



## Analisis Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik Material Baja JIS S45c (ASTM 1045)

Deka Dwi Adytama<sup>1\*</sup>, Agus Suprayitno<sup>2</sup>, Wawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Purwakarta

Alamat: Kampus: Jalan Cikopak No.53, Mulyamekar, Kec. Babakancikao, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat 41151

Korespondensi penulis : [dekadwiadytama@gmail.com](mailto:dekadwiadytama@gmail.com)

**Abstract.** *The rapid advancement of technology today encourages every human being in matters related to the field of industrial or machinery needs, which has a function as a power transfer from the driving force (diesel engine or electric motor dynamo) to the engine to be driven, Gearbox is a component of a machine consisting of a house for gears, In one of the uses of machine construction and in some components often involves professional welding techniques, one of which is welding using electric arc / Shielded Metal Arc Welding (SMAW), the selection of appropriate welding current parameters affects the strength and changes in the mechanical properties of a metal. The current used is too low will cause the difficulty of igniting the electric arc, and the electric arc that occurs is unstable, this test wants to examine using high carbon steel, namely JIS S45C STEEL (ASTM 1045) in the application for gears on the Gearbox through SMAW welding using electrodes (E11018-G) Ø3.2 mm with current variations of 90 A, 100 A and 110 A, and see its mechanical properties of NDT testing, tensile testing, and impact testing (charpy). The NDT test results obtained no indication of cracks in the variations of 90, A, 100 A and 110 A and the porosity indication only occurred in the variation of 100 A, in the Tensile test test obtained good results in the current variation of 90 A and the less good occurred in the variation of 100 A. In the Im test test, the results of the NDT test were obtained.*

**Keywords:** SMAW, Tensile Strength, Impact Test, NDT, JIS S45C.

**Abstrak.** Kemajuan teknologi yang pesat saat ini mendorong setiap manusia dalam hal yang bersangkutan dengan bidang kebutuhan industri atau permesinan, yang mana memiliki fungsi sebagai pemindah tenaga dari tenaga penggerak (mesin diesel atau dinamo motor elektrik) ke mesin yang ingin digerakan, Gearbox merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi, Pada salah satu penggunaan konstruksi mesin dan pada beberapa komponen seringnya melibatkan pada teknik las yang professional salah satunya pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik/ Shielded Metal Arc Welding (SMAW), pemilihan parameter arus las yang tepat berpengaruh terhadap kekuatan dan perubahan sifat mekanis suatu logam. Arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik, serta busur listrik yang terjadi tidak stabil, Pengujian ini ingin meneliti menggunakan baja karbon tinggi yaitu BAJA JIS S45C (ASTM 1045) pada pengaplikasian untuk roda gigi pada Gearbox melalui pengelasan SMAW yang menggunakan elektroda (E11018-G) Ø3,2 mm dengan variasi arus 90 A, 100 A dan 110 A, dan melihat sifat mekanis nya terhadap pengujian NDT, pengujian tarik, dan pengujian *impact* (charpy). Hasil pengujian NDT didapatkan tidak ada indikasi keretakan pada variasi 90, A, 100 A dan 110 A dan inidikasi porositas hanya terjadi si variasi 100 A, Pada pengujian uji Tarik didapatkan hasil yang baik pada variasi arus 90 A dan yang kurang baik terjadi pada variasi 100 A. Pada pengujian uji *Impact* (charpy) pada variasi arus 90 A posisi V not di HAZ mendapatkan hasil paling baik, pada variasi arus 100 A dan 110 A posisi V not di WM mendapatkan hasil terbaik.

