengelasan SMAW material assab 705 dengan variasi arus pengelasan. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh [2] tentang pengaruh jenis kampuh V, kampuh X dan *raw materials* terhadap kekuatan impact

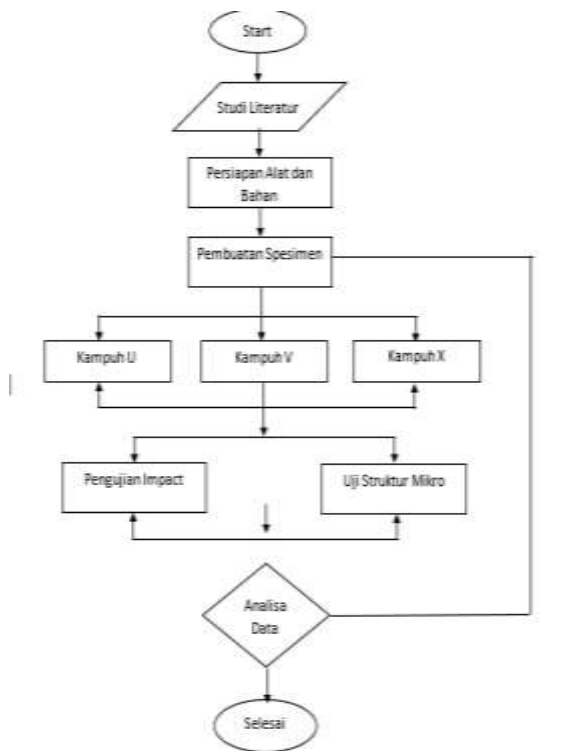
jenis kampuh X dan kampuh V mengalami penurunan dari kelompok spesimen *raw materials*. Pengelasan spesimen jenis kampuh X dan kampuh V memiliki perbedaan pada struktur mikro maupun nilai impactnya.

Demikian juga penelitian yang dilakukan [1] untuk mengetahui struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik plat baja ST 41 kekebalan 10 mm yang dibuat pada kampuh V. Dilas dengan arus 100, 120 dan 140 A menggunakan las SMAW elektroda E7016. Hasil pengamatan struktur mikro memperlihatkan struktur ferit dan perlit pada logam induk.

III. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental nyata, melakukannya dengan cara mengumpulkan data-data yang didapat dari hasil berbagai perlakuan. Penelitian ini dilakukan secara aktual di lapangan dengan menentukan perbedaan nilai impact dan struktur mikro, kemudian dilakukan penelitian dan analisis serta menyimpulkan data. Metode eksperimen ini sesuai dengan penelitian yang sedang penulis laksanakan tentang analisis pengaruh variasi kampuh Pada Pengelasan SMAW. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ST 41 dengan ukuran panjang 60 mm lebar 10 mm tebal 10 mm serta elektroda jenis E 7018 dengan diameter 3,2 mm.

Diagram alir penelitian merupakan proses sangat penting dilakukan sebelum melakukan suatu pengujian maupun analisis data.



Gambar 3.1. Diagram Alir

a. Pengelasan SMAW

Pengelasan SMAW merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan memanfaatkan panas busur listrik yang timbul karena perbedaan tegangan antara elektroda terbungkus dengan material disambung. Sebagaimana dalam AWS (American Welding Society), prinsip dari SMAW adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dengan tegangan listrik yang dipakai 23-45 volt, dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 ampere yang umum digunakan berkisar antara 80–200 ampere. Dimana dalam proses SMAW dapat terjadi oksidasi, hal ini perlu dicegah karena oksidasi metal merupakan senyawa yang tidak mempunyai kekuatan mekanis. [4].

b. Elektroda

Elektroda merupakan konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non logam dari sebuah sirkuit yang dilalui arus listrik dari satu media ke yang lain. Klasifikasi Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klasifikasi AWS (American Welding Society) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang artinya sebagai berikut :

