



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Impak Pengelasan *Flux Cored Arc Welding* Material Baja St 40 Posisi 3G dengan Variasi Kuat Arus Listrik

Rizalul Haq¹⁾, Untung Budiarto²⁾, Imam Pudjo Mulyatno³⁾

¹⁾Laboratorium Pengelasan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

e-mail : rizalulhaq9@gmail.com¹⁾, budiartountung@gmail.com²⁾, pujomulyatno2@gmail.com³⁾

Abstrak

Pengelasan FCAW adalah proses pengelasan otomatis yang memanfaatkan elektroda wire roll untuk mencairkan logam. Dalam melakukan pengelasan, perlu diperhatikan banyak faktor, salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses pengelasan FCAW adalah kuat arus listrik yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan kuat arus listrik pada pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) posisi 3G pada baja ST 40 terhadap kekuatan tarik, tekuk, dan impak. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan pengelasan FCAW dengan kuat arus listrik 135 A dan 165A yang dilakukan di laboratorium teknik. Jumlah sampel yang digunakan berjumlah 4 buah sampel untuk setiap pengujian, dengan total 24 sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, variasi arus pengelasan 135A mendapatkan hasil rata – rata dari tiap spesimen yaitu σ tarik 478,15 Mpa, ϵ (regangan) 0,18 %, E sebesar 200,84 Gpa, σ tekuk 552,08 Mpa, dan K (harga impak) 1,45 J/mm². Sedangkan pada variasi arus pengelasan 165A mendapatkan hasil rata – rata yaitu σ tarik 473,11 Mpa, ϵ 0,17%; E sebesar 202,17 Gpa, σ tekuk 535,77 Mpa, dan K 1,66 J/mm². Disimpulkan bahwa variasi kuat arus listrik 135A unggul dengan σ tarik sebesar 478,15 Mpa, ϵ (regangan) sebesar 0,18 %; E sebesar 200,84 Gpa dan pada σ tekuk sebesar 552,08 Mpa. Hanya pada K (harga impak) variasi kuat arus listrik 165A mengungguli variasi kuat arus listrik 135A, yaitu sebesar 1,66 J/mm². Secara umum, hasil dari penelitian tugas akhir ini menunjukkan bahwa kuat arus listrik terbaik untuk pengelasan FCAW posisi 3G pada material baja ST 40 adalah 135 A, dimana variasi tersebut menghasilkan nilai tegangan tarik, regangan, dan tegangan tekuk yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat arus 165A. Selain itu pengelasan dengan arus 135A juga memiliki sifat yang lebih elastis dibandingkan dengan arus 165A. Tetapi kuat arus 165A memiliki harga impak rata - rata yang lebih tinggi dari pengelasan dengan kuat arus 135A.

Kata kunci : Flux Cored Arc Welding, baja ST 40, uji tarik, uji tekuk, uji impak

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri teknologi pengelasan sudah berkembang seiring kebutuhan dalam dunia industri. Karena proses pengelasan sangat membantu dalam pembuatan konstruksi sehingga pengelasan dituntut untuk menghasilkan kualitas sebaik mungkin.

Latar belakang penelitian ini adalah bahwa dalam proses pengelasan yaitu proses penyambungan dua material atau lebih dengan karakteristik material logam induk yang sama ataupun material logam induk yang berbeda, terdapat banyak factor yang harus dipertimbangkan. Dalam merencanakan sebuah

sambungan las beberapa faktor yang harus diketahui di antaranya faktor ekonomik, kekuatan sambungan dan kemampuan juru las untuk mengerjakannya. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas sambungan las yang terbentuk. Untuk mendapatkan sambungan las yang berkualitas baik, perhitungan panas masuk pada proses pengelasan merupakan salah satu hal yang harus dikaji dengan seksama. Hal itu dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya cacat las yang pada akhirnya akan menurunkan kekuatan dari sambungan las itu sendiri. [1]

Baja adalah material yang banyak digunakan dalam konstruksi lambung kapal, karena memiliki

sifat ulet, mudah dibentuk, kuat maupun keras. Selain itu baja dengan unsur utama Fe dan C bisa dipadukan dengan unsur lain seperti Cr, Ni, Ti, dan sebagainya, untuk mendapatkan sifat mekanik seperti yang diinginkan. [2]

Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Las FCAW (Flux-Cored Arc Welding) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas CO₂ sebagai pelindung busur. Las FCAW adalah proses otomatis yang memanfaatkan elektroda wire roll untuk mencairkan logam. Selain itu, FCAW memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan teknik pengelasan umum karena teknik ini memiliki kontrol yang lebih baik serta sifat tarik las baja rendah. [3]

Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pengaruh kuat arus pengelasan pada material baja ASTM A316 dengan hasil peningkatan arus pengelasan dari 120 A ke 140 A mampu meningkatkan kekerasan sambungan las dari 465 HV ke 514,7 HV. [4]

Penelitian lainnya yaitu tentang pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah pengelasan dengan kuat arus listrik 150A unggul dalam kekuatan tarik dibanding 100A dan 125A, dengan kekuatan tarik sebesar 48,503 kgf/mm². [5]

Kemudian penelitian sebelumnya yang meneliti tentang pengaruh kuat arus listrik dan jenis kampuh las terhadap kekerasan dan struktur makro pada pengelasan stainless steel AISI 304. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa kuat arus listrik pada pengelasan SMAW berpengaruh pada nilai kekerasan maksimal. [6]

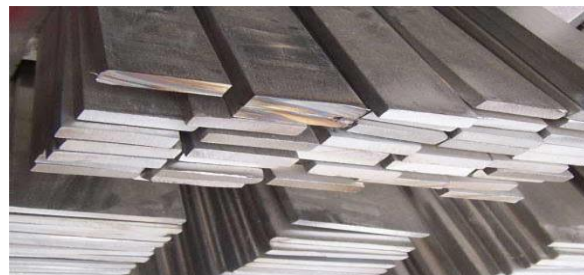
Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka tujuan penelitian kali ini yaitu menghitung dan membandingkan kekuatan tekuk, tarik, dan dampak dari hasil pengelasan FCAW (Flux-cored Arc Welding) posisi 3G dengan variasi kekuatan arus listrik 135 Ampere dan 165 Ampere.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Baja ST 40 adalah baja yang dibuat berdasarkan standar DIN (*Deutch Industrie Normen*). Baja ST 40 memiliki kekuatan tarik sebesar 400 N/mm², nilai regangan sebesar 34%, dan masa jenis sebesar 7,86 g/mm³. Baja ST 40

termasuk golongan baja karbon rendah, dengan kandungan karbon maksimal (C) = 0,15 %, Si = 0,27 %, Mn = 0,65 %, S = 0,05 %, P = 0,026 %. Baja ST 40 digunakan untuk kawat, paku, peralatan otomotif, dan sebagai bahan baku *welded fabrication*.

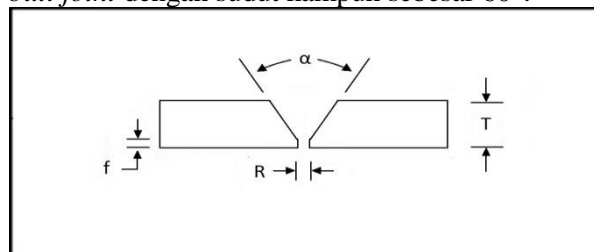


Gambar 1. Plat Baja St 40

2.2. Perlakuan Pada Objek Penelitian

Pengelasan adalah aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.[7]

Jenis sambungan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah jenis sambungan *single v butt joint* dengan sudut kampuh sebesar 60°.



Gambar 2. Sambungan las *Single V-Butt Joint*

Keterangan:

α	=	60°
f	=	1 mm
R	=	4 mm
T	=	10 mm

Proses pengelasan menggunakan 2 variasi kuat arus listrik yaitu 135 Ampere dan 165 Ampere dengan tegangan arus 25 Volt dengan kecepatan pengelasan 13 cm/menit.

2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi pengelasan FCAW (*Flux-cored Arc Welding*) Baja St 40 dilakukan di INLASTEK *Welding Institute* Surakarta. Sedangkan untuk pengujian sendiri dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Mesin Universitas Gajah Mada (UGM) Yogyakarta.

2.4. Metode dan Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Dimana pelaksanaannya dimulai dari persiapan benda uji sampai proses pengujian material dilakukan. Penelitian dilakukan dengan prosedur sesuai standar ASTM E8 untuk pengujian tarik, ASTM E19014 untuk pengujian tekuk, dan ASTM E23 untuk pengujian impact.