**Kata kunci:** SMAW, Uji Tarik, Uji *Impact*, NDT, JIS S45C.

## 1. LATAR BELAKANG

Pada salah satu penggunaan konstruksi mesin dan pada beberapa komponen seringkali melibatkan pada teknik las yang profesional bertujuan menyambungkan dua atau lebih pada beberapa komponen untuk menjadi suatu konstruksi bentuk yang baik. Konstruksi merupakan komponen penting dalam suatu bangunan baik statik maupun dinamik. (Helanianto, 2020). Dimana konstruksi yang baik salah satunya didukung oleh elemen sambung yang mumpuni, efisien menurut kaidah- kaidah teknik (Helanianto, 2020). Elemen sambung ini ada bermacam jenis, namun demikian fungsinya sama untuk menghubungkan struktur yang satu dengan yang lainnya (Helanianto, 2020). Terdapat dua jenis pengelasan yang populer di Indonesia, yaitu pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik/*Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dan las karbit/*Oxy acetylene welding*(OAW) (Helanianto, 2020). Salah satunya adalah metode pengelasan *Shield metal arc welding* (SMAW).

Las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) sering digunakan dalam pembuatan konstruksi karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi dan tipe sambungan las. Pada proses pengelasan berhubungan dengan energi panas sehingga dalam setiap prosesnya dapat merubah sifat mekanik material, untuk itu dalam perencanaan konstruksi las ada beberapa hal yang harus diperhatikan seperti: pemilihan logam induk, penentuan mesin las, penyetelan kuat arus keahlian *welder*, penggunaan jenis kampuh, pemilihan jenis elektroda, dan penentuan tempat yang akan dilakukannya proses las (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).

Salah satunya adalah menggunakan variasi kuat arus las yang berbeda-beda untuk menentukan hasil baik dan perubahan sifat mekanik yang diharapkan dan tidak merusak sepenuhnya. Pemilihan parameter arus las yang tepat berpengaruh terhadap kekuatan dan perubahan sifat mekanis suatu logam. Arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik, serta busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya rigi-rigi las dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam (Helanianto, 2020).

Material JIS S45C di aplikasikan sebagai roda gigi, poros, pegas dan berbagai komponen mesin. Peneliti ingin meneliti pengaruh variasi kuat arus terhadap perubahan sifat mekanik material JIS S45C melalui pengelasan SMAW yang menggunakan elektroda (E11018-G) Ø3,2 mm, dan melihat sifat mekanis nya terhadap pengujian NDT, pengujian tarik, dan pengujian *impact (charpy)*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengelasan menggunakan metode SMAW pada plate baja JIS S45C (ASTM 1045) dengan variasi kuat arus las yang berbeda-beda, guna menentukan apakah hasil pengelasan tersebut memenuhi standar konstruksi mesin. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan pada sambungan las plate baja tersebut. Dengan demikian, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai hubungan antara variasi arus las dan sifat mekanik sambungan las pada baja JIS S45C.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Baja karbon adalah paduan besi (Fe) dan karbon (C) dengan kandungan karbon kurang dari 1,7%. Baja ini dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan kadar karbon (Akbar, 2017):

- a. Baja Karbon Rendah: < 0,30% C, mudah dibentuk dan dilas, digunakan dalam konstruksi umum.
- b. Baja Karbon Sedang: 0,30% - 0,60% C, lebih kuat, digunakan untuk roda gigi dan poros.
- c. Baja Karbon Tinggi: 0,60% - 1,70% C, sangat kuat dan keras, digunakan untuk alat potong.

Baja karbon banyak digunakan dalam industri konstruksi, perkapalan, dan otomotif. Perlakuan khusus diperlukan untuk pengelasan agar memenuhi standar keamanan (Sonawan, Suratman, 2006). Kualitas pengelasan bervariasi tergantung pada proses yang digunakan, dengan SMAW lebih efisien untuk pelat tebal (Sonawan, Suratman, 2006).