- E : Menyatakan elektroda busur listrik
- XX (dua angka) : Menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in2 dilihat pada tabel.
- Angka 1 untuk pengelasan segala posisi. Angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan
- X (angka keempat) : Menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan lihat tabel.

c. Sambungan Pengelasan

Sambungan las harus memiliki kekuatan sama besar dengan bagian yang akan disambung, untuk meneruskan beban atau tegangan material. Jenis kampuh sambungan sangat mempengaruhi efisiensi sambungan. Menurut konstruksi pengelasan sambungan las dibagi menjadi *butt joint*, *T-joint*, *corner joint*, *split joint*, *lap joint*, *edge joint* dan *flange joint*.

d. Pengujian Impact

Pengujian impak bertujuan untuk mengukur kegetasan atau keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur energi potensial sebuah pendulum yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Pengujian impak merupakan pengujian dengan menggunakan beban sentakan. Metode yang sering digunakan adalah metode *Charpy* dengan menggunakan benda uji standar. Takikan dibuat dengan mesin freis atau alat notch khusus takik. Semua dikerjakan menurut standar yang ditetapkan [5].

Nilai impact suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy dirumuskan.

$$HI = \frac{E}{A} \dots \dots \dots (1)$$

HI = Nilai Impact

E = Besar Energi (joule)

A = Luas area penampang di bawah takik (mm²)

Besarnya energi untuk mematahkan spesimen benda uji dengan persamaan sebagai berikut.

$$W = G.L (\cos \beta i - \cos \alpha i) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

W = Energi patah (j)

G = Berat Pendulum (N)

L = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

β_i = Sudut pendulum setelah mematahkan spesimen, (0)

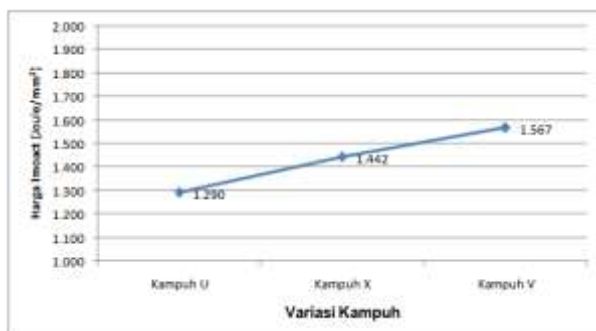
α_i = Sudut Pendulum sebelum mematahkan spesimen (0)

IV. Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian Impact

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Impact

A (mm ²)	Energi Actual (joule)	Harga Impak (joule/mm ²)	Permukaan Patahan	Kode Spesimen Uji
89.06	111.612	1.253	Patah Getas	U1
85.68	111.612	1.303	Patah Getas	U2
84.96	111.612	1.314	Patah Getas	U3
91.00	135.129	1.485	Patah Getas	X1
87.60	120.479	1.375	Patah Getas	X2
80.23	117.588	1.466	Patah Getas	X3
84.00	140.720	1.675	Patah Getas	V1
84.70	135.129	1.595	Patah Getas	V2
90.28	129.346	1.433	Patah Getas	V3



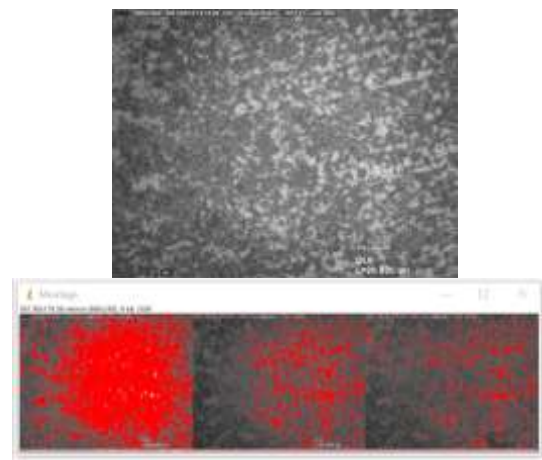
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Rata-Rata Harga Impact Terhadap Jenis Kampuh

Pengujian pertama menggunakan kampuh U memiliki nilai rata-rata kekuatan impact sebesar 1290 joule/mm². Pengujian menggunakan kampuh X mendapatkan nilai rata-rata kekuatan impact sebesar 1442 joule/mm². Pengujian terakhir menggunakan kampuh V mendapatkan nilai rata-rata kekuatan impact sebesar 1567 joule/mm².

