



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisis Pengaruh Variasi Arus Las Terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Tarik Pengelasan *Dissimilar* Baja ASTM A36 dan Stainless SS304

Farhan Mubarak ¹⁾, Untung Budiarto ¹⁾, Dr. Wilma Amiruddin ¹⁾

¹⁾ Teknologi Material dan Produksi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*e-mail : farhanmubarak1204@gmail.com

Abstrak

Baja, khususnya baja ASTM A36 dan stainless SS304 sangat umum digunakan dalam berbagai sektor industri karena kegunaannya yang beragam. Dengan menggunakan pengelasan *dissimilar*, penyambungan kedua material dengan logam dasar berbeda ini dapat dilakukan. Namun dengan pengelasan dua logam dasar yang berbeda, tentunya akan ada perubahan sifat mekanik dan yang terjadi di hasil pengelasan tersebut. Proses pengelasan juga dapat menjadi salah satu faktor penting dalam terjadinya korosi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan nilai yang paling optimal terhadap kekuatan tarik dan laju korosi pada sambungan pengelasan *dissimilar* antara baja ASTM A36 dan stainless steel SS304 yang disambungkan menggunakan metode pengelasan SMAW dengan variasi intensitas arus listrik 90A, 100A, dan 110A. Pada penelitian ini nilai laju korosi terbesar terjadi pada spesimen dengan arus 90A dengan nilai 0,689 mm/year (fair), pada arus 100A dengan nilai 0,129 mm/year (good), dan terkecil pada arus 110A dengan nilai 0,089 mm/year (excellent). Pada pengujian ini diperoleh hasil uji tarik terbaik pada spesimen dengan variasi arus 110A dengan nilai tegangan dan regangan tarik serta modulus elastisitas sebesar 631,74 MPa, 4,6% dan 101,7 GPa. Dapat disimpulkan pada penelitian ini arus pengelasan paling baik adalah 110A dengan nilai tegangan dan regangan tarik serta modulus elastisitas paling optimal dan laju korosi yang baik.

Kata Kunci : Baja ASTM A36, Stainless Steel SS304, Variasi Arus, Pengelasan *Dissimilar*, Kekuatan Tarik, Laju korosi.

1. PENDAHULUAN

Baja, khususnya baja ASTM A36 dan stainless SS304, sangat umum digunakan dalam berbagai sektor industri. ASTM A36 adalah salah satu jenis baja struktural yang sering digunakan dalam konstruksi dan manufaktur karena memiliki kekuatan mekanis yang tangguh dan kemampuan las yang baik. Stainless steel SS304 merupakan jenis baja tahan karat yang paling umum dan serbaguna. Dengan komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya baik dengan harga yang juga cukup terjangkau. Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan logam yang mempunyai peranan penting dalam industri manufaktur. Proses ini menerapkan panas pada logam yang disambung, sehingga logam tersebut meleleh, melebur, dan menyatu [1].

Pengelasan *dissimilar* merupakan pengelasan dengan dua logam dasar yang berbeda, yang biasanya digunakan untuk menyambung material baja tahan karat dengan material lainnya [2]. Dengan pengelasan dua logam dasar yang berbeda, tentunya akan ada perubahan sifat mekanik yang terjadi di hasil pengelasan tersebut. Sifat mekanik adalah sifat yang berkaitan dengan kalukan terhadap pengolahan suatu material, sifat ini dapat berupa kekuatan, kekerasan, ketahan dan sebagainya. Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah material ketika ditarik, sebelum material tersebut patah. Nilai kekuatan tarik dari sebuah material dapat diperoleh dengan menggunakan uji tarik, dan mencatat perubahan regangan, tegangan dan modulus elastisitas.