Tegangan Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian merusak yang dilakukan dengan memberikan gaya tarik pada material yang berlawanan pada benda dengan arah menjauh dari titik tengah, atau dengan memberikan gaya pada salah satu ujung benda dan ujung lainnya yang diikat hingga benda putus dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya, khususnya pada kekuatan tarik material tersebut. Tegangan tarik dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ : Tegangan (Mpa)
- P : Beban (Newton)
- A_0 : Luas penampang (mm^2)

Regangan

Regangan merupakan perubahan bentuk yang dialami sebuah benda jika dua buah gaya yang berlawanan arah (menjauhi pusat benda) dikenakan pada ujung-ujung benda. Regangan dalam bentuk rumus :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Keterangan :

- ε : Regangan (%)
- ΔL : Perubahan panjang (mm)
- L_0 : Panjang mula – mula (mm)

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau modulus Young merupakan ukuran kekakuan suatu material. Semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi pada suatu tingkat pembebanan tertentu, atau dapat dikatakan material tersebut semakin kaku (stiff). Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan, maka didapatkan nilai tegangan luluh (σ_y) dan nilai regangan (ε). Dari kedua nilai tersebut maka

dapat ditentukan nilai propertis atau nilai modulus elastisitas dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma_y}{\varepsilon} \quad (3)$$

Keterangan:

- E : Modulus elastisitas (GPa)
- σ_y : Tegangan luluh (MPa)
- ε : Regangan (%)

Poisson Number

Poisson number merupakan perbandingan regangan transversal dan regangan longitudinal, dimana pemanjangan spesimen (ΔL) akan terjadi penyusutan lebar (b') dari lebar semula (b_0). Persentase penyusutan akan sebanding dengan pemanjangan, yang dalam bentuk rumus seperti berikut:

$$\nu = \frac{-\Delta b/b_0}{\Delta L/L_0} \quad (4)$$

Keterangan:

- ν : Poisson Number
- L : Panjang (mm)
- b : Lebar (mm)

Tegangan Tekuk

Uji tekuk (*Bending Test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di *weld metal* dan HAZ. [8] Tegangan tekuk dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (5)$$

Keterangan:

- σ_b : Tegangan tekuk/bending (Mpa)
- P : Beban (Newton)
- L : Panjang span/support span (mm)
- b : Lebar (mm)
- d : Tebal (mm)

Harga Impact

Uji impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi ataupun konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan – lahan melainkan datang secara tiba – tiba. Harga Impact dapat dihitung dengan rumus :

$$K = \frac{W}{A_0} \quad (6)$$

Keterangan :

K : Harga Impak (Joule/mm²)

W : Energi (Joule)

Ao : Luas penampang (mm²)

Heat Input

Heat input (HI) merupakan besarnya energi panas pada tiap satuan panjang las, yang dapat dihitung dengan rumus seperti berikut :

$$HI = \frac{60 \times V \times A}{c} \quad (7)$$

Keterangan :

HI : Heat Input (J/cm)

V : Arc Voltage (Volts)

A : Welding Current (Ampere)

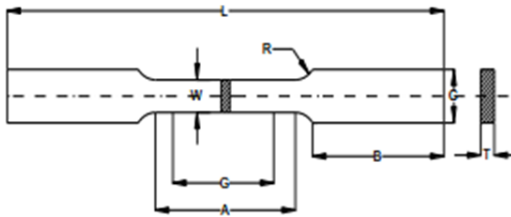
c : Welding speed (cm/min)

2.5. Variabel Penelitian

- Variabel Tetap

Tipe Pengelasan : FCAW

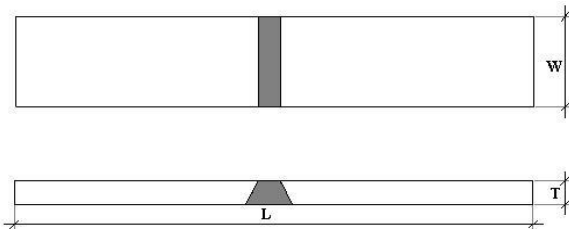
Voltase : 25V



Gambar 3. Bentuk Spesimen Uji Tarik (ASTM E8)

Dimensi Ukuran Spesimen:

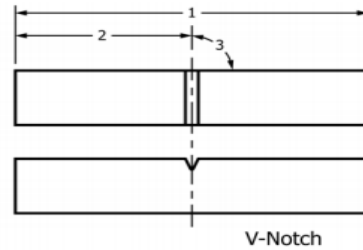
- ❖ Gage Length (G) : 50mm
- ❖ Length of Reduced Section (A) : 57mm
- ❖ Width (W) : 12,5mm
- ❖ Thickness (T) : 10mm
- ❖ Radius of Fillet (R) : 12,5mm
- ❖ Overall Length (L) : 200mm
- ❖ Width of Grip Section (C) : 20mm
- ❖ Length of Grip Section (B) : 50mm



