



Analisis Pengaruh Salinitas Dan Temperatur Air Laut Pada Hasil Pengelasan *Underwater Welding* Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Baja A36

Mohammad Rabith Mizyal Laudany¹⁾Ahmad Fauzan Zakki¹⁾,Hartono Yudo¹⁾

¹⁾Laboratorium Pengelasan dan Material

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
e-mail :mlaudany21@gmail.com

Abstrak

Pengelasan bawah air ialah cara paling efektif dan efisien dalam kondisi yang mendesak untuk konstruksi, pemasangan dan perbaikan peralatan bawah air seperti pipa submersible, atau saat memperbaiki pelat kapal di bawah air daripada berlabuh di dok pelabuhan.. Penelitian ini merupakan eksperimen pengujian mekanis pada simulasi pengelasan dibawah air pelat baja ASTM-A36 dengan beberapa perubahan lingkungan salinitas air laut dan temperatur yang cukup ekstrim. Studi ini membandingkan hasil kekuatan tarik, impak, dan struktur mikro untuk setiap lingkungan pengelasan. Pada studi ini pengelasan yang dilakukan menggunakan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) basah dalam pengelasan posisi 1G. Elektroda Broco AWS E70XX dengan diameter elektroda 3,2 mm sebagai Elektrodanya, penggunaan salinitas 37‰ dan 28 ‰, dan suhu 20°C dan 5°C. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa Pengelasan bawah air dengan Lingkungan Salinitas 37‰ dan temperatur 5°C mendapat nilai rata-rata tegangan Tarik tertinggi yaitu sebesar 533,21 MPa. Karena adanya proses pendinginan yang cepat dari efek temperatur dan salinitas air membuat material menjadi getas. Nilai Impak tertinggi didapatkan pada pengelasan dengan Lingkungan Salinitas 28‰ dan temperatur 20°C yaitu 1,24 J/mm². Dari hasil pengamatan struktur mikro terlihat bahwa pada lingkungan Salinitas 37‰ dan temperatur 5°C memiliki fase perlit lebih banyak sehingga membuat material menjadi getas

Kata Kunci : Pengelasan Bawah Air, Salinitas, Temperatur, Uji Tarik, Uji Impak, Struktur Mikro

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan elemen yang sangat penting dalam pembuatan kapal. Bahan yang umumnya digunakan untuk kapal adalah baja, dan jenis serta isinya bermacam-macam. Kelas baja yang biasa digunakan dalam pembuatan kapal adalah baja karbon rendah ASTM A36. Baja ASTM A36 merupakan grade baja dengan kandungan unsur karbon kurang dari 0,3% C dalam struktur baja [1].

Di sektor kelautan, baja pembuatan kapal biasanya mengandung 0,15-0,23% elemen kar. Setiap baja kapal diklasifikasikan oleh badan klasifikasi, dan dalam pembuatan struktur proses

pengelasan memegang peranan yang sangat penting dalam hal ini[2]

Pengelasan di bawah air adalah satu dari beberapa teknik digunakan untuk memperbaiki atau memperbaiki kerusakan lambung kapal, struktur lepas pantai, sambungan pipa migas dan struktur terendam lainnya. Namun untuk Indonesia, pengelasan bawah air masih tergolong langka. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa salinitas air selama pengelasan dapat menyebabkan peningkatan laju korosi pada hasil las [3].

Dalam makalahnya, Muvidah (2008) menganalisis kekuatan mekanik sambungan las baja selama pengelasan bawah air di lingkungan laut menggunakan proses las SMAW dan FCAW [4]. Selain itu, uji dampak pada penelitian Herman tentang pengaruh garam terhadap sifat mekanik sambungan las [5] menunjukkan bahwa las dengan hasil uji tarik tinggi mendapat nilai uji dampak yang rendah karena material akan getas dan mudah untuk patah. [6].

Pengamatan lebih lanjut mengenai pengaruh salinitas dan temperatur air laut terhadap pengelasan bawah air akan dilakukan pada tugas akhir ini, dan pengaruh hasil pengelasan baja karbon rendah pada kekuatan dalam uji tarik, dampak dan mikrofografi akan dilakukan. Dimana ASTM-A36 akan digunakan dalam studi ini. Analisa akan dilakukan terhadap spesimen yang di lakukan Pengelasan bawah Air menggunakan Air laut dalam berbagai Salinitas dan Temperaturnya .