Proses pengelasan juga dapat menjadi salah satu faktor penting dalam terjadinya korosi. Karena dalam proses pengelasan akan menyebabkan material mengalami Weld Metal Heat Affected Zone (HAZ). Hal tersebut menyebabkan baja mengalami perubahan metalurgi, fisik, dan kimia yang disebabkan oleh proses pengelasan dan sangat mempengaruhi ketahanan korosi pada hasil pengelasan [3]. Korosi menjadi musuh utama yang dihadapi oleh material baja, karena dapat menurunkan kekuatan material pada baja dan menyebabkan penampilan visual baja menjadi buruk. Korosi biasanya terjadi karena material mengalami oksidasi sedangkan oksigen yang ada di udara sekitarnya mengalami reduksi, sehingga terjadi proses kimia antara material dengan lingkungannya.

Ada beberapa metode untuk menghitung laju korosi, salah satunya adalah metode elektrokimia. Metode elektrokimia menawarkan cara yang lebih mudah dan cepat untuk menentukan laju korosi [4]. Metode elektrokimia, yang menguji lebih cepat dengan lebih banyak informasi, dan dapat digunakan dalam deteksi lapangan dikombinasikan dengan metode lain, merupakan teknik kuantitatif non-destruktif dan alat yang ampuh untuk meneliti korosi proses [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang sudah dilaksanakan oleh Ismy dkk, Uji tarik dengan arus 100A menunjukkan tegangan tarik maksimum sebesar 74.05 kgf/mm² dan regangan tarik tertinggi sebesar 10.75 %. Uji tarik dengan arus 150A menunjukkan tegangan tarik terendah sebesar 68.60 kgf/mm² dan regangan tarik tertinggi sebesar 7.41 % [5].

Menurut hasil penelitian sebelumnya oleh Naufal dkk, spesimen uji dengan variasi arus 80A memiliki laju korosi tertinggi sebesar 0,11450 *mmpy*, spesimen 90A memiliki nilai 0,10827 *mmpy*, spesimen 100A dengan nilai 0,08336 *mmpy* dan laju korosi terkecil dengan nilai 0,07852 *mmpy* pada variasi arus 110A [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Yogi Nasrul dkk, hasil kekuatan tarik pada sambungan pengelasan *dissimilar stainless* SS304 dan ST37 dengan menggunakan variasi arus pengelasan SMAW 60A, 70A dan 80A. Didapatkan hasil uji kekuatan tarik terbesar ada pada arus 70A dengan nilai 51,656 kg/mm² dan terendah pada arus 80A dengan nilai 48,175 kg/mm² [7].

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menemukan nilai yang paling optimal terhadap kekuatan tarik dan laju korosi pada sambungan pengelasan *dissimilar* antara baja ASTM A36 dan satinless steel SS304 yang disambungkan menggunakan metode pengelasan SMAW dengan

variasi intensitas arus listrik 90A, 100A, dan 110A. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh variasi intensitas arus listrik terhadap sambungan pengelasan dengan menggunakan dua material yang berbeda

2. METODE

2.1. Pengumpulan Data

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental, untuk mengungkapkan hasil dari penelitian yang dilakukan. Pendekatan ini melibatkan serangkaian langkah, dimulai dari tahap persiapan sampel uji, pengelasan sampel uji dengan metode SMAW, pengujian tarik sampel uji, hingga proses perhitungan laju korosi sampel uji menggunakan metode elektrokimia.

Baja ASTM A36 Material yang digunakan dalam pembuatan spesimen pada penelitian ini adalah baja karbon rendah yang memiliki sifat mampu di las dengan baik, dan memiliki berbagai spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Mekanik Baja A36

<i>Mechanical Properties</i>	Nilai
<i>Tensile Strength</i>	250 MPa
<i>Poissons Ratio</i>	0,26
<i>Elongation</i>	20%
Modulus Elastisitas	200GPa

Stainless SS304 mempunyai sifat yang unik, yaitu memiliki daya tahan korosi yang baik, tidak mudah rusak diakibatkan oleh oksidasi, SS304 memiliki berbagai spesifikasi material yang dapat dilihat pada Tabel 2.

