



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Baja ST 40 Pengelasan *Flux-Cored Arc Welding* (FCAW) Posisi 4G dengan Variasi Arus Pengelasan

Mangara Tua Immanuel Sianturi <sup>1)</sup>, Untung Budiarto <sup>2)</sup> Imam Pujo Mulyatno. <sup>3)</sup>

Laboratorium Pengelasan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

e-mail : araimauel@gmail.com, budiartountung@gmail.com, pujomulyatno@gmail.com

### Abstrak

Baja ST 40 sering digunakan sebagai konstruksi geladak dan lambung kapal karena kuat, lentur dan tahan akan korosi. Pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) merupakan teknik pengelasan yang banyak digunakan dalam industri perkapalan. Posisi pengelasan 4G (*overhead*) merupakan posisi pengelasan yang sukar dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuhan yang dapat mengenai juru las. Penelitian ini membahas material baja ST 40 yang dilas menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) posisi pengelasan 4G dengan 3 variasi kuat arus sebesar 135A, 150A, 165A yang bertujuan mendapatkan nilai kekuatan tarik dan impak. Dari pengujian ini didapatkan hasil dimana spesimen dengan arus 135A didapatkan tegangan rata-rata sebesar 508,11 MPa, regangan rata-rata sebesar 0,193% dan impak rata-rata sebesar 0,99 J/mm<sup>2</sup> sedangkan pada spesimen dengan arus 150A didapatkan tegangan rata-rata sebesar 494,33 MPa, regangan rata-rata sebesar 0,185% dan impak rata-rata sebesar 1,54 J/mm<sup>2</sup> sedangkan pada spesimen dengan arus 165A didapatkan tegangan rata-rata sebesar 480,75 MPa, regangan rata-rata sebesar 0,178% dan impak rata-rata sebesar 1,74 J/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa material baja ST 40 dengan posisi pengelasan 4G dengan kuat arus 135A lebih kuat, ulet serta elastis dibandingkan dengan arus 150A dan 165A namun material dengan kuat arus 165A lebih tangguh dibandingkan dengan arus 135A dan 150A.

Kata Kunci : Baja ST 40, FCAW Posisi 4G, Uji Tarik, Uji Impak, Variasi Arus Pengelasan.

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak kalangan industri menggunakan logam sebagai bahan utama operasional sebagai bahan baku produksinya. Baja sering digunakan sebagai konstruksi bangunan kapal karena kuat, lentur dan tahan akan korosi.

Baja merupakan logam paduan, logam besi berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen seperti karbon (C), mangan (Mn), fosfor (F) sulfur (S), silikon, dan sebagainya. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah

kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dapat diklasifikasikan yaitu baja karbon rendah ( 0,1%C - 0,3%C ), baja karbon menengah ( 0,3%C - 0,6%C ), baja karbon tinggi ( 0,6%C - 1,7%C ). [1]

Pengelasan merupakan suatu cara untuk menyambung dua buah logam tanpa mengurangi kekuatan dan bentuk material logam tersebut. Pada masa kini pengelasan dipakai pada bidang industri baik bidang pembuatan maupun reparasi. Salah satu industri yang banyak menggunakan pengelasan yaitu industri perkapalan. Pengerjaan Pengelasan memiliki porsi 1/3 dari seluruh pengerjaan pembuatan kapal. Sambungan tumpul atau butt joint adalah jenis sambungan yang paling efisien dan salah satu sambungan yang terbanyak diaplikasikan

pada pengerjaan pengelasan konstruksi kapal. Pengelasan banyak digunakan dalam penyambungan material kapal karena mempunyai salah satu keuntungan yaitu memberikan berat penyambungan yang lebih ringan dari pada penyambungan logam dengan cara keling atau mur baut. [2]

Las FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) 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]