2. METODE

Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari Pengujian Mekanis pada pengelasan Baja A36 di lingkungan bawah air . Penulis melakukan studi tinjauan pustaka mengenai *underwater welding* serta pengujian mekanis dari berbagai sumber yakni buku, jurnal, artikel diinternet maupun melakukan studi lapangan secara langsung. Penelitian ini adalah simulasi dari pengelasan pada kondisi yang cukup ekstrim , menggunakan variasi Salinitas 37‰ dan 28‰ serta temperatur 20°C dan 5°C . Adapun metode pengujian yang dilakukan adalah Uji Tarik, Uji Dampak, dan Struktur Mikro.

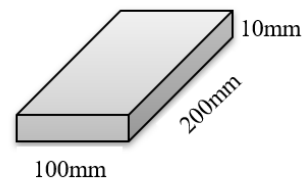
2.1. Objek Penelitian

Baja ASTM A36 merupakan jenis baja yang biasa digunakan pada industri kelautan khususnya galangan kapal. Tergantung pada kelasnya, baja memiliki kandungan karbon 0,2-2,1% berat [7]. Karbon bertindak sebagai elemen penguatan dengan mencegah dislokasi dalam kisi kristal atom besi agar tidak bergerak. Selain karbon, unsur lain seperti mangan (mangan), kromium (kromium), vanadium dan tungsten juga ditambahkan. Spesifikasi standar untuk baja ASTM A36 adalah:

Tabel 1. Spesifikasi Standar Baja ASTM A36[8]

Unsur	Kandungan (%)
C	0.25-0.29
Si	0.15-0.3
Mn	0.25-0.5
P	0.03
S	0.03
Cu	0.02
Fe	Balance

Spesimen uji yang digunakan merupakan jenis baja *mild steel* ASTM A36 Dengan ukuran spesimen uji 200 mm x 100 mm x 10 mm dengan jumlah specimen sebanyak 15 buah specimen.



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji (mm)

2.2. Pengelasan

Pengelasan, seperti yang didefinisikan oleh American Welding Society (AWS), ialah sambungan metalurgi di mana logam atau paduan logam digabungkan dalam keadaan cair atau cair. Berdasarkan definisi tersebut, las dapat dijelaskan lebih lanjut sebagai penyambungan lokal beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Lebih dari 40 jenis pengelasan digunakan pada saat itu, termasuk yang hanya menggabungkan dua logam menjadi satu untuk membentuk ikatan antara atom atau molekul logam yang digabungkan. Pengelasan memiliki banyak manfaat, antara lain:

Praktis, hasilnya handal, efisien dan ekonomis. Las busur logam terlindung (SMAW) atau pengelasan elektroda pelindung adalah proses pengelasan yang paling umum. [9]

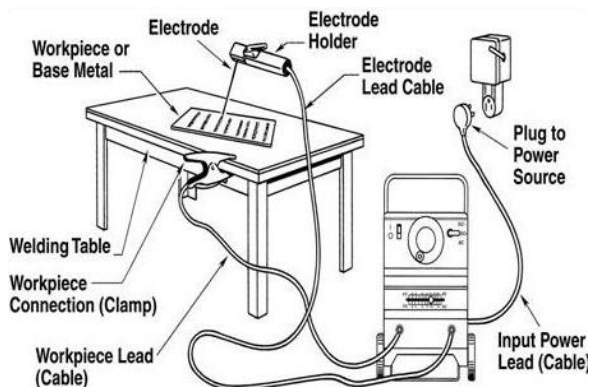
Hasil pengelasan harus memperhitungkan tekanan internal ini. Ini karena tegangan termal terjadi selama pengelasan karena perbedaan suhu antara logam dasar dan las. Tegangan sisa pengelasan disebabkan oleh distribusi suhu yang tidak merata yang disebabkan oleh pengelasan yang dilakukan di sekitar sambungan las dengan logam dasar yang mengalami perubahan suhu relatif selama siklus termal. Proses perlakuan panas di industri merupakan proses yang sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik material

logam. Perlakuan panas dapat meningkatkan sifat logam.