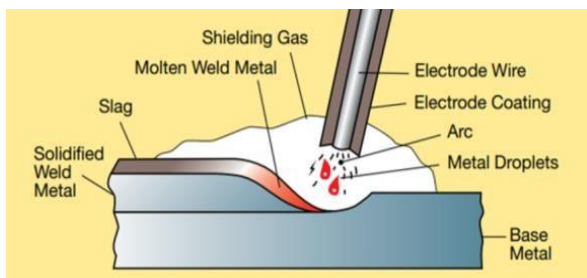
Tabel 2. Spesifikasi Mekanik *Srainless* SS304

<i>Mechanical Properties</i>	Nilai
<i>Tensile Strength</i>	505 MPa
<i>Poissons Ratio</i>	0,29
<i>Elongation</i>	70%
Modulus Elastisitas	193 GPa

Metode SMAW saat ini sangat populer karena praktis, mudah dioperasikan, bisa digunakan dalam berbagai posisi pengelasan, dan lebih efisien. Shield Metal Arc Welding (SMAW) adalah teknik pengelasan yang memanfaatkan elektroda terbungkus yang meleleh dan sekaligus berfungsi sebagai bahan pengisi [8]. Dalam proses ini, elektroda bertindak sebagai kutub negatif sementara benda kerja sebagai kutub positif.

Panas yang dihasilkan dari busur listrik menyebabkan elektroda dan logam dasar melebur bersama.

Pengaturan kuat arus dalam proses pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil las. Jika arus yang digunakan terlalu rendah, akan sulit menyalakan busur listrik dan busur yang dihasilkan menjadi tidak stabil. Panas yang dihasilkan juga tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan logam dasar, sehingga hasil las berupa rigi-rigi kecil yang tidak rata dan penembusannya kurang dalam. Sebaliknya, jika arus terlalu tinggi, elektroda akan meleleh terlalu cepat, menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam, yang dapat menurunkan kekuatan tarik dan meningkatkan kerapuhan hasil lasan. Gambar 1 menunjukkan bagian – bagian pada saat proses pengelasan SMAW terjadi.



Gambar 1. Pengelasan SMAW [9]

Pengujian tarik dilaksanakan untuk memperoleh output kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Spesimen dijepit pada mesin uji tarik Universal Testing Machine dengan pembebanan yang meningkat secara bertahap sampai beban tertentu hingga spesimen patah. Untuk pengujian tarik ini, spesimen akan digunakan dengan standar internasional ASTM E8 [10].

Berikut ini merupakan sifat yang didapatkan dari pengujian tarik :

1. Tegangan tarik maksimum (σ)

Tegangan tarik maksimum yang mampu ditahan oleh sebuah material tersebut mengalami patah disebut tegangan tarik. Sebagai contoh, rumus kekuatan tarik material adalah :

$$\sigma = F/A \quad (1)$$

Dimana A adalah luas penampang dalam m^2 , F adalah gaya dalam N, dan σ adalah tegangan dalam N/ m^2 atau Pa.

2. Regangan maksimum

Regangan maksimum suatu material adalah panjang yang tambah setelah patahan terhadap panjang awalnya.

$$e = \Delta L/L_0 \times 100\% \quad (2)$$

Dimana e adalah regangan dalam %, ΔL adalah pertambahan panjang dalam m, dan L_0 adalah panjang awal dalam m.

3. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas atau biasa disebut modulus young adalah ukuran kekuatan pada sebuah material.

$$E = \sigma/e \quad (3)$$

Dimana E adalah modulus elastisitas dalam GPa, σ adalah tegangan maksimum dalam MPa, dan e adalah regangan dalam %.

Metode elektrokimia merupakan suatu cara yang digunakan untuk menilai tingkat korosi dengan cara mengukur perbedaan potensial pada objek yang akan dianalisis, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi laju korosi tanpa perlu melakukan pengukuran dalam jangka waktu yang lama. Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah kemampuannya dalam memberikan informasi langsung mengenai laju korosi saat pengukuran berlangsung, sehingga tidak menghabiskan waktu yang berlebihan. Pengukuran laju korosi menggunakan metode elektrokimia dengan teknik polarisasi potensial korosi bebas dapat dihitung menggunakan rumus yang didasarkan pada Hukum Faraday, seperti yang diuraikan berikut ini:

$$CPR = K \frac{a.i}{n.D} \text{ mmpy} \quad (4)$$

Dimana K adalah konstanta (0,129 untuk mpy, 0,00327 untuk mmpy), a adalah berat atom logam yang terkorosi dalam gr, i adalah kerapatan arus dalam $\mu A/cm^2$, n adalah jumlah elektron valensi logam yang terkorosi, dan D adalah densitas logam yang terkorosi dalam gr/cm^3 .