Ada dua cara dalam pengujian material di industri yaitu dengan cara pengujian tidak merusak (*non destructive test*) dan merusak (*destructive test*). Pengujian tidak merusak adalah aktivitas uji atau inspeksi terhadap suatu material untuk mengetahui adanya cacat, retak atau *discontinuty* lain tanpa merusak material yang diinspeksi. Pengujian merusak merupakan alat uji pada material yang diujicobakan dengan cara merusaknya. Pengujian merusak terdiri dari uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compressed test*), uji tekuk (*bending test*), dan uji *impact*. [4]

Uji tarik merupakan pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui karakteristik mekanik material terutama kekuatan dan ketahanan terhadap beban tarik. Material dapat diseleksi sebelum melakukan kegiatan produksi sehingga dalam pemakaian sudah dapat diketahui material itu layak digunakan atau tidak. Dalam pengujian batang uji tersebut dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit sampai batang uji patah. Uji tarik dapat menunjukkan bagaimana proses terjadinya deformasi pada bahan. Hasil pengukuran dari pengujian tarik adalah suatu kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya yang digunakan dan perpanjangan yang dialami oleh spesimen.[5] Uji tarik meliputi pencarian hasil tegangan tarik, regangan tarik, modulus elastisitas dan *poisson number*. Setiap pemanjangan  $\Delta L$  dari panjang semula  $L_0$  akan menyebabkan penyusutan lebar  $\Delta b$ , misalnya dari lebar semula  $b_0$ . Menurut Poisson, persentase penyusutan lebar akan sebanding dengan persentase pemanjangannya. [6]

Uji impact merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui banyaknya energi yang diserap material. Oleh karena itu uji impact banyak digunakan dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut.[7]

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai 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/mm<sup>2</sup> [8]

Penelitian lainya mengenai perubahan pengaruh arus pengelasan 120A ke 140A mampu meningkatkan kekerasan dari 465 HV ke 514.7 HV, penambahan arus pengelasan dari 140A ke 160A akan menurunkan kekerasan dari 514,7 HV ke 423 HV dan kekerasan tidak berubah dengan meningkatkan arus pengelasan dari 120A ke 160A. [9]

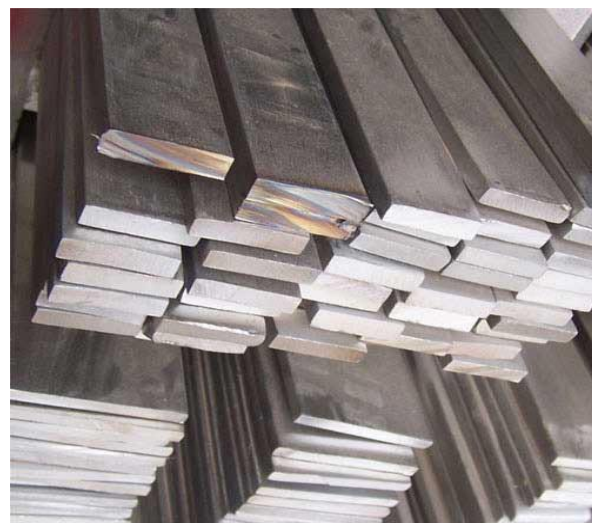
Dalam penelitian ketiga membahas mengenai hasil uji tarik dan impact pada aluminium 5083 dengan pengelasan GMAW menyatakan variasi kuat arus 130A, 150A, 170A dan 200A menghasilkan kekuatan yang tarik yang berbeda dengan kuat arus 130A memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 193,28 N/mm<sup>2</sup>. Dan kekuatan impact tertinggi pada kuat arus 130A pada suhu 20°C sebesar 0,116 J/mm<sup>2</sup>. [10]

Dari keterangan tersebut, penulis mengambil penelitian uji tarik dan impact pada material ST 40 dengan pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) posisi 4G dengan variasi arus listrik, guna mendapatkan efektifitas arus listrik untuk menghasilkan pengelasan yang baik.

## 2. METODE

### 2.1. Objek Penelitian

Pengumpulan data diperoleh dari buku-buku referensi, modul, artikel, jurnal, internet dan studi lapangan secara langsung.