Gambar 4. Bentuk Spesimen Uji Tekuk (ASTM E19014)

Dimana :

- ❖ Overall Length (L) : 152 mm
- ❖ Width : 38 mm
- ❖ Thickness : 10 mm



Gambar 5. Bentuk Spesimen Uji Tarik (ASTM E23)

Dimana :

- ❖ Length of specimen : 55mm
- ❖ Width : 10 mm
- ❖ Thickness : 10 mm
- ❖ Ligament length : 8 mm
- ❖ Radius of notch : 0,25 mm

- Variabel Peubah

Kuat Arus Listrik : - 135 Ampere

- 165 Ampere

Untuk penelitian ini alat yang digunakan untuk proses pengujian adalah mesin las FCAW (*Flux-cored Arc Welding*) yang digunakan untuk pengelasan material kemudian mesin uji tarik uji tekuk, dan uji Impak, yang digunakan untuk pengujian spesimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses dan Hasil Penelitian

Pada penelitian ini terdapat proses pengelasan terhadap Baja ST 40 menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-cored Arc Welding*) yang kemudian dilakukan pengujian tarik, tekuk, dan impak.

3.2. Proses Pengelasan dan Pembuatan Spesimen

Material yang telah dipotong sesuai dengan variasi kuat arus listrik kemudian dilas menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-cored Arc Welding*) dan dilakukan pembentukan spesimen pengujian tarik tekuk, dan impak.

Spesifikasi pengelasan spesimen :

- Logam Induk
Material Spesification : Baja ST40
Tebal : 10mm
- Logam Pengisi
AWS Classificattion : E71T
- Posisi Pengelasan : 3G
- Kuat arus listrik : 60⁰
- Tipe Pengelasan : *Single V Butt Joint*



Gambar 6. Spesimen Sebelum Pengujian

Berdasarkan pengelasan yang telah dilakukan menggunakan las FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) dengan menggunakan posisi 3G dan kampuh V pada sudut 60° didapatkan hasil masukan panas (*heat input*) yang berbeda pada masing-masing pengelasan, yang dapat diketahui sebagai berikut :

- $Heat\ Input\ 135\ A = \frac{60 \times 25v \times 135A}{13\ cm/menit}$
= 15.576,92 Joule/cm
- $Heat\ Input\ 165\ A = \frac{60 \times 25v \times 165A}{13\ cm/menit}$
= 19.038,46 Joule/cm



Gambar 7. Proses Pengelasan FCAW dengan Posisi 3G



Gambar 8. Spesimen setelah pengelasan

3.3. Uji Tekuk

Uji tekuk (*Bending Test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di *weld metal* maupun HAZ. Data yang didapatkan berupa tegangan *bending* dan beban maksimal. Pada pengujian ini dilakukan dengan uji *transversal bending root bend*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegang tekuk pada tiap spesimen.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tekuk

No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	TKK 135A-1	38,06	10,39
2	TKK 135A-2	38,47	10,49
3	TKK 135A-3	38,13	10,56
4	TKK 135A-4	38,17	10,49
5	TKK 165A-1	38,07	10,89
6	TKK 165A-2	39,54	10,54
7	TKK 165A-3	39,21	10,12
8	TKK 165A-4	38,78	10,47

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tekuk (Lanjutan)

ΔL rusak (mm)	Pmax (KN)	Teg. Tekan (Mpa)
20,65	42,33	695,43
22,29	34,84	555,53
23,58	34,23	543,40
24,30	34,68	557,33
24,6	32,72	489,19
29,6	34,3	527,08
28,1	32,81	551,51
26,71	33,3	528,75

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tekuk (Lanjutan)

No.	Spesimen	Teg. Tekan (Mpa)	Teg. Tekan Rata - rata (Mpa)
1	135A-1	695,43	587,92
2	135A-2	555,53	
3	135A-3	543,40	
4	135A-4	557,33	
5	165A-1	489,19	524,13
6	165A-2	527,08	
7	165A-3	551,51	
8	165A-4	528,75	