2.2. Tahap Penelitian

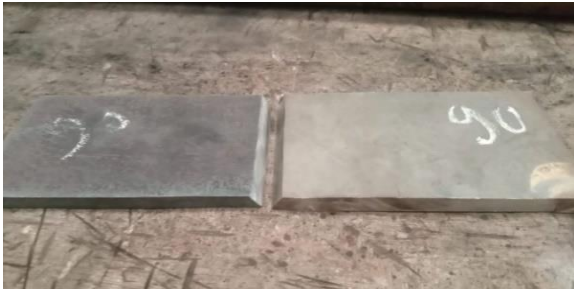
Penelitian ini mencakup beberapa tahap, antara lain :

A. Pengumpulan Bahan

Material yang digunakan adalah Baja karbon rendah ASTM A36 dan *Stainless Steel* SS403 dengan dimensi ukuran kedua plat yaitu 240 mm x 100 mm x 5 mm sebanyak masing – masing satu lembar plat.

B. Pemotonga dan Pengelasan Plat

Pengerjaan spesimen dimulai dengan memotong plat baja ASTM A36 dan *Stainless Steel* SS304 menjadi ukuran 80 mm x 100 mm x 5 mm sehingga menghasilkan tiga buah plat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Potongan spesimen

Proses selanjutnya dilakukan pengelasan dilakukan dengan 3 variasi intensitas arus las 90A, 100A, dan 110A dengan posisi 1G. Pengelasan dilakukan menggunakan metode SMAW (*Shields Metal Arc Welding*) di *workshop* LKP INLASTEK WELDING INSTITUTE, Surakarta dengan detail sebagai berikut.

- a. Jenis Pengelasan : SMAW
- b. Mesin Las : Daiden 250A
- c. Jenis Elektroda : Elektroda E316
- d. Logam Induk : Baja A36 dan *Stainless SS304*
- e. Voltage : 25 - 30
- f. Arus Listrik : 90A, 100A, 110A
- g. Posisi Pengelasan : 1G

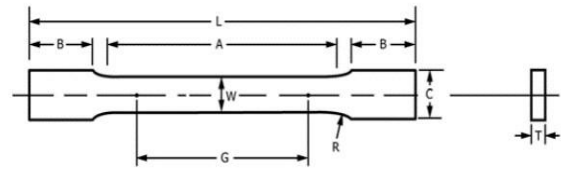
Spesimen kemudian dipotong kembali menjadi ukuran 200 mm x 20 mm x 5 mm, yang menghasilkan 4 plat pada tiap variasi arus las. Dengan total 12 spesimen, 3 spesimen untuk uji korosi dan 9 spesimen untuk uji tarik, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen uji

C. Pembuatan Spesimen

Spesimen yang berukuran 200 mm x 20 mm x 5 mm sejumlah 9 spesimen dibentuk menjadi spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM E8. Sebanyak 3 spesimen sisanya dipotong dengan ukuran 100 mm x 20 mm x 5 mm untuk dijadikan spesimen uji korosi. Gambar 4 menunjukkan ukuran yang di standarkan dalam ASTM E8. Gambar 4 menunjukkan standar ASTM E8 dan Gambar 5 merupakan spesimen uji korosi.



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik[8]

Keterangan :

Panjang pengukuran (G)	: 50 mm
Panjang bagian yang dikurangi (A)	: 57 mm
Lebar (W)	: 12,5 mm
Ketebalan (T)	: 5 mm
Radius (R)	: 12,5 mm
Panjang total (L)	: 200 mm
Lebar bagian genggam (C)	: 20 mm
Panjang bagian genggam (B)	: 50 mm



Gambar 5. Spesimen uji korosi

D. Proses Pengujian

Tahap pengujian tarik dilaksanakan di Laboratorium Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro (UNDIP), Semarang dan pengujian laju korosi dilaksanakan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Teknik Metalurgi, ITS, Surabaya.