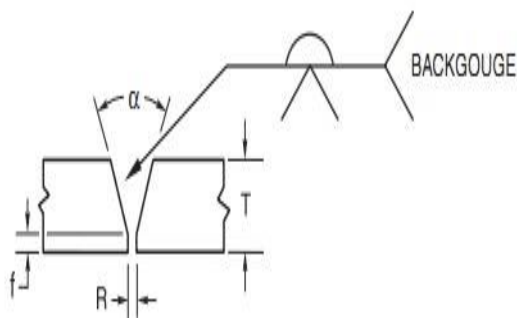


Gambar 1. Plat baja ST 40

## 2.2. Perlakuan Pada Objek Penelitian

Pengelasan menurut DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu.[11]

Jenis sambungan yang dipakai pada penelitian kali ini adalah dengan jenis sambungan *single v butt joint* dengan sudut kampuh sebesar  $60^\circ$ .



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

## 2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) 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. Untuk pengujian tarik berdasarkan ASTM E8 dan pengujian dampak berdasarkan ASTM E23. Dimana pelaksanaannya dimulai dari persiapan benda uji sampai proses pengujian material dilakukan. Penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Menyiapkan dan memotong baja ST 40 sesuai sudut kampuh las yang akan dibutuhkan.
2. Melakukan proses pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) dengan posisi 4G dengan 3 variasi arus pengelasan yakni 135 A, 150 A, 156 A.

3. Melakukan pengujian tarik dan dampak di laboratorium bahan dan teknik.
4. Melakukan pengumpulan dan pengolahan data hasil pengujian.

## 2.5. Alat dan Bahan

1. Jangka sorong
2. Gerinda
3. *Backing Ceramic*
4. Alat Las FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*)
5. Mesin uji dampak
6. Mesin uji tarik.

## 2.6. Variabel Penelitian

- Variabel Tetap
  - Tipe Pengelasan: FCAW
  - Travelling speed: 13 cm/menit
  - Elektroda : E71T-1C
  - Voltase : 25V
  - Ampere : 135A, 150A, 165A
- Variabel Perubahan
  - Pembentukan spesimen
  - Pengujian tarik
  - Pengujian dampak
  - Variasi kuat arus pengelasan

## 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 dibagi dalam 3 variasi arus pengelasan yaitu 135 A, 150 A, 165 A yang kemudian dilakukan pengujian tarik dan dampak.

### 3.2. Proses Pengelasan dan Pembuatan Spesimen

Material yang telah dipotong sesuai dengan metode arus pengelasan yang telah ditentukan kemudian di las menggunakan pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) dan dilakukan variasi besar arus 135, 150, dan 165 Ampere untuk kemudian dibentuk menjadi spesimen pengujian tarik dan dampak. Berikut adalah resume penelitian sampai dengan proses pendinginan :

- Logam Induk
  - Material Spesification* : Baja ST40
  - Tebal : 10mm

- Logam Pengisi  
AWS Classification : E71T-1C
- Posisi Pengelasan : 4G
- Sudut Kampuh : 60°
- Tipe Pengelasan : FCAW

Berdasarkan pengelasan yang telah dilakukan menggunakan las FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) dengan menggunakan posisi 4G 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 135A =  $\frac{60 \times 25v \times 135A}{13 \text{ cm/menit}}$   
= 15576,92 Joule/cm
- Heat Input 150A =  $\frac{60 \times 25v \times 150A}{13 \text{ cm/menit}}$   
= 17307,69 Joule/cm
- Heat Input 165A =  $\frac{60 \times 25v \times 165A}{13 \text{ cm/menit}}$   
= 19038,46 Joule/cm



Gambar 3. Bentuk kampuh V setelah dilas

### 3.3. Uji Tarik

#### Tegangan dan Regangan dan Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian merusak yang dilakukan dengan memberikan gaya tarik yang berlawanan pada benda dengan arah menjauh dari titik tengah atau dengan memberikan gaya pada salah satu ujung benda dengan ujung lainnya diikat hingga benda uji putus untuk mengetahui sifat-sifat mekanis material. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, regangan tarik, modulus elastisitas dan *poisson number* pada tiap spesimen. Data