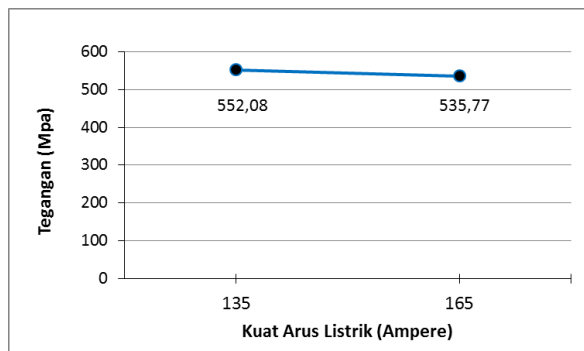
Berdasarkan tabel 1 dapat dihitung nilai standar deviasi untuk setiap variasi kuat arus listrik. Pada variasi kuat arus listrik 135A memiliki nilai standar deviasi sebesar 71,93

sehingga spesimen 1 pada kuat arus listrik 135A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi. Pada variasi kuat arus listrik 165A memiliki nilai standar deviasi sebesar 25,82 sehingga spesimen 1 pada kuat arus listrik 165A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tekuk dengan Standar Deviasi

Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	P max (N)	Tegangan (MPa)
135A	38,47	10,49	34,84	555,53
	38,13	10,56	34,23	543,40
	38,17	10,49	34,68	557,33
Tegangan Tekuk Rata - Rata				552,08
165A	39,54	10,54	34,3	527,08
	39,21	10,12	32,81	551,51
	38,78	10,47	33,3	528,75
Tegangan Tekuk Rata - Rata				535,77

Dari hasil pengujian Tekuk/*Bending* yang telah dilakukan pada sambungan Baja St 40, di dapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2. Terlihat Baja St 40 yang dilas dengan kuat arus listrik 135A jika di rata-rata kan memiliki nilai kekuatan sebesar 552,08 MPa dimana lebih baik dari kuat arus listrik 165A yang mendapat nilai rata – rata sebesar 535,77 MPa.



Gambar 9. Grafik Nilai Rata-rata Tegangan Tekuk

3.4. Uji Tarik

Tegangan dan Regangan

Pengujian tarik merupakan pengujian merusak yang dilakukan dengan memberikan gaya tarik pada material yang berlawanan pada benda dengan arah menjauh dari titik tengah, atau dengan memberikan gaya pada salah satu ujung benda dan ujung lainnya yang diikat hingga benda

putus dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya, khususnya pada kekuatan tarik material tersebut. Uji tarik merupakan dasar dari pengujian-pengujian bahan yang dijadikan dasar pada studi mengenai kekuatan suatu bahan atau material.[9] Data hasil perhitungan pengujian tekuk ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik

No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Δl (mm)
1	TRK 135A-1	13,53	10,09	0,112
2	TRK 135A-2	14,13	10,01	0,094
3	TRK 135A-3	13,44	10,05	0,095
4	TRK 135A-4	13,74	10,31	0,070
5	TRK 165A-1	14,15	10,30	0,086
6	TRK 165A-2	13,69	10,15	0,095
7	TRK 165A-3	14,33	10,22	0,074
8	TRK 165A-4	13,92	10,02	0,082

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik (Lanjutan)

No	Spesimen	Pmax (KN)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	TRK 135A-1	64,90	475,40	0,22
2	TRK 135A-2	69,10	488,54	0,18
3	TRK 135A-3	65,47	484,70	0,19
4	TRK 135A-4	67,20	474,38	0,14
5	TRK 165A-1	68,94	473,02	0,17
6	TRK 165A-2	65,48	471,24	0,19
7	TRK 165A-3	69,58	475,10	0,14
8	TRK 165A-4	65,15	467,10	0,16

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik (Lanjutan)

No.	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Tegangan Rata - rata (MPa)	Regangan Rata - rata (%)
1	475,40	0,22	480,75	0,18
2	488,54	0,18		
3	484,70	0,19	471,61	0,16
4	474,38	0,14		
5	473,02	0,17		
6	471,24	0,19		
7	475,10	0,14	467,10	0,16
8	467,10	0,16		

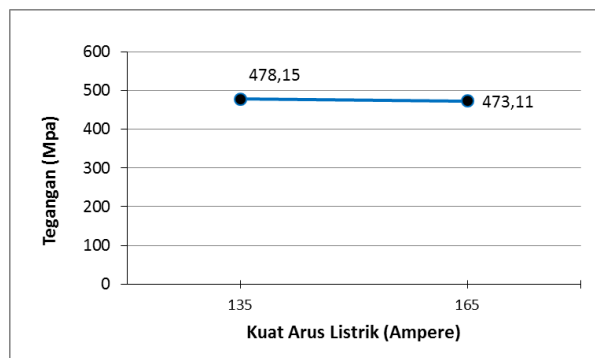
Berdasarkan tabel 3 dapat dihitung nilai standar deviasi untuk setiap variasi kuat arus listrik. Pada variasi kuat arus listrik 135A memiliki nilai standar deviasi sebesar 6,96 sehingga spesimen 2 pada kuat arus listrik 135A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi. Pada variasi kuat arus listrik 165A memiliki nilai standar deviasi sebesar 3,40

sehingga spesimen 4 pada kuat arus listrik 165A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi.