2.3. SMAW

Shielded Electrode Arc Welding atau yang disingkat SMAW adalah pengelasan yang sebagai panasnya melebur logam menggunakan api busur. Cara ini selain terjangkau, sangat sering dipakai dalam pembuatan kapal maupun reparasi kapal. Selain itu, karena pengelasan dengan SMAW, proses ini sangat fleksibel dalam penerapannya, karena dapat dilakukan posisi pengelasan yang beragam. Gerak elektroda yaitu gerakan spiral, zigzag atau linier. [10] SMAW adalah pekerjaan manual dengan menggunakan peralatan seperti catu daya, kabel elektroda, kabel kerja, pemegang elektroda, klem kerja dan elektroda. Elektroda dan sistem kerja merupakan bagian dari rangkaian listrik.

Proses pengelasan menggunakan mesin SMAW dapat menggunakan tiga jenis arus yaitu arus searah (DC), arus bolak-balik (AC), dan arus ganda yang dapat menggunakan arus searah dan bolak-balik. Namun pada penelitian pada kali ini peneliti menggunakan jenis arus searah (DC).



Gambar 2. Pengelasan SMAW

2.4. Underwater SMAW

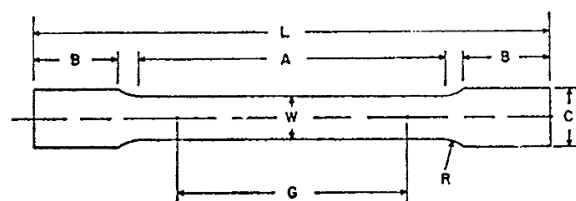
Proses pengelasan ini bersifat basah, artinya elektroda atau benda bersentuhan langsung dengan air. Aplikasi pengelasan hingga kedalaman 150 m. Proses pengelasan tidak memberikan hasil yang memuaskan, selain membutuhkan tukang las yang memiliki kemampuan menyelam yang kuat dan membutuhkan pakaian khusus untuk menyelam, proses pengelasan gelembung udara yang terbentuk di dalam sangat mengganggu pengamatan tukang las.

Keunggulan proses las basah SMAW adalah biaya rendah dan kemudahan penggunaan. Kerugiannya adalah berkembangnya penggetasan hidrogen, yang dapat menyebabkan retakan dan cacat mikroskopis pada struktur serta jarak pandang tukang las yang buruk.[11]

2.5. Uji Tarik

Pengujian Tarik adalah uji destruktif yang digunakan untuk melihat nilai kekuatan tarik sebuah bahan. Kekuatan tegangan tarik suatu material diketahui ketika garis-garis gaya disejajarkan dengan sumbu material, menghasilkan regangan tarik linier. [12]

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat suatu material adalah pengujian tarik. bisa segera disadari bagaimana bahan tersebut meregang dan bereaksi saat menariknya. Uji tarik ini membutuhkan peralatan pengujian yang kaku dan tidak licin. Tes elastis biasanya dilakukan pada bahan uji (tes) yang disetujui pemerintah. Pertama, bahan yang akan diuji diolah menjadi bentuk standarnya.



Gambar 3. Bentuk Spesimen Uji Tarik[13]

Tabel 2. Ukuran spesimen Uji Tarik

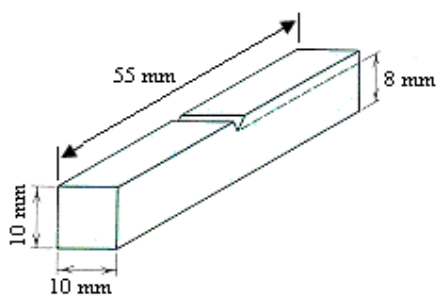
Keterangan	Panjang (mm)
<i>Gage length (G)</i>	50
<i>Length of reduce section (A)</i>	57
<i>Width (W)</i>	12.5
<i>Thickness (T)</i>	10
<i>Radius of filler (R)</i>	12.5
<i>Overall length (L)</i>	200
<i>Width of grip section (C)</i>	20

2.6. Uji Impak

Tujuan utama Pengujian Impak adalah untuk mengukur keuletan suatu bahan terhadap beban mendadak dengan cara mengukur energi potensial Palu yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu. Pengujian Impak adalah Pengujian dedan beban Impak (tiba-tiba)

Dua jenis tes impaknya adalah tes Charpy dan tes Izod. Perbedaan antara Charpy dan Izod adalah penempatan probe. Tes Charpy lebih akurat di Izod karena pemegang sampel juga menyerap energi. Energi yang diukur bukanlah energi yang dapat diserap sepenuhnya oleh materi.