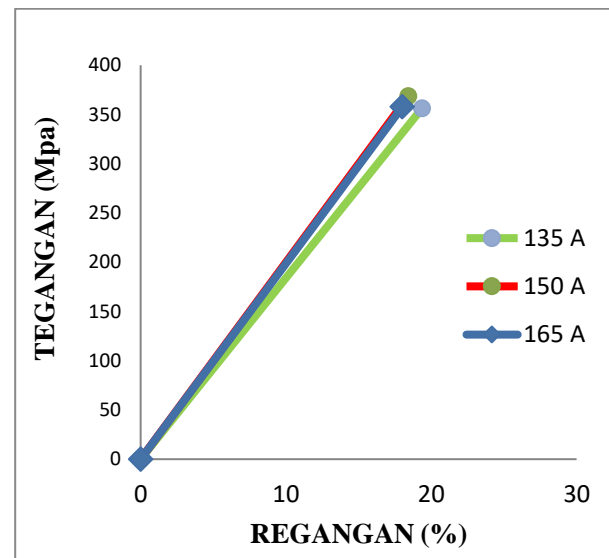
hasil perhitungan pengujian tarikk ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik

No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	TRK 135A-1	12,96	9,99
2	TRK 135A-2	13,98	10,16
3	TRK 135A-3	13,91	10,09
4	TRK 135A-4	14,17	10,24
5	TRK 150A-1	14,03	10,42
6	TRK 150A-2	13,66	10,11
7	TRK 150A-3	14,29	10,43
8	TRK 150A-4	13,76	10,22
9	TRK 165A-1	13,35	10,06
10	TRK 165A-2	14	9,95
11	TRK 165A-3	13,85	9,89
12	TRK 165A-4	13,71	10,1

Lanjutan Data Hasil Pengujian Tarik

Δl (mm)	Pmax (KN)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
15,91	65,8	508,22	0,19
17,96	71,02	500,01	0,22
18,4	71,65	510,50	0,15
23,34	74,54	513,71	0,21
18,75	72,74	497,56	0,21
16,73	68,56	496,44	0,18
19,67	73,67	494,28	0,19
16,75	68,77	489,02	0,16
18,99	66,89	498,06	0,21
17,61	67,25	482,77	0,16
11,18	63,61	464,39	0,14
14,25	66,16	477,79	0,2



Gambar 4. Grafik Tegangan-Regangan Tarik

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pada sambungan las baja ST 40, di dapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat baja ST 40 dengan arus pengelasan 135A memiliki tegangan rata rata terbesar yaitu 508,11 Mpa sedangkan pada arus 150A sebesar 494,33 Mpa dan untuk arus 165A sebesar 480,75 Mpa. Dan juga untuk hasil regangan pada pengujian tarik di dapatkan hasil yang berbanding lurus yakni regangan terbesar pada arus 135A sebesar 37,81% pada arus 150A sebesar 35,97% sedangkan pada arus 165A sebesar 31,02%.

Berdasarkan hasil pengujian tarik ini didapatkan bahwa arus pengelasan terbaik untuk baja ST 40 dengan posisi pengelasan 4G adalah arus 135A dengan nilai tegangan 508,11 Mpa dan regangan sebesar 37,81%.



Gambar 5. Spesimen uji tarik sebelum di uji



Gambar 6. Spesimen uji tarik setelah di uji

### Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil pengujian maka didapatkan informasi mengenai nilai tegangan dan regangan luluh, dari nilai  $\sigma$  dan  $e$  tersebut dapat diketahui nilai propertis atau kekuatan mekanika material yang lain dengan menggunakan rumus.

$$E = \frac{\sigma_Y}{\epsilon} \quad (1)$$

Keterangan:

E : Modulus elastisitas (GPa)