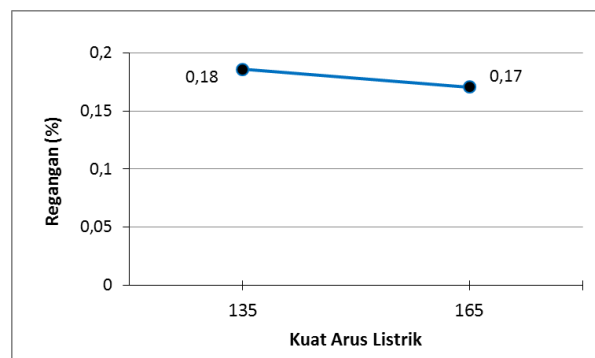
Tabel 4. Data Hasil Pengujian Tarik Dengan Standar Deviasi

No.	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Tegangan Rata - rata (MPa)	Regangan Rata - rata (%)
135-1	475,40	0,22	478,15	0,18
135-3	484,70	0,19		
135-4	474,38	0,14		
165-1	473,02	0,17		
165-2	471,24	0,19	473,11	0,17
165-3	475,10	0,14		

Dari hasil pengujian tarik dengan standar deviasi, seperti hasil yang ditunjukkan pada tabel 4, Terlihat Baja St 40 yang dilas dengan kuat arus listrik 135A jika di rata-rata kan memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 478,15 MPa dimana lebih baik dari kuat arus listrik 165A yang mendapat nilai rata – rata sebesar 473,11 MPa.

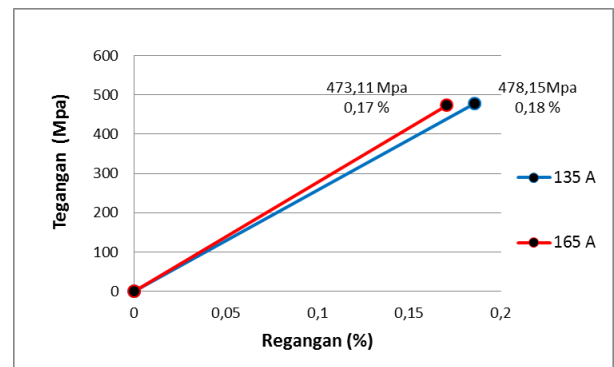


Gambar 10. Grafik Nilai Tegangan Rata-rata



Gambar 11. Grafik Nilai Regangan Rata-rata

Dari nilai tersebut, didapatkan grafik tegangan – regangan sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Tegangan - Regangan

Modulus Elastisitas

Untuk mengetahui modulus elastisitas dari spesimen uji tarik maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 5. Data Modulus Elastisitas

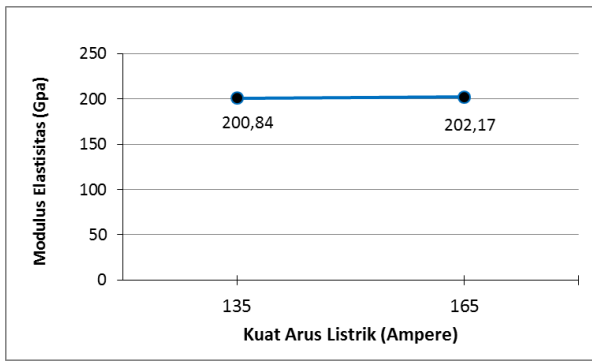
No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Δl (mm)
1	TRK 135A-1	13,53	10,09	0,112
2	TRK 135A-3	13,44	10,05	0,095
3	TRK 135A-4	13,74	10,31	0,070
4	TRK 165A-1	14,15	10,30	0,086
5	TRK 165A-2	13,69	10,15	0,095
6	TRK 165A-3	14,33	10,22	0,074

Tabel 5. Data Modulus Elastisitas (Lanjutan)