2.3. Alat dan Bahan

Pada proses penelitian, beberapa alat dan bahan digunakan untuk membuat spesimen plat baja ASTM A36 dan *Stainless steel SS304*, seperti berikut :

1. Elektroda E316
2. Gerinda
3. Mesin Pengelasan SMAW
4. Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine*)
5. Gelas Ukur Kuarsa
6. NaCl
7. Potensiostat Autolab
8. Ampelas
9. Jangka Sorong

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik ini dilaksanakan sesuai dengan standar ASTM E8. Prosedur pengujian ini dilakukan dengan memberikan gaya statis pada spesimen uji yang pada kedua sumbuanya diapit, sehingga spesimen mengalami ruptur. Pengujian ini merupakan pengujian *destructive test* atau tes yang menyebabkan spesimen uji rusak atau tidak dapat digunakan kembali. Gambar 6 menunjukkan spesimen uji yang telah ruptur setelah dilakukan pengujian tarik.



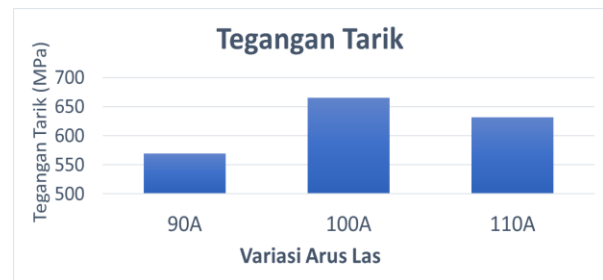
Gambar 6. Spesimen hasil uji tarik

1. Tegangan Tarik

Tegangan tarik merujuk pada tegangan maksimal yang mampu diterima pada suatu material sebelum mengalami *rupture* atau pecah. Data uji menunjukkan bahwa material baja ST 60 memiliki nilai maksimum tegangan tarik yang bervariasi tergantung pada variasi temperatur dalam proses perlakuan panas, seperti yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Tegangan Tarik

Variasi	Area (mm)	P max (KN)	σ Max (MPa)	σ Rata-rata (MPa)	Standar Deviasi	σ Rata-rata (MPa)
90A	63	36	571	570	20,923	569,71
	63	35,8	568			
	63	38,7	614			
100A	63	42,6	676	666	19,626	665,60
	63	43	683			
	63	40,2	638			
110A	63	40,8	648	632	33,994	631,74
	63	38,8	616			
	63	35,6	565			



Gambar 7. Grafik Rata-rata Tegangan Tarik

Hasil analisis pada Gambar 7 setelah mendapatkan standar deviasi ada sampel yang tidak diinput untuk nilai rata – rata tegangan tarik, yaitu 1 spesimen uji dengan variasi arus listrik 110A, dapat disimpulkan, nilai rata – rata tegangan tarik tertinggi pada spesimen dengan arus 100A sebesar 665,6 MPa. Dengan arus listrik 100A, memiliki penetrasi lebih rendah dibandingkan dengan arus listrik 110A dan memiliki penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan arus listrik 90A. Peningkatan arus listrik pengelasan dapat menyebabkan masalah seperti penumpukan logam cair yang berlebihan dan pembentukan cacat. Sebaliknya arus listrik dengan penetrasi lebih rendah dapat menyebabkan kurang maksimalnya peleburan yang terjadi antara elektroda dan spesimen uji sehingga dapat membentuk rongga pada hasil pengelasan. Hal ini sama halnya dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu pengujian tarik untuk baja ST40 dengan menggunakan arus pengelasan 80A, 90A, 100A, 110A. Spesimen dengan arus listrik 90A didapatkan rata rata kekuatan tarik sebesar 467,64 MPa, variasi arus 100A mempunyai rata rata sebesar 470,11 MPa, dan variasi arus 110A sebesar 455,97 MPa. Dari ketiga variasi tersebut dapat dilihat bahwa variasi arus 100A memiliki rata – rata kekuatan tarik paling tinggi [6]. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa variasi arus pengelasan dengan besar arus 100A merupakan nilai yang paling optimal dibandingkan dengan arus 90A dan 110A, dikarenakan arus 110A menghasilkan penetrasi yang terlalu besar sehingga lebih banyak yang diterima oleh logam. Sebaliknya dengan arus 90A panas yang diterima logam kurang optimal.