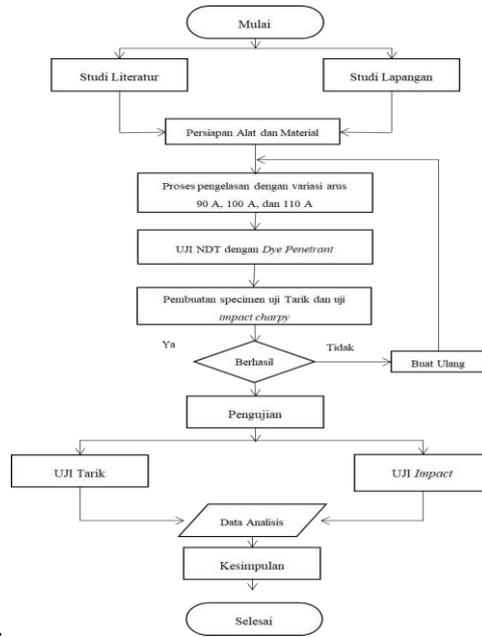
S45C adalah baja karbon sedang berkualitas tinggi, sering digunakan dalam industri untuk komponen mekanik ([www.hotwork-toolsteel.com](http://www.hotwork-toolsteel.com)). Energi yang diperlukan dalam pengelasan berasal dari arus, tegangan, dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter ini dikenal sebagai heat input (Kemal, 2021). Pengelasan adalah proses penyambungan logam dengan mencairkan logam induk dan logam pengisi. Prosedur pengelasan meliputi perencanaan dan pemilihan alat serta bahan yang tepat (Sonawan, Suratman, 2006). SMAW adalah metode pengelasan yang menggunakan elektroda terbungkus fluks. Kelebihannya termasuk biaya rendah dan fleksibilitas dalam berbagai posisi pengelasan (Sonawan, Suratman, 2006). Elektroda terbungkus digunakan dalam pengelasan SMAW, berfungsi sebagai logam pengisi dan pelindung dari kontaminasi (Wiryosumarto dan Okumura, 2000). Kecepatan pengelasan dipengaruhi oleh arus dan dapat mempengaruhi kualitas manik las (Kemal, 2021). Sifat mekanik mencakup kekuatan, kekerasan, keuletan, dan ketangguhan material (Akbar, 2017). Metode NDT ini digunakan untuk mendeteksi cacat permukaan pada

hasil pengelasan (Akbar, 2017). Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan material dengan memberikan gaya tarik hingga material mengalami patah (Robert, 2013). Uji impact mengukur ketangguhan material terhadap beban mendadak, dengan metode Charpy dan Izod (Akbar, 2017).

Baja karbon memiliki berbagai jenis dan aplikasi yang luas, dengan pengelasan sebagai proses penting dalam manufaktur. Pemilihan metode pengelasan dan parameter yang tepat sangat mempengaruhi kualitas sambungan. Pengujian mekanik dan NDT diperlukan untuk memastikan integritas dan keamanan produk akhir.

### **3. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus pengelasan terhadap hasil uji penetrant, uji tarik, dan uji impact pada pengelasan plate baja JIS S45C (ASTM 1045). Dalam rangka memperoleh data dan informasi yang mendukung hasil penelitian, penyusun melakukan pengumpulan data melalui dua teknik utama. Pertama, studi kepustakaan yang meliputi pengumpulan data dari teori-teori yang terdapat dalam buku, dokumen, serta sumber-sumber lain yang berkaitan dengan permasalahan yang diamati. Kedua, studi lapangan dengan cara mengamati langsung objek penelitian serta berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan proses tersebut. Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi berbeda, yaitu proses pengelasan yang dilakukan di Workshop PT. Waskita Beton Precast Karawang, sedangkan pengujian tarik dilakukan di Politeknik Negeri Bandung (Polban) dan pengujian impact Charpy dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin STT Wastukencana Purwakarta. Dalam sebuah penelitian mempunyai alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Metode penelitian**

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dan pembahasan dalam penelitian sesuai dengan tujuannya dan permasalahan yang digambarkan dalam rancangan percobaan. Berikut akan dibahas permasalahan yang timbul dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

##### Visualisasi Hasil Pengelasan

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan, dilakukan pengamatan visual untuk mengetahui apakah terdapat cacat pada permukaan las. Berikut ini adalah visualisasi hasil pengelasan dari ke-tiga Arus yang berbeda-beda dilakukan di Workshop PT Waskita Beton Pre-cast Karawang, ditunjukkan pada Gambar 2, 3, dan 4.