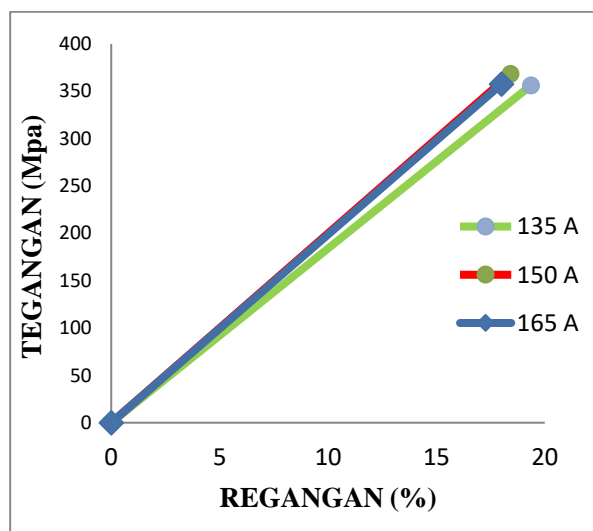
$\sigma_Y$  : Tegangan luluh (MPa)

$\epsilon$  : Regangan (%)

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan hasil rata-rata modulus elastisitas sebagai berikut:

Tabel 2. Data hasil modulus elastisitas

Spesimen	T luluh (MPa)	R luluh (%)	E (Gpa)	E rata rata
135A-1	363,73	0,19	191,44	188,73
135A-2	363,64	0,22	165,29	
135A-3	346,41	0,15	230,94	
135A-4	351,26	0,21	167,26	
150A-1	374,27	0,21	178,23	201,05
150A-2	384,04	0,18	213,36	
150A-3	351,20	0,19	184,84	
150A-4	364,46	0,16	227,79	
165A-1	363,97	0,21	173,32	207,03
165A-2	350,69	0,16	219,18	
165A-3	362,22	0,14	258,73	
165A-4	353,75	0,2	176,87	



Gambar 7. Grafik Rata-rata Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata modulus elastisitas yang dihasilkan pada sambungan las baja ST 40 menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) posisi 4G paling besar yaitu pada arus 165A sebesar 207,03 Gpa sedangkan nilai rata-rata modulus elastisitas terkecil terdapat pada arus 135A yaitu sebesar 188,73 Gpa.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2, maka sambungan las baja ST 40 menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) posisi 4G pada arus 165A memiliki sifat yang lebih kaku dan ulet dibandingkan dengan arus 150A dan 135A.

### Poisson Number

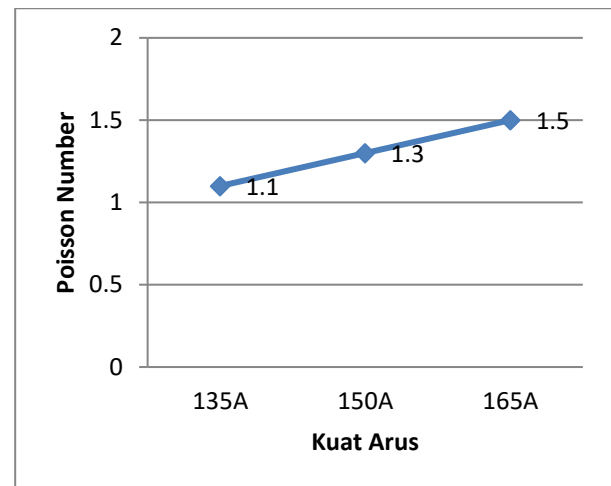
Dalam kenyataannya, setiap pemanjangan  $\Delta L$  dari panjang semula  $L_0$  akan menyebabkan penyusutan lebar  $\Delta b$ , misalnya dari lebar semula  $b_0$ . Menurut Poisson, persentase penyusutan lebar akan sebanding dengan persentase pemanjangannya. Maka didefinisikanlah apa yang dikenal dengan angka banding Poisson, selaku tetapan kesebandingan yang menurut hubungan berikut:

$$\nu = \frac{-\Delta b/b_0}{\Delta L/L_0} \quad (2)$$

Besarnya angka banding poisson tergantung pada jenis bahannya.