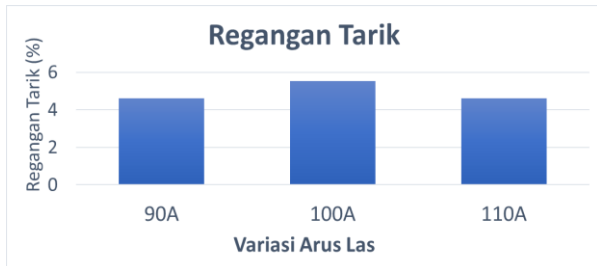
2. Regangan Tarik

Hasil pengujian menunjukkan nilai regangan tarik rata – rata seperti Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Regangan

Variasi	ΔL	Lo	Regangan (%)	e Rata-rata (%)
90A	2,3	50	4,6	4,6
	2,4	50	4,8	

	2,2	50	4,4	
	2,9	50	5,8	
100A	2,6	50	5,2	5,53
	2,8	50	5,6	
	2,8	50	5,6	
110A	2,4	50	4,8	4,6
	2,2	50	4,4	



Gambar 8. Grafik Rata – rata Regangan Tarik

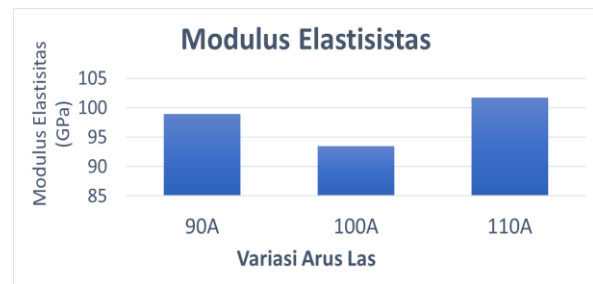
Gambar 8 dengan sumbu x menunjukkan variasi kuat arus listrik, sumbu y menunjukkan nilai rata – rata regangan tarik. Nilai rata – rata regangan tarik tertinggi adalah spesimen dengan arus pengelasan 100A yaitu sebesar 5,53%. Grafik menunjukkan bahwa regangan mengalami kenaikan pada arus 90A ke 100A kemudian menurun pada variasi arus 110A. Didukung oleh penelitian sebelumnya yaitu uji tarik untuk baja ST45 dengan variasi arus 90A perpanjangannya adalah 19,6% dan pada variasi arus 100A mengalami kenaikan nilai rata – rata regangan tarik dengan nilai 21,88% [12].

3. Modulus Elastisitas

Hasil tes menunjukkan nilai Modulus Elastisitas rata – rata seperti Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Modulus Elastisitas

Variasi	σ Tegangan Max (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (GPa)	Rata-rata Modulus Elastisitas (GPa)
90A	438	4,6	95,2	98,97
	475	4,8	99	
	452	4,4	102,7	
100A	524	5,8	90,3	93,5
	518	5,2	99,6	
	507	5,6	90,5	
110A	508	5,6	90,7	101,7
	492	4,8	102,5	
	444	4,4	100,9	