Pada gambar grafik diatas menunjukkan bahwa kampuh V lebih baik dibandingkan kampuh X dan kampuh U. Kekuatan impact pada spesimen kampuh V lebih kuat menerima

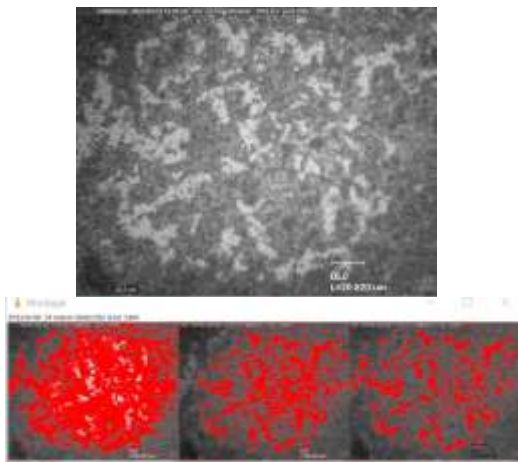
energi impact, dibandingkan dengan spesimen pengelasan menggunakan kampuh X dan kampuh U. Hal ini disebabkan karena pada kampuh X dan kampuh U memiliki dua sisi kampuh pengelasan sehingga kedalaman peleburan pengelasan semakin tinggi. Siklus pemanasan dapat dikontrol sehingga retak panas pada sambungan las menyebabkan spesimen lebih mudah getas. Retak panas ini akan menjadi konsentrasi tegangan sehingga material tidak dapat menerima beban impact [2].

b. Struktur Mikro



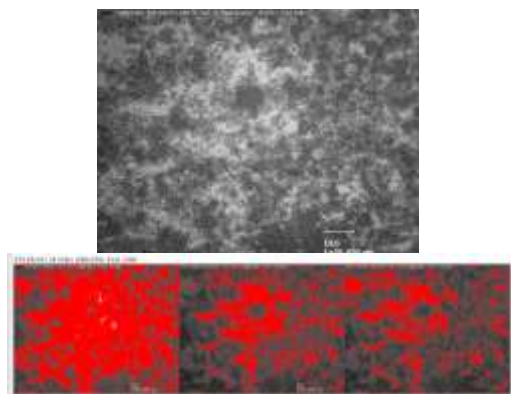
Gambar 4.2 Perhitungan Ferit dan Perlit kampuh V

Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan perlit lebih kasar. Butir ferit cenderung lunak dan ulet sedangkan butir perlit cenderung lebih keras. Presentase kampuh V ferit sebesar 26,954% sedangkan perlit sebesar 73,046 %.



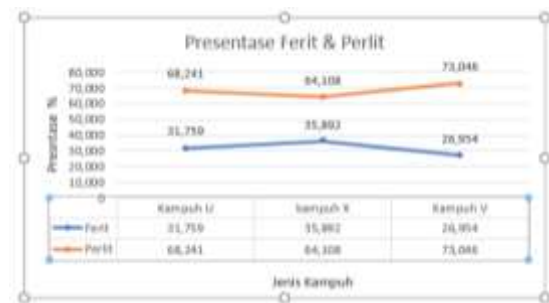
Gambar 4.3 Perhitungan Ferit dan Perlit kampuh U

Butir perlit cenderung lebih kasar sedangkan ferit cenderung lebih halus. Butir ferit cenderung lunak dan ulet sedangkan butir-butir perlit cenderung lebih keras. Presentase kampuh U ferit sebesar 26,954% sedangkan perlit sebesar 73,046 %.