Jika material memiliki takik, tingkat deformasi yang tinggi dapat terjadi bahkan di bawah beban statis. Semakin tajam kaki, semakin besar deformasi yang terkonsentrasi pada takik, yang dapat meningkatkan laju regangan berkali-kali. Patah getas menjadi permasalahan dalam baja.



Gambar 4. Bentuk Spesimen Uji Impak

Harga impak memiliki rumus berikut:

$$I = \frac{E}{A}$$

Dimana :

I = Nilai ketangguhan impak (Joule/mm²)

E = Energi yang mampu diserap (Joule)

A = Luas arean dibawah takikan (mm²)

2.7. Mikrografi

Mikrografi adalah inspeksi visual yang dilakukan pada bahan untuk mendapatkan gambar yang menunjukkan struktur mikro logam atau paduan. Mikrostruktur logam atau paduan dapat ditentukan dengan studi mikroskop yang mengungkapkan batas butir bahan sehingga dapat diamati dan difoto langsung dengan mikroskop. [14]

Dengan mengamati struktur mikro dapat diamati ukuran serta bentuk krstal logam, kerusakan logam akibat adanya proses deformasi dan perlakuan pemanasan, serta pendinginan material. Sebelum dilakukan pengamatan, sampel disiapkan dalam beberapa langkah.

Langkah kerja yang dilakukan adalah pemotongan sampel, pemolesan, etsa, pembersihan serta pengeringan. Proses pengamplasan dan pemolesan adalah langkah penting supaya memastikan bahwa permukaan sampel memang halus dan siap untuk pengujian. Mesin pemoles biasanya digunakan. Komponen utamanya adalah motor, cakram logam, dan faucet.

2.8. Salinitas Air Laut

Salinitas air laut merupakan salah satu bidang pada ilmu kelautan. Salinitas air laut adalah jumlah berat dalam gram dari zat padat yang terkandung dalam 1 kilo gram air laut, dengan asumsi unsur brom dan yodium digantikan dengan klorin dengan jumlah yang sama [15]. Berjalan dengan perkembangannya daya hantar listrik air laut mulai digunakan sebagai metode penentuan nilai salinitas air laut.. karena air laut merupakan salah satu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik atau disebut sebagai larutan elektrolit. Dewasa ini sebagian besar perhitungan salinitas air laut menggunakan metode daya hantar listrik, karena dinilai memiliki keunggulan yakni pengukuran lebih praktis dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Nilai persentase salinitas pada wilayah laut Indonesia umumnya ada diantara 28%-33% [16]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengelasan

Pada penelitian ini, sebelum pengelasan dimulai peneliti melakukan persiapan material las meliputi pemotongan serta bevelling. Selanjutnya peneliti melakukan Pengkondisian media air Laut meliputi penyesuaian Salinitas menggunakan Salinometer atau Refractometer serta temperature air menggunakan thermometer sebelum pengelasan harus sesuai dengan yang diinginkan. Lalu di lakukan setting terhadap ampere mesin Las. Selama proses pengelasan akan dicatat waktu pada tiap layer pengelasan untuk mengetahui besaran travel speed pengelasan tersebut.

Pengelasan bawah air SMAW dilakukan dengan menggunakan spesifikasi prosedur pengelasan sebagai berikut :

Welder	: Marwan
Joint	: Butt Joint
Kampuh	: Single V-groove
Material	: Mild Steel A36
Elektroda	: E70XX diameter 3,2 mm

Dimensi : 200 mm x 100 mm x 10 mm
 Posisi : 1G
 Layer : 4 Layer
 Arus : DC
 Ampere : 110 A
 Voltage : 24-37 V
 Travel speed : 136-179 mm/menit
 Pembersihan : Gridding & Wire Brush



Hasil Las salinitas 28‰ (20°C)



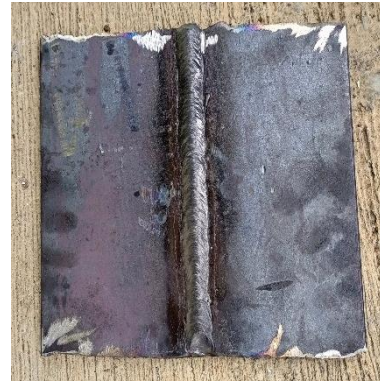
Hasil Las salinitas 28‰ (5°C)