Gambar 9. Grafik Rata – rata Modulus Elastisitas

Gambar 9 menunjukkan rata – rata *modulus elastisitas* dari hasil uji tarik spesimen uji dengan beragam variasi arus listrik menunjukkan nilai tertinggi ada pada variasi arus listrik 110A sebesar 101,7 GPa, setelah adanya peningkatan nilai dari variasi arus listrik 100A yaitu 93,5 GPa. Hal ini berarti hasil uji tarik pengelasan dengan variasi arus listrik 110A memiliki sifat kekakuan yang tinggi, semakin tinggi nilai modulus elastisitas semakin kaku dan kurang elastis suatu bahan. Sebaliknya, nilai modulus elastisitas yang lebih rendah menunjukkan keelastisitasan yang lebih baik dalam merespon deformasi. Terdapat perbedaan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan pengujian tarik baja ST40 menggunakan variasi arus pengelasan 80A, 90A, 100A, 110A yang memperoleh *modulus elastisitas* mencapai nilai paling tinggi pada arus 100A, yakni mencapai 45,8 GPa. Sementara itu, pada arus 110A, tercatat nilai sebesar 26,19 GPa, dan dengan arus 90A, tercatat nilai rata – rata modulus elastisitas sebesar 36,25 GPa [6].

3.2. Hasil Pengujian Korosi

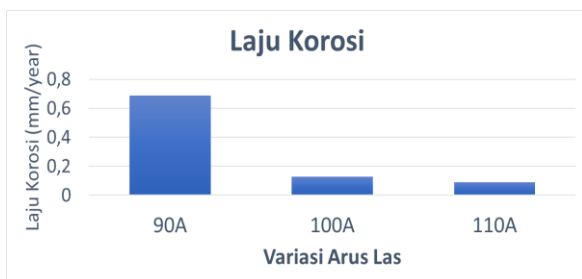
Metode yang digunakan dalam proses ini adalah elektrokimia. Pengujian dilakukan dengan menggunakan media korosif berupa larutan NaCl 3,5%. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan laju korosi masing-masing spesimen uji. Standar ASTM G102 "*Standart Practice for Calculation for Corrosion Rates and Related Information From Electrochemical Measurement*" digunakan dalam penggunaan sel tiga elektroda. Laju korosi dihitung menggunakan single channel potensiostat Autolab PGSTAT128N dengan bantuan software NOVA, yang dapat dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Teknik Metalurgi, ITS, Surabaya. Hasil pengujian laju korosi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Laju Korosi

Variasi	I corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi (mm/year)	Kategori
90A	$5,89 \times 10^{-5}$	0,689	F
100A	$1,109 \times 10^{-5}$	0,129	G
110A	$7,677 \times 10^{-6}$	0,089	E

Dimana E adalah *excellent*, G adalah *good*, dan F adalah *fair*.

Tabel diatas menunjukkan hasil laju korosi material dengan variasi arus 90A didapatkan nilai laju korosi sebesar 0,689 mm/year. Dari hasil tersebut mendapat kategori yaitu *fair*. Kemudian pada variasi arus 100A didapatkan nilai laju korosi sebesar 0,129 mm/year dengan kategori *good*. Selanjutnya pada variasi arus 110A didapatkan nilai laju korosi sebesar 0,089 dengan kategori *excellent*. Setelah melihat perbandingan pada grafik diatas, didapatkan bahwa nilai laju korosi tertinggi berada pada variasi arus 90A dan nilai laju korosi terendah terdapat pada variasi arus 110A dengan selisih perbandingan nilai sebesar 0,6. Didukung oleh peneltian sebelumnya yaitu pengujian laju korosi pada baja AISI 1040 dengan variasi arus 90A, 110A dan 130A ditemukan bahwa hasil laju korosi mengalami penurunan nilai pada pertambahan besar arus pengelasan, dengan arus 90A didapatkan nilai sebesar 6,96 mm/year, 110A sebesar 6,96 mm/year dan pada 130A sebesar 6,09 mm/year [13]. Hasil laju korosi dapat dilihat seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai Laju Korosi

4. KESIMPULAN

Arus pengelasan pada metode SMAW berpengaruh terhadap hasil uji tarik pada spesimen uji dengan pengelasan *dissimilar* antara baja ASTM A36 dan *stainless steel* SS304. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan berpengaruh pada hasil uji dengan semakin tingginya tegangan dan regangan tarik baja tersebut, namun akan menurun nilainya apabila arus pengelasan yang

digunakan terlalu besar. Dengan arus 100A didapatkan hasil yang paling optimal dari nilai tegangan dan regangan tarik pada pengujian tarik, dan pada arus 90A didapatkan nilai yang paling rendah dibanding dengan variasi arus lainnya.