**Gambar 2. Hasil Pengelasan**

Pada arus 90 A pada pelat 10 mm, E 11018-G Pada pengelasan arus 90 A pada pelat JIS S45C dengan tebal 10 mm tidak begitu baik karena, busur api elektroda kadang terhenti yang disebabkan arus yang tidak begitu besar menyebabkan hasil lasan kurang rapih.



**Gambar 3. Hasil pengelasan pada arus 100 A pada pelat 10 mm, E 11018-G**

Pada pengelasan arus 100 A pada pelat JIS S45C dengan tebal 10 mm, proses pengelasan lebih lancar karena arus yang digunakan cukup besar sehingga busur api tidak mudah terputus.

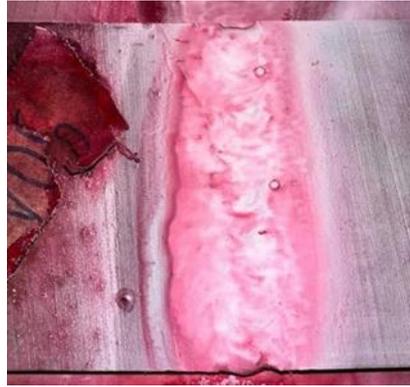


**Gambar 4. Hasil pengelasan pada arus 110 A pada pelat 10 mm, E 11018-G**

Pada pengelasan arus 110 A pada pelat JIS S45C dengan tebal 10 mm, proses pengelasan sangat lancar karena arus yang digunakan besar sehingga busur api tidak mudah terputus.

### **Hasil Pengujian Non Destructive Test (NDT)**

Setelah proses pengamatan hasil pengelasan dilakukan pemberian NDT pada *plate*, dengan masing-masing arus yang berbeda-beda, dengan kelembapan kering dari elektroda dan *plate* baja di Workshop PT Waskita Beton Precast Karawang, antara lain ditunjukkan pada Gambar 5, 6, dan 7.



**Gambar 5. Hasil NDT pada arus 90 A pada pelat 10 mm, E 11018-G**

Pada hasil NDT dengan arus 90 A dihasilkan tidak ada indikasi keretakan dan indikasi porositas pada proses NDT, dalam hasil NDT ini terdapat kotoran bekas pengelasan yang disebabkan arus yang kurang besar.



**Gambar 6. Hasil NDT pada arus 100 A pada pelat 10 mm, E 11018-G**

Pada hasil NDT dengan arus 100 A dihasilkan tidak ada indikasi keretakan tetapi terdapat indikasi porositas pada proses NDT.



**Gambar 7. Hasil NDT pada arus 110 A pada pelat 10 mm, E 11018-G.**

Pada hasil NDT dengan arus 110 A dihasilkan tidak ada indikasi keretakan dan tidak ada indikasi porositas pada proses NDT.

### Hasil Pengujian Uji Tarik.

Perhitungan dilakukan untuk setiap spesimen sesuai jumlah data yang tercatat sampai spesimen patah dilakukan di POLBAN Lab Mesin, pengujian Tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu bahan terhadap beban Tarik. Dengan melakukan pengujian Tarik akan diketahui tegangan maksimum, regangan dan modulus elastisitas dari specimen yang diuji. Spesimen yang diuji memiliki bentuk dan ukuran sesuai dengan standar ASTM E8, Pada Gambar 7 spesimen sebelum diuji dan Tabel 1 diketahui data awal hasil uji Tarik specimen, ditunjukkan pada Gambar 8, 9 dan 10 spesimen sesudah di uji.



**Gambar 8. Spesimen Sebelum Di Uji.**



**Gambar 9. Hasil Uji Tarik Pada Arus 90 A**

1. Specimen uji Tarik 1 arus 90 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
2. Specimen uji Tarik 2 arus 90 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
3. Specimen uji Tarik 3 arus 90 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.