Gambar 4.4 Perhitungan Ferit dan Perlit Kampuh X

Struktur mikro pada gambar 4.4 didominasi butir perlit yang berwarna gelap, sedangkan butir ferit berwarna terang lebih sedikit. Butir perlit cenderung lebih kasar sedangkan ferit cenderung lebih halus. Butir ferit cenderung lunak dan ulet sedangkan butir-butir perlit cenderung lebih keras. Presentase kampuh X ferit sebesar 35,892% sedangkan perlit sebesar 64,108%.



Gambar 4.5 Grafik Presentase Ferit dan Perlit

C. Pengujian Statistik

Analisis penelitian ini menggunakan anova satu arah (One way anova) yaitu digunakan untuk menguji hipotesis rata-rata k sampel, bila pada setiap sampel itu hanya terdiri atas satu kategori atau satu perlakuan. Untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan impact pada baja ST 41.

Oleh karena nilai F hitung > F table yaitu, $9,00 > 5,14$ maka H_0 ditolak. Sehingga terdapat perbedaan pada nilai kekuatan impact pada baja ST 41 setelah pengelasan menggunakan kampuh U, X dan V.

Diketahui Level of Significance (Taraf Keyakinan α) $\alpha = 0.05\%$, d.f = $(3 + 3) - 2 = 4$ Sehingga di peroleh $t_{table} = -2,132$

Tabel 4.2 perhitungan nilai t menggunakan Kampuh U dan Kampuh X

Jumlah Sampel	Kampuh U	Kampuh X	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	1,253	1,485	0,0014	0,0018
2	1,303	1,375	0,0002	0,0044
3	1,314	1,466	0,0006	0,0006
Jumlah	3,870	4,326	0,0022	0,0068
Rata - Rata	1,290	1,442	0,0007	0,0023

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 3} \right] \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \\
 &= \frac{1,290 - 1,442}{\sqrt{\left[\frac{(3-1)0,0011^2 + (3-1)0,0034^2}{3 + 3 - 3} \right] \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right]}} \\
 &= \frac{1,290 - 1,442}{\sqrt{\left[\frac{0,00000242 + 0,00002312}{3} \right] [0,6]}} \\
 &= \frac{-0,152}{\sqrt{0,000005108}} \\
 &= \frac{-0,152}{0,00226} = -67,256
 \end{aligned}$$

Hasil analisis uji t di peroleh nilai t hitung lebih kecil dari t table, yaitu $-67,256 < -2,132$ artinya H_0 ditolak. Terdapat perbedaan kekuatan impact antara kampuh U lebih kecil dari pada kampuh X pada hasil pengelasan baja ST 41. Sehingga pada perlakuan kampuh U dengan komposisi struktur mikro ferit 31,759% dan perlit 68,241% mempunyai harga impact sebesar 1,290 joule/mm² sedangkan pada kampuh X dengan komposisi struktur mikro ferit 35,892 % dan perlit 64,108% mempunyai harga impact 1,442 joule/mm²

Tabel 4.3 perhitungan nilai t dengan kampuh U dan kampuh V

Jumlah Sampel	Kampuh U	Kampuh V	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	1,253	1,675	0,0014	0,0114
2	1,303	1,595	0,0002	0,0007
3	1,314	1,433	0,0006	0,0182
Jumlah	3,870	4,703	0,0022	0,1329
Rata - Rata	1,290	1,568	0,0007	0,0043

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 3} \right] \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \\
 &= \frac{1,290 - 1,568}{\sqrt{\left[\frac{(3-1)0,0011^2 + (3-1)0,06645^2}{3 + 3 - 3} \right] \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right]}} \\
 &= \frac{1,290 - 1,568}{\sqrt{\left[\frac{0,00000242 + 0,008831205}{3} \right] [0,6]}} \\
 &= \frac{-0,278}{\sqrt{0,001766725}} \\
 &= \frac{-0,278}{0,0420} = -6,619
 \end{aligned}$$