Kemudian untuk nilai rata – rata modulus elastisitas, pada variasi arus 100A material spesimen uji memiliki keelastisitasan yang lebih baik dalam merespon deformasi, sebaliknya, pada arus 110A menghasilkan kekakuan yang diakibatkan tumpukan panas yang berlebih pada bagian pengelasan.

Arus pengelasan pada metode SMAW juga memiliki dampak terhadap laju korosi material dimana semakin tinggi arus pengelasan yang dipakai maka laju korosinya akan semakin rendah. Nilai laju korosi pada spesimen dengan arus 110A memiliki nilai laju korosi paling besar sedangkan nilai laju korosi terkecil didapatkan pada arus 90A.

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan arus yang paling optimal pada kekuatan uji tarik dan laju korosi untuk *dissimilar welding* antara baja ASTM A36 dan *stainless steel* SS304 adalah dengan variasi arus 110A. Karena memiliki nilai modulus elastisitas terkecil yang menandakan material memiliki kekauan yang baik, dan nilai laju korosi paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Surojo, I. Wicaksana, N, N. Saputro, Y, P. Budiana, E, N. Muhayat, Triyono, R, Prabowo, A, "Effect of Welding Parameter on the Corrosion Rate of Underwater Wet Welded SS400 Low Carbon Steel," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 17, p. 5843, Aug. 2020, doi: 10.3390/app10175843.
- [2] P. Carlone and A. Astarita, *Dissimilar Metal Welding*. in Online access: OAPEN DOAB Directory of Open Access Books. MDPI AG, 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=baLDDwA AQB AJ>
- [3] X. Chen, A. Singh, S. Konovalov, J. R. Hirsch, and K. Wang, "Corrosion of Materials after Advanced Surface Processing, Joining, and Welding," *Int. J. Corros.*, vol. 2018, pp. 1–3, Sep. 2018, doi: 10.1155/2018/3569282.
- [4] R. Divakar, S. G. Seshadri, and M. Srinivasan, "Electrochemical Techniques for Corrosion Rate Determination in Ceramics," *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 72, no. 5, pp. 780–784, May 1989, doi: 10.1111/j.1151-2916.1989.tb06217.x.

[5] A. S. Ismy and R. Nanda, "Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050," vol. 2, no. 1, 2020.

[6] S. A. M. I. Naufal, U. Budiarto, and S. J. Sisworo, "Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Tarik Baja ST 40," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 2, Art. no. 2, Mar. 2021.

[7] L. M. Nasrul Yogi, Suryanto Heru, and Qolik Abdul, "Pengaruh variasi arus las SMAW terhadap kekerasan dan kekuatan tarik sambungan *dissimilar stainless steel* 304 dan ST37". *J. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 1, 2016.

[8] A. Nurhafid, S. J. Sisworo, and U. Budiarto, "Analisa Pengaruh Perbedaan Feed Rate Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Aluminium 6061 Metode Pengelasan Friction Stir Welding," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, 2017, Accessed: May 07, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/16966>

[9] "Pengelasan SMAW : Pengertian, Elektroda, dan Variabel." Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.allpro.co.id/pengelasan/smaw/>

[10] Saifuddin A. Jalil, Zulkifli Zulkifli, and Tri Rahayu, "Analisa Kekuatan Impak pada Penyambungan Pengelasan Smaw Material ASSAB 705 dengan Variasi Arus Pengelasan," *J. Polimesin*, vol. 15, no. 2, pp. 58–63, Aug. 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.376.

[11] R. Amelia, I. Setiani, H. Megarini, and A. Ely, "Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Aluminium 1050 dengan Filler ER 4043," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 47–54, Feb. 2019, doi: 10.30811/jpl.v17i1.731.

[12] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, Sep. 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.

[13] W. Konsuci and A. A. Rosidah, "Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Ayunan Pengelasan SMAW pada Baja AISI 1040 terhadap Laju Korosi dan Kekerasan".