**Gambar 10. Hasil uji Tarik pada Arus 100 A**

1. Specimen uji Tarik 1 arus 100 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
2. Specimen uji Tarik 2 arus 100 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
3. Specimen uji Tarik 3 arus 100 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.

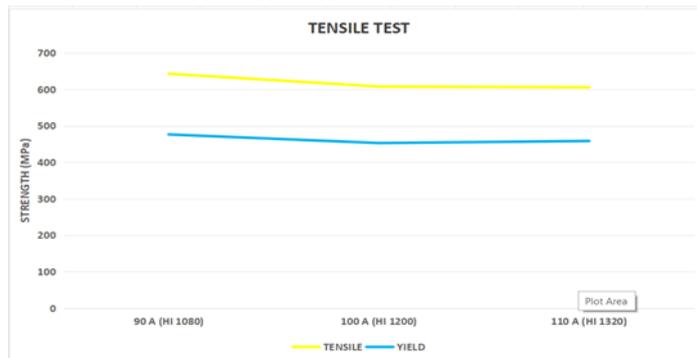


**Gambar 11. Hasil uji Tarik pada Arus 110 A**

1. Specimen uji Tarik 1 arus 110 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
2. Specimen uji Tarik 2 arus 110 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.
3. Specimen uji Tarik 3 arus 110 A terjadi patahan di area (*Base Metal*) BM.

**Tabel 1. Hasil uji Tarik Variasi arus 90 A, 100 A dan 110 A.**

No	Variasi Arus (A)	Heat input (J/mm)	Dimensi penampang benda uji		Luas area (mm <sup>2</sup> )	Panjang gauge length	Beban maks (KN)	Kekuatan tarik (Mpa)	kekuatan luluh (Mpa)	Elongation (%)
			Lebar	Tebal						
1	90	3150	19.8	9.5	188.1	50	121	643	476.6	4
2	100	3500	20	9.7	194	50	118	608	453	4
3	110	3850	20	9.8	196.6	50	119.5	606	458.6	4
RATA RATA							119.5	619	462.7333333	4



**Gambar 12. Diagram uji Tarik Arus 90,100,110 A**

Dari hasil pengujian specimen uji Tarik untuk arus 90 A dapat dilihat dari Tabel 4.1 , luas area awal dari specimen uji Tarik untuk arus 90 A mempunyai rata-rata 188,1 mm<sup>2</sup>, dan mengalami beberapa mm pertambahan panjang sebanyak 4% elongation setelah mencapai titik stress. Spesimen dengan kuat arus 90 A terlihat mempunyai rata-rata sangat tinggi untuk hasil dari kuat Tarik. Sampel dengan kuat arus 90 A terlihat sangat unggul dari segi hasil.

Dari hasil pengujian specimen uji Tarik untuk arus 100 A dapat dilihat dari Tabel 4.1 , luas area awal dari specimen uji Tarik untuk arus 100 A mempunyai rata-rata 194 mm<sup>2</sup>, dan mengalami beberapa mm pertambahan panjang sebanyak 4% elongation setelah mencapai titik stress. Spesimen dengan kuat arus 100 A terlihat mempunyai hasil yang rendah dibandingkan dengan arus yang 90 A.

Dari hasil pengujian specimen uji Tarik untuk arus 110 A dapat dilihat dari Tabel 4.1 , luas area awal dari specimen uji Tarik untuk arus 110 A mempunyai rata-rata 196,6 mm<sup>2</sup>, dan mengalami beberapa mm pertambahan panjang sebanyak 4% elongation setelah mencapai titik stress. Spesimen dengan kuat arus 110 A terlihat mempunyai hasil yang rendah dibandingkan dengan arus yang 90 A.