Tabel 3. Data hasil poisson number

Spesimen	$\Delta l$ (mm)	$\Delta b$ (mm)	Poisson number	Poisson number rata-rata
135A-1	15,91	5,46	1,3	1,1
135A-2	17,96	6,28	1,3	
135A-3	18,4	5,11	1,0	
135A-4	23,34	6,77	1,0	
150A-1	18,75	6,03	1,1	1,3
150A-2	16,73	5,76	1,3	
150A-3	19,67	6,29	1,1	
150A-4	16,75	7,06	1,5	
165A-1	18,99	6,15	1,2	1,5
165A-2	17,61	6,9	1,4	
165A-3	11,18	6,45	2,1	
165A-4	14,25	5,41	1,4	



Gambar 8. Grafik Rata-rata poisson number

Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata poisson number yang dihasilkan pada sambungan las baja ST 40 menggunakan pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) posisi 4G paling baik yaitu pada arus pengelasan 165A sebesar 1,5 sedangkan poisson number terkecil terdapat pada arus 135A.

### 3.4. Uji Impak

Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui banyaknya energi yang diserap material. Uji impak 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. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *charpy*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui harga impak dari setiap specimen dengan rumus.

$$K = \frac{W}{A} \quad (3)$$

Keterangan:

K : Harga impak (J/mm<sup>2</sup>)

W : Energi yang terserap specimen uji (J)

A : Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Data hasil perhitungan pengujian impak ditampilkan pada tabel 4

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Impak

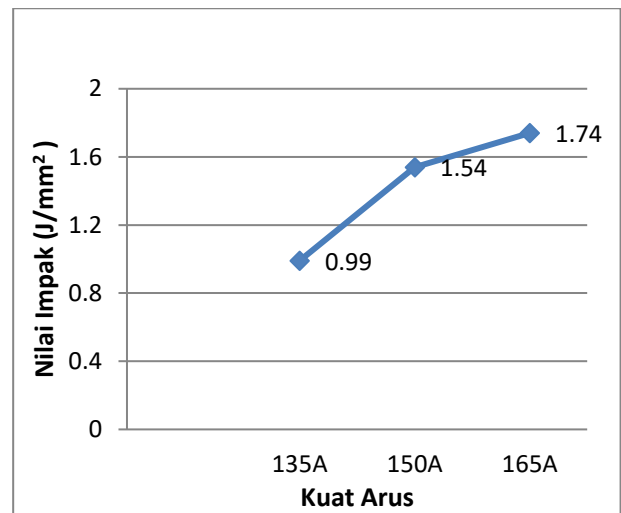
No.	Spesimen	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
1	135A-1	10,01	7,37
2	135A-2	10,20	7,94
3	135A-3	10,08	7,94
4	135A-4	10,10	8,10
5	150A-1	10,13	7,60

6	150A-2	9,98	6,85
7	150A-3	10,28	9,02
8	150A-4	10,13	6,92
9	165A-1	10,00	8,42
10	165A-2	10,03	7,49
11	165A-3	10,21	7,26
12	165A-4	10,01	7,83

Tabel 4. Data Hasil Impak (lanjutan)

Energi (J)	Harga Impack (J/mm <sup>2</sup> )	Standar Deviasi	Rata-rata Impak setelah deviasi (J/mm <sup>2</sup> )
120	1,63	0,32	0,99
76	0,94		
84	1,05		
80	0,98		
150	1,95	0,29	1,54
98	1,43		
170	1,83		
96	1,37		
74	0,88	0,46	1,74
136	1,81		
112	1,51		
150	1,91		

Berdasarkan tabel 4 diperoleh nilai standar deviasi untuk setiap variasi kuat arus pengelasan. Pada spesimen kuat arus 135A diperoleh standar deviasi sebesar 0,32 sehingga spesimen 1 tidak diikutsertakan dalam perhitungan rata-rata harga impak. Pada spesimen kuat arus 150A diperoleh standar deviasi sebesar 0,29 sehingga spesimen 1 tidak diikutsertakan dalam perhitungan rata-rata harga impak. Pada spesimen kuat arus 165A diperoleh standar deviasi sebesar 0,46 sehingga spesimen 1 tidak diikutsertakan dalam perhitungan rata-rata harga impak.