No.	Spesimen	P Luluh (KN)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	TRK 135A-1	49,74	364,32	0,22
2	TRK 135A-3	52,12	385,88	0,19
3	TRK 135A-4	47,90	338,17	0,14
4	TRK 165A-1	52,39	359,49	0,17
5	TRK 165A-2	44,26	318,52	0,19
6	TRK 165A-3	50,29	343,39	0,14

Tabel 5. Data Modulus Elastisitas (Lanjutan)

No.	Spesimen	Modulus Elastisitas (Gpa)	Rata - rata Modulus Elastisitas
1	TRK 135A-1	162,29	200,84
2	TRK 135A-3	201,24	
3	TRK 135A-4	238,98	
4	TRK 165A-1	208,68	202,17
5	TRK 165A-2	166,60	
6	TRK 165A-3	231,23	



Gambar 13. Grafik Rata-rata Modulus Elastisitas

Dari data diatas diperoleh bahwa rata – rata nilai modulus elastisitas dengan pengelasan kuat arus listrik 135 Ampere yaitu 200,84 Gpa, dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan rata- rata modulus elastisitas dari pengelasan arus 165 Ampere yaitu sebesar 202,17 Gpa. Hal ini menandakan bahwa spesimen variasi kuat arus listrik 135 A lebih elastis dibanding dengan variasi kuat arus listrik 165 Ampere.

Poisson Number

Dalam pemanjangan spesimen(ΔL) akan terjadi penyusutan lebar (b') dari lebar semula (b0). Persentase penyusutan akan sebanding dengan pemanjangan [10]. Dari data pengujian tarik, untuk perhitungan poisson number didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Poisson Number

No.	Spesimen	b0	b'	Δb	Reg. Lateral
1	TRK 135A-1	10,09	7,3	2,79	0,72
2	TRK 135A-3	10,05	8,7	1,35	0,87
3	TRK 135A-4	10,31	7,9	2,41	0,77
4	TRK 165A-1	10,30	8,4	1,90	0,82
5	TRK 165A-2	10,15	7,5	2,65	0,74
6	TRK 165A-3	10,22	8,2	2,02	0,80

Tabel 6. Poisson Number (Lanjutan)

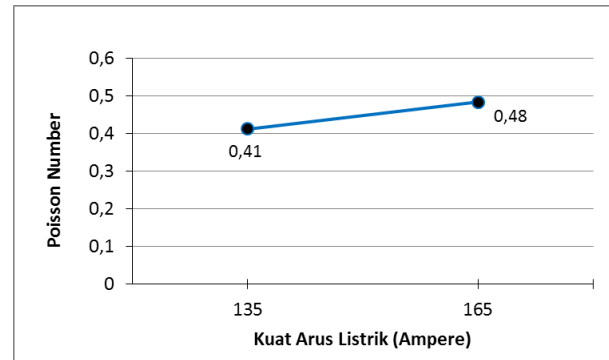
ΔL	L0	Regangan Transversal	Regangan Longitudinal
24,6	50	0,28	0,41
28,1	50	0,13	0,47
26,71	50	0,23	0,49
20,65	50	0,18	0,49
22,29	50	0,26	0,59
23,58	50	0,20	0,56

Tabel 6. Poisson Number (Lanjutan)

Poisson Number	Poisson Number Rata-rata
0,56	0,41
0,24	
0,44	

0,45	0,48
0,59	
0,42	

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4, maka nilai poisson number rata-rata terbesar yang didapat pada pengujian las terjadi pada kuat arus las 165A yakni sebesar 0,48.



Gambar 14. Grafik Rata-rata Poisson Number

Dari data diatas diperoleh bahwa rata – rata poisson number dengan pengelasan kuat arus listrik 135 Ampere yaitu 0,41 dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan poisson number dari pengelasan kuat arus listrik 165 Ampere yaitu sebesar 0,48.

3.5. Uji Impak

Uji Impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atupun konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan – lahan melainkan datang secara tiba – tiba. Prinsip pengujian *Impak* ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi,[11]. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *charpy*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui harga impak dari setiap spesimen. Data hasil perhitungan pengujian *Impak* ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Impak