**Tabel 2. Data beban maksimum rata-rata uji Tarik**

Variasi Arus (A)	Heat input (J/mm)	Beban maks (KN)	Beban rata - rata (KN)
90 A	1080	121.7	121
		120.2	
		121	
100 A	1200	117.2	118
		117.4	
		119.6	
110 A	1320	119.7	119.5
		119.9	
		119	

Pada Tabel 2 pada data beban maksimum, data tertinggi didapat oleh arus 90 A dengan beban rata-rata 121 Kn, sedangkan paling rendah didapat pada arus 100 A dengan beban rata-rata 118 Kn, Nilai beban maksimum mempunyai arti bahwa specimen dapat menahan beban yang diberikan, semakin besar nilai beban maksimum semakin baik (Artitana, 2023), ditunjukkan pada Tabel 3 berisi data pengujian pada kuat Tarik Maksimum yang di dapat pada pengujian Tarik di setiap spesimen.

**Tabel 3. Data kuat Tarik maksimum rata-rata uji Tarik.**

Variasi Arus (A)	Heat input (J/mm)	Kekuatan tarik (Mpa)	Kuat tarik rata - rata (Mpa)
90 A	1080	650	643
		633	
		647	
100 A	1200	604	608
		605	
		616	
110 A	1320	605	606
		606	
		613	

Pada Tabel 3 pada data kuat tarik maksimum, data tertinggi didapat oleh arus 90 A dengan beban rata-rata 643 Mpa, sedangkan paling rendah didapat pada arus 110 A dengan beban rata-rata 606 Mpa, menurut hasil penelitian tentang ini semakin besar kekuatan Tarik maka material tersebut memiliki kekuatan Tarik,keuletan, dan elastisitas yang lebih baik

(Budiman, 2016).

**Hasil Pengujian Uji Impact**

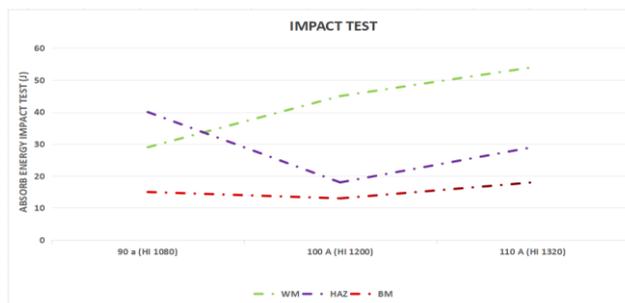


(a) (b)

**Gambar 12. (a) Hasil pengujian impact dan (b) Pengujian impact.**

Hasil dari pengujian menggunakan metode *impact* dengan jumlah 27 spesimen yang terdiri dari :

- a. Arus 90 A (9 spesimen) dengan pengambilan posisi V not yaitu WM, HAZ dan BM, ditunjukkan pada Tabel 4
- b. Arus 100 A (9 spesimen) dengan pengambilan posisi V not yaitu WM, HAZ dan BM, ditunjukkan pada Tabel 5
- c. Arus 110 A (9 spesimen) dengan pengambilan posisi V not yaitu WM, HAZ dan BM, ditunjukkan pada Tabel 6.



**Gambar 13. Diagram uji impact terhadap WM,HAZ dan BM**

**Tabel 4. Hasil data uji impact dengan posisi WM,HAZ dan BM pada arus 90 A.**

SPESIMEN 90 A WM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	40	0.5	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	24	0.3	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	24	0.3	BRITTLE
RATA RATA					29.33333333	0.366666667	BRITTLE
SPESIMEN 90 A HAZ							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	34	0.425	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	30	0.375	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	58	0.725	BRITTLE
RATA RATA					40.66666667	0.508333333	BRITTLE
SPESIMEN 90 A BM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	20	0.25	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	21	0.2625	BRITTLE
RATA RATA					21	0.2625	BRITTLE

Pada hasil penelitian di atas pengujian impact dengan standar 27 J, posisi V not berada di WM dan HAZ mendapatkan hasil memenuhi standar, sedangkan posisi V not berada di BM tidak memenuhi standar.