Gambar 9. Grafik Harga Impak

Dari hasil pengujian impak yang telah dilakukan yang memenuhi standar deviasi pada sambungan baja ST 40, didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4. Terlihat pada baja ST40 dengan arus pengelasan 135A memiliki harga impak rata-rata sebesar 0,99 J/mm<sup>2</sup> dan pada arus pengelesan 150A memiliki harga impak rata-rata sebesar 1,54 J/mm<sup>2</sup> sedangkan pada arus pengelasan 165A memiliki harga impak rata-rata sebesar 1,74 J/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan bahwa arus pengelasan terbaik untuk baja ST 40 posisi pengelasan 4G yaitu arus 165A dengan harga impak sebesar 1,74 J/mm<sup>2</sup> dan disusul oleh kuat arus 150A dan 135A.



Gambar 10. Spesimen uji impak sebelum uji



Gambar 11. Spesimen uji impak sesudah uji

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa dari pengujian tarik dan impak pada sambungan las baja ST 40 dengan pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) posisi pengelasan 4G dengan variasi arus 135A, 150A dan 165A dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Nilai rata-rata tegangan tarik terbesar didapatkan pada variasi kuat arus 135A yaitu sebesar 508,11 Mpa, dimana hasil tersebut lebih besar 2,71% dari arus 150A dan lebih besar 5,38% dari arus 165A. Nilai rata-rata regangan tarik terbesar didapatkan pada variasi kuat arus 135A yaitu sebesar 0,193%, dimana hasil tersebut lebih besar dari arus 150A dan 165A. Nilai rata-rata modulus elastisitas terbesar didapatkan pada variasi kuat arus 165A yaitu sebesar 207,03 Gpa, dimana hasil tersebut lebih besar 8,83% dari arus 135A dan lebih besar 2,88% dari kuat arus 150A. Pada pengujian impak pada arus 165A memiliki rata-rata terbesar yaitu 1,74 J/mm<sup>2</sup> dimana hasil tersebut lebih besar 43,1% dari kuat arus 135A dan lebih besar 11,5% dari kuat arus 165A.

Dari hasil pengujian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa material baja ST40 dengan posisi pengelasan 4G dengan kuat arus 135A lebih kuat serta elastis dibandingkan dengan arus 150A dan 165A namun material dengan kuat arus 165A lebih tangguh dibandingkan dengan arus 135A dan 150A.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Nevada and E. Lillipaly, "Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh

Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang sapi ( $\text{CaCO}_3$ )) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburising)," 2012.

- [2] M. Dewantara, "Analisa Pengaruh Gas Pelindung Argon Grade A Dan Grade C Terhadap Kekuatan Impact Dan Tekuk Sambungan Butt Joint pada Aluminium," 508. Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 5, No. 2, 2017.
- [3] E. Sasmito, "Analisa Pengelasan Mild Steel (ST.42) Dengan Proses SMAW, FCAW Dan SAW Ditinjau Dari Segi Kekuatan Dan Nilai Ekonomis," Jurnal Perkapalan, Vol. 6, No. 2, 2009.
- [4] V. Pasalbessy, "Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Kecepatan Las Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 5083 Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas)," Jurnal Perkapalan, Vol. 3, No. 4, 2015.
- [5] S. Gusti Rusydi Furqon, "Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja ST 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda," Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1 No. 2, 2016.
- [6] Saroyo. G, "Fisika Dasar Seri Mekanika," Salemba.Teknika, 2002.
- [7] C. U. Wardani, "Analisis Pengujian Impak Metoda Izod Dan Charpy Menggunakan Benda Uji Aluminium Dan Baja ST37," 2016.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] R. Putra, "Pengaruh Arus Listrik Dan Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Aluminium 5083 Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding)," Jurnal Teknik Perkapalan Vol. 4, No. 1, 2016.
- [11] R. Setiaji, "Pengujian Tarik," Laboratorium Metalurgi Fisik FTUI, 2009.