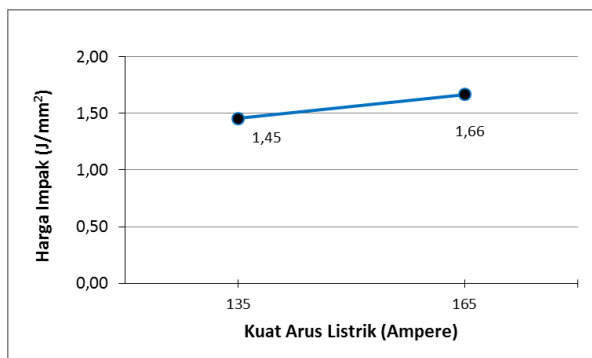
No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Energi (J)	Harga Impack (J/mm2)
1	135A-1	10,38	7,77	162	2,01
2	135A-2	10,31	7,68	114	1,44
3	135A-3	10,28	7,38	132	1,74
4	135A-4	10,29	7,38	90	1,19
Harga Impak Rata-rata					1,59

5	165A-1	10,00	8,12	144	1,77
6	165A-2	10,07	8,37	163	1,93
7	165A-3	9,97	7,77	188	2,43
8	165A-4	10,05	7,84	102	1,29
Harga Impak Rata-rata					1,86

Berdasarkan tabel 7 dapat dihitung nilai standar deviasi untuk setiap variasi kuat arus listrik. Pada variasi kuat arus listrik 135A memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,35 sehingga spesimen 1 pada kuat arus listrik 135A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi. Pada variasi kuat arus listrik 165A memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,46 sehingga spesimen 3 pada kuat arus listrik 165A tidak diikuti sertakan dalam perhitungan selanjutnya dikarenakan melebihi nilai standar deviasi.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Impak dengan Standar Deviasi

No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Energi (J)	Harga Impack (J/mm ²)
1	135A-2	10,31	7,68	114	1,44
2	135A-3	10,28	7,38	132	1,74
3	135A-4	10,29	7,38	90	1,19
Harga Impak Rata-rata					1,45
1	165A-1	10,00	8,12	144	1,77
2	165A-2	10,07	8,37	163	1,93
3	165A-4	10,05	7,84	102	1,29
Harga Impak Rata-rata					1,66



Gambar 14. Grafik Rata-rata Harga Impak

Dari hasil pengujian Impak, didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 8. Terlihat pada pengelasan arus 165 Ampere memiliki harga Impak rata - rata yang lebih baik yaitu 1,66 J/mm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, hasil rata – rata dari tiap spesimen pada pengelasan 135A mendapatkan nilai σ tarik 478,15 Mpa, ϵ (regangan) 0,18 %, E sebesar 200,84 Gpa, σ tekuk 552,08 Mpa, dan K (harga impak) 1,45 J/mm². Sedangkan pada variasi arus pengelasan 165A mendapatkan hasil rata – rata yaitu σ tarik 473,11 Mpa, ϵ 0,17 %; E sebesar 202,17 Gpa, σ tekuk 535,77 Mpa, dan K 1,66 J/mm². Disimpulkan bahwa variasi kuat arus listrik yang direkomendasikan dalam pengelasan FCAW posisi 3G pada baja ST 40 adalah 135A, dimana kuat arus listrik tersebut unggul pada σ tarik sebesar 1,065%; pada ϵ (regangan) sebesar 0,01%; pada E sebesar 0,66%; dan pada σ tekuk sebesar 3,04%. Hanya pada K (harga impak) variasi kuat arus listrik 165A mengungguli variasi kuat arus listrik 135A, yaitu sebesar 14,48%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mochamad, Teori dan Praktek Las, Jakarta : Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1989.
- [2] Oentoeng, Konstruksi Baja, First Edition, Yogyakarta : Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 1999.
- [3] H. Wiryosumarto and T. Okumura, Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta : Pradnya Paramita, 2000.
- [4] D. Prayitno, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Lasan pada Baja ASTM A316,” *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 3, no.1, 2018.
- [5] T. N. B. Santoso, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las Smaw dengan Elektroda E7016,” *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*, vol. 23, no. 1, 2015.
- [6] E. W. R. Widodo, “Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Jenis Kampuh Las Terhadap Kekerasan dan Struktur Makro pada Pengelasan Stainless Steel AISI 304,” *Jurnal IPTEK*, vol. 20, no. 2, 2016.
- [7] Daryanto, Teknik Las, First Edition, Bandung : Alfabeta CV, 2013.
- [8] S. Bondan, Pengantar Material Teknik, Jakarta : Salemba Teknika, 2010.

- [9] Yuwono, A. Herman, Buku Panduan Karakterisasi 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing), Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, 2009.
- [10] Victor. T. P. Sidabutar, Teknologi Mekanik, Bandung: Kementrian Perdagangan Republik Indonesia Balai Pendidikan dan Pelatihan Metrologi, 2011.
- [11] Alip, Mochamad, Teori dan Praktik Las, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1989.