**Tabel 5 Hasil data uji impact dengan posisi WM,HAZ dan BM pada arus 100 A**

SPESIMEN 100 A WM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	42	0.525	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	44	0.55	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	50	0.625	BRITTLE
RATA RATA					45.33333333	0.566666667	BRITTLE
SPESIMEN 100 A HAZ							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	18	0.225	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	18	0.225	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	18	0.225	BRITTLE
RATA RATA					18	0.225	BRITTLE
SPESIMEN 100 A BM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	20	0.25	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
RATA RATA					21.33333333	0.266666667	BRITTLE

Pada hasil penelitian di atas pengujian impact dengan standar 27 J, posisi V not berada di WM mendapatkan hasil memenuhi standar, sedangkan posisi V not berada di HAZ dan BM tidak memenuhi standar.

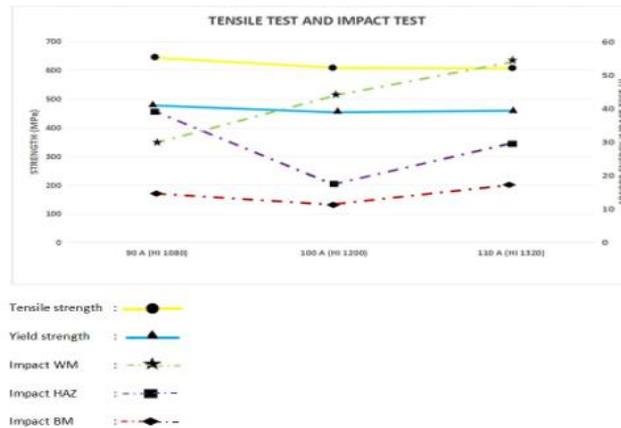
**Tabel 6 Hasil data uji impact dengan posisi WM, HAZ dan BM pada arus 110 A.**

SPESIMEN 110 A WM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	42	0.525	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	82	1.025	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	40	0.5	BRITTLE
RATA RATA					54.66666667	0.683333333	BRITTLE
SPESIMEN 110 A HAZ							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	44	0.55	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
RATA RATA					29.33333333	0.366666667	BRITTLE
SPESIMEN 110 A BM							
NO	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAS PENAMPANG (A) L X 8mm	GAYA (E) J	KEKUATAN ( E/A) J/mm <sup>2</sup>	DUCTILE / BRITTLE
1	55 mm	10 mm	10 mm	80	21	0.2625	BRITTLE
2	55mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
3	55 mm	10 mm	10 mm	80	22	0.275	BRITTLE
RATA RATA					21.66666667	0.270833333	BRITTLE

Pada hasil penelitian di atas pengujian impact dengan standar 27 J, posisi V not berada di WM dan HAZ mendapatkan hasil memenuhi standar, sedangkan posisi V not berada di BM tidak memenuhi standar.

Pada hasil penelitian pengujian tarik mendapatkan hasil variasi arus 90 A mendapatkan hasil yang paling baik di antara variasi arus 100 A dan 110 A. Sedangkan pada pengujian impact mendapatkan hasil variasi arus 110 A posisi v not di WM mendapatkan hasil yang paling baik di antara variasi arus 90 A dan 100 A.

Dapat di lihat pada Gambar 14 Hasil uji tarik dan uji impact.



**Gambar 14 Hasil uji tarik dan uji impact**

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pada uji NDT dengan variasi arus las 90 A, 100 A, dan 110 A tidak ditemukan indikasi keretakan, meskipun pada variasi arus 100 A terdeteksi beberapa indikasi porositas. Pengujian tarik menunjukkan bahwa variasi arus 90 A menghasilkan kekuatan tarik dan ketangguhan terbaik dibandingkan variasi 100 A dan 110 A. Seluruh variasi arus menghasilkan kegagalan material pada bagian base metal (BM), sehingga metode pengelasan dinyatakan berhasil dan layak, karena nilai kekuatan tariknya lebih tinggi daripada material JIS S45C tanpa proses pengelasan. Pada uji impact Charpy, variasi arus 90 A di posisi V-notch pada WM dan HAZ, variasi 100 A di posisi V-notch WM, serta variasi 110 A di posisi V-notch WM dan HAZ memenuhi standar, dengan hasil terbaik diperoleh pada variasi arus 110 A di posisi V-notch WM. Namun demikian, material JIS S45C pada semua variasi arus menunjukkan sifat getas (brittle). Selain itu, hasil pengujian tarik dan impact tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Sebagai saran, sebelum melakukan penelitian sebaiknya dilakukan perancangan pengujian yang matang serta pemahaman mendalam terhadap SOP proses pengelasan agar menghindari kesalahan selama proses. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan variasi arus las di bawah 90 A, membandingkan jenis kawat las, atau melakukan variasi pada sudut kampuh guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