Hasil Analisis di peroleh nilai t hitung lebih kecil dari t table, yaitu $-6,619 < -2,353$ artinya H_0 ditolak. Terdapat perbedaan kekuatan impact antara kampuh U lebih kecil dari pada kampuh V pada hasil pengelasan baja ST 41. Sehingga pada perlakuan kampuh U dengan komposisi struktur mikro ferit 31,759% dan perlit 68,241% mempunyai harga impact sebesar 1,290 joule/mm²

sedangkan pada kampuh V dengan komposisi struktur mikro ferit 26,954% dan perlit 73,046 mempunyai harga impact 1,567 joule/mm².

Tabel 4.4 perhitungan nilai t dengan kampuh X dan kampuh V

Jumlah Sampel	Kampuh X	Kampuh V	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
1	1,485	1,675	0,0018	0,0114
2	1,375	1,595	0,0044	0,0007
3	1,466	1,433	0,0006	0,0182
Jumlah	4,326	4,703	0,0068	0,1329
Rata - Rata	1,442	1,568	0,0023	0,0043

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 3} \right] \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \\
 &= \frac{1,442 - 1,568}{\sqrt{\left[\frac{(3-1)0,0034^2 + (3-1)0,00645^2}{3 + 3 - 3} \right] \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right]}} \\
 &= \frac{1,442 - 1,568}{\sqrt{\left[\frac{0,00002312 + 0,008831205}{3} \right] [0,6]}} \\
 &= \frac{-0,126}{\sqrt{0,008854325}} \\
 &= \frac{-0,126}{0,0941} = -1,339
 \end{aligned}$$

Hasil analisis diperoleh nilai t hitung lebih besar dari t table, yaitu $-1,339 \geq -2,353$ artinya H_0 diterima. Penggunaan variasi kampuh antara kampuh X dan kampuh V tidak ada perbedaan signifikan terhadap kekuatan impact pada hasil pengelasan baja ST 41. Sehingga kondisi pada perlakuan kampuh X dengan komposisi struktur mikro ferit 35,892% dan perlit 64,108% mempunyai harga impact 1,422 joule/mm². sedangkan pada kampuh V dengan komposisi struktur mikro ferit 26,954% dan perlit 73,046% mempunyai nilai impact 1,567 joule/mm².

V. Kesimpulan

Kesimpulan bahwa Nilai kekuatan impact dan struktur mikro pada pengelasan SMAW baja ST 41 dengan variasi kampuh U, X dan V diperoleh nilai tertinggi kekuatan impact terjadi pada kampuh V memiliki rata – rata 1567 joule/mm² dengan presentase ferit 26,954% dan perlit 73,046 %. Nilai terkecil

terjadi pada kampuh U memiliki rata – rata 1290 joule/mm² dengan presentase ferit 31,759% dan perlit 68,241%. Adanya perubahan nilai impact yang terjadi saat proses pengelasan berlangsung dapat mempengaruhi berubahnya Struktur mikro. Semakin banyak unsur perlit maka menunjukkan kekuatan impact bertambah besar dan begitu sebaliknya.

Daftar Pustaka

- [1] A. A. Soleh, H. Purwanto, and I. Syafa'at, "Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon Rendah Dengan Las Smaw Menggunakan Jenis Elektroda E7016," *J. Ilm. Cendekia Eksakta*, vol. 1, no. 2, pp. 29–35, 2017.
- [2] Y. Arham, "Pengaruh Jenis kampuh V dan X Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak Pada Pengelasan Baja Karbon," *ENTHALPY - J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 8–12, 2016.
- [3] S. A. Jalil, Z. Zulkifli, and T. Rahayu, "Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 58, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.376.
- [4] N. A. Muhammad, "Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Pengelasan Smaw Pada Sambungan Pengelasan Logam Baja Jis G 3131 Sphc Dengan Baja Aisi 201 Terhadap Sifat Program Studi Teknik Mesin S-1," 2018.
- [5] H. Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2000.