Hasil Las salinitas 37‰ (20°C)



Hasil Las salinitas 37‰ (5°C)



Hasil Las Darat



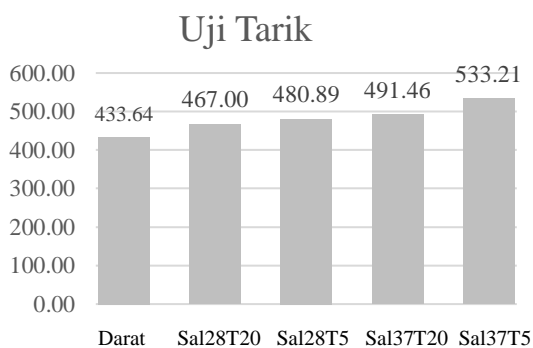
Layer pada Pengelasan

3.2. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM E8 yang dilakukan pada tanggal 21 Juli 2022 di Laboratorium PPKKPL Jakarta Timur. Hasil yang diperoleh dari uji tarik adalah nilai kuat tarik baja A36 setelah dilas SMAW bawah air pada kondisi salinitas air laut dan perubahan temperatur. Hasilnya dalam satuan KN yang mana akan di konversi menjadi MPa dengan membagi dengan luas area specimen sendiri.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik

No	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Fmax (KN)	σ Max (MPa)	σ Max Rata ² (MPa)
1	salinitas 37‰ (5°C)	12,86	9,9	66,967	526,00	533,21
2		13,1	10	71,905	548,89	
3		12,68	9,9	65,873	524,75	
4	salinitas 37‰ (20°C)	12,88	9,89	62,473	489,94	491,46
5		12,66	10	60,546	483,57	
6		12,42	9,9	62,209	500,88	
7	salinitas 28‰ (5°C)	12,88	10	62,026	481,57	480,89
8		12,79	9,9	61,205	483,37	
9		12,8	9,92	60,659	477,72	
10	salinitas 28‰ (20°C)	12,95	10	59,640	460,54	467,00
11		12,88	9,9	59,982	470,40	
12		12,98	10	61,015	470,07	
13	Darat	12,9	10	54,762	424,51	433,64
14		12,97	10	55,821	430,39	
15		13	9,9	57,402	446,01	



Gambar 5. Grafik Rata-rata Tegangan Tarik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa baja A36 dilas di lingkungan salinitas 37 ‰ dan temperature 5°C mendapatkan kekuatan Tarik maksimum sebesar 533,21 MPa. disusul pada salinitas 37‰ dan temperature 20°C mendapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 491,46 MPa. Sedangkan pada Lingkungan salinitas 28 ‰ dan temperature 5°C mendapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 480,89 MPa. Pada salinitas 28 ‰ dan temperature 20°C mendapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 467,00 MPa. Dan untuk pengelasan di darat mendapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 433,64 MPa.

Dari hasil pengujian pada penelitian tugas akhir . dihasilkan urutan data dari yang kecil hingga paling besar yaitu pengelasan di darat , air dengan salinitas 28 ‰ (20°C) , air dengan salinitas 28 ‰ (5°C) , air dengan salinitas 37 ‰ (20°C) , air dengan salinitas 37 ‰ (5°C). maka lingkungan

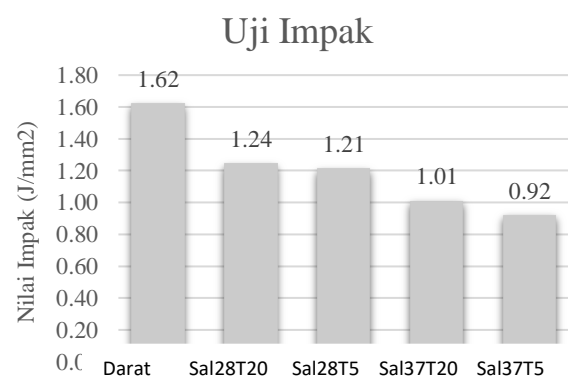
dengan salinitas 28 ‰ (20°C) menghasilkan kualitas sambungan yang lebih baik dibanding dengan lingkungan pengelasan dalam air dengan lingkungan salinitas dan temperature yang lain , ini ditunjukkan dengan hasil nilai kekuatan tarik sebesar 467,00 MPa.

3.3. Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan pada 21 Juli 2022 bertempat pada Laboratorium PPKKPL Jakarta Timur. Hasil uji impak diperoleh dengan mengubah energi yang diserap (satuan: joule) dan nilai impak (satuan: joule/mm²) setelah pengelasan baja ASTM-A36 dengan SMAW bawah air pada Salinitas dan suhu air yang ditentukan .

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Impak

No	Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Energi (Joule)	Nilai Impak (J/mm ²)	Nilai Impak Rata ² (J/mm ²)
1	salinitas 37‰ (5°C)	9,95	7,8	71,24	0,92	0,92
2		9,9	7,79	76,87	1,00	
3		9,9	7,95	66,31	0,84	
4	salinitas 37‰ (20°C)	9,85	7,9	74,8	0,96	1,01
5		9,9	7,75	81,73	1,07	
6		9,89	7,9	77,95	1,00	
7	salinitas 28‰ (5°C)	9,9	7,8	88,53	1,15	1,21
8		9,88	7,95	94,88	1,21	
9		9,9	7,8	99,13	1,28	
10	salinitas 28‰ (20°C)	9,79	7,98	92,65	1,19	1,24
11		9,9	7,9	100,41	1,28	
12		9,89	7,88	97,85	1,26	
13	Darat	9,8	7,8	120,58	1,58	1,62
14		9,85	8	131,12	1,66	
15		9,9	7,95	127,26	1,62	



Gambar 6. Grafik Rata-rata Nilai Impak

Berdasarkan dari hasil data tabel 4 , diketahui bahwa material baja A36 yang dilas pada air dengan Salinitas 37 ‰ dan temperature 5°C mendapatkan rata-rata nilai impak sebesar 0,92 J/mm². disusul pada salinitas 37 ‰ dan temperature 20°C mendapatkan rata-rata nilai impak sebesar 1,01 J/mm². Sedangkan pada Lingkungan salinitas 28 ‰ dan temperature 5°C mendapatkan rata-rata nilai impak sebesar 1,21 J/mm². Pada salinitas 28 ‰ dan temperature 20°C mendapatkan rata-rata nilai impak sebesar 1,24 J/mm². Dan untuk pengelasan di darat mendapatkan rata-rata nilai impak sebesar 1,62 J/mm²

Hasil uji impak yang dilakukan menunjukkan nilai serapan energi dalam satuan joule. Besarnya nilai tumbukan takik dapat diperoleh dengan mengkonversi ke satuan joule/mm². maka dihasilkan data dari yang terbesar hingga terkecil yaitu pengelasan di darat , air dengan salinitas 28 ‰ (20°C) , air dengan salinitas 28 ‰ (5°C) , air dengan salinitas 37 ‰ (20°C) , air dengan salinitas 37 ‰ (5°C) . dari sini bisa dilihat bahwa nilai Impak berbanding terbalik dengan nilai kekuatan Tarik .

3.4. Hasil Struktur Mikro

Pemeriksaan mikrograf pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan bentuk dengan variasi temperatur perlakuan panas sehingga dapat mengkonfirmasi perubahan mikrostruktur las baja A36 setelah pengelasan SMAW (Shielded-Metal Arc Welding).

Fasa yang terlihat pada foto di dalam table 5 adalah ferit putih dan perlit hitam (gelap). Fasa ferit merupakan fasa dengan kekuatan yang rendah tetapi keuletan yang baik. Fase perlit kuat dan cukup keras. Pengujian struktur mikro las baja A36 menghasilkan hasil gambar pada tabel 5.

Dari data tabel 6, dapat dilihat bahwa jumlah perlit pada Salinitas yang tinggi lebih banyak dibanding dengan salinitas yang rendah , hal ini sesuai dengan hasil pengujian Tarik dimana Salinitas tinggi memiliki nilai kekuatan Tarik yang tinggi dibanding salinitas yang rendah, hal ini juga sesuai dengan sifat dari perlit yaitu kuat dan keras dimana dengan jumlah perlit yang lebih banyak maka material akan menjadi kuat namun getas.