## DAFTAR REFERENSI

- Afriani, A. D. (2017). *Analisa variasi kuat arus pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material JIS SS400* [Skripsi, STT Wastukencana Purwakarta].
- American Welding Society. (2019). *Structural welding code – steel* (24th ed.). AWS D1.1/D1.1M:2020.
- Awal Syahrani, Sam, A., & Chairulnas. (2013). Variasi arus terhadap kekuatan tarik dan bending pada pengelasan SM490. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 393–402.
- Erinofiardi, Asyarial, K., & Hendra. (2013). Perancangan roda gigi lurus, roda gigi miring dan roda gigi kerucut lurus berbasis program komputasi. *Jurnal Mechanical*, 4(1), 1–12.
- Gunawan, D. H. (2007). Analisa kerusakan hasil pengelasan bawah air pada lambung kapal dengan bahan elektroda RB 26 terseloti. *Rotasi*, 9(1), 31–41.
- Harsono, W., & Okumura, T. (2000). *Teknologi pengelasan logam* (Cet. ke-8). Pradya Paramita.
- Hartono. (2009). Penanggulangan cacat hasil pengelasan pada konstruksi kapal. *Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*, 88–93.
- Helanianto, E., Epriyandi, & Rahmadi, H. (2020). Pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap kekerasan logam induk dan logam las. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 138–147. <https://doi.org/ISSN 2442-4471>
- Hery Sonawan, & Suratman, R. (2006). *Pengantar untuk memahami proses pengelasan logam* (Cet. ke-2). Alfabeta.
- Ikhsan Khairul, Mawardi, A., Jannifar, A., & Zaimahwati. (2018). Rancang bangun alat simulator gearbox untuk pengujian kinerja minyak pelumas. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 2(2). <https://doi.org/e-ISSN 2597-9140>
- Jon Affi, & Gunawarman. (2007). Pengaruh lapisan oksida tambahan pada elektroda F6013 terhadap sifat mekanik dan struktur mikro lasan baja karbon rendah. *Teknik Mesin*, 1(28), 13–20.
- Kemal, C. D. (2021). *Analisa pengaruh variasi heat input dengan metode pengelasan SMAW pada material baja karbon S335J2N dengan pengujian hardnest test* [Skripsi, Universitas Islam Riau].
- Kusmayadi, B. A. K., & Rochiem, R. (n.d.). Analisa hasil pengelasan SMAW butt joint pada baja AISI 1020 dengan variasi tebal plat. *Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, FTI-ITS*, 1–8.
- Maulana, Y. (2016). Analisis kekuatan tarik baja ST37 pasca pengelasan dengan variasi media pendingin menggunakan SMAW. *Jurnal Teknik Mesin UNSIKA*, 2(1), 1–8.
- Robert, D. S., Jan, S., & Rudy, P. (2013). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. *E-Journal Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi (Unsrat)*.

Sulthon, A. M. (2016). *Modul laporan praktikum laboratorium metalurgi*. Program Studi Teknik Metalurgi dan Material.

Suryo, S. H., et al. (2020). Analysis and topology optimization structural design excavator bucket tooth using finite element method. *AIP Conference Proceedings*, 1–11.  
<https://doi.org/10.1063/5.0000531>

United Tractors Tbk. (2012). *Manajemen alat-alat berat* (Vol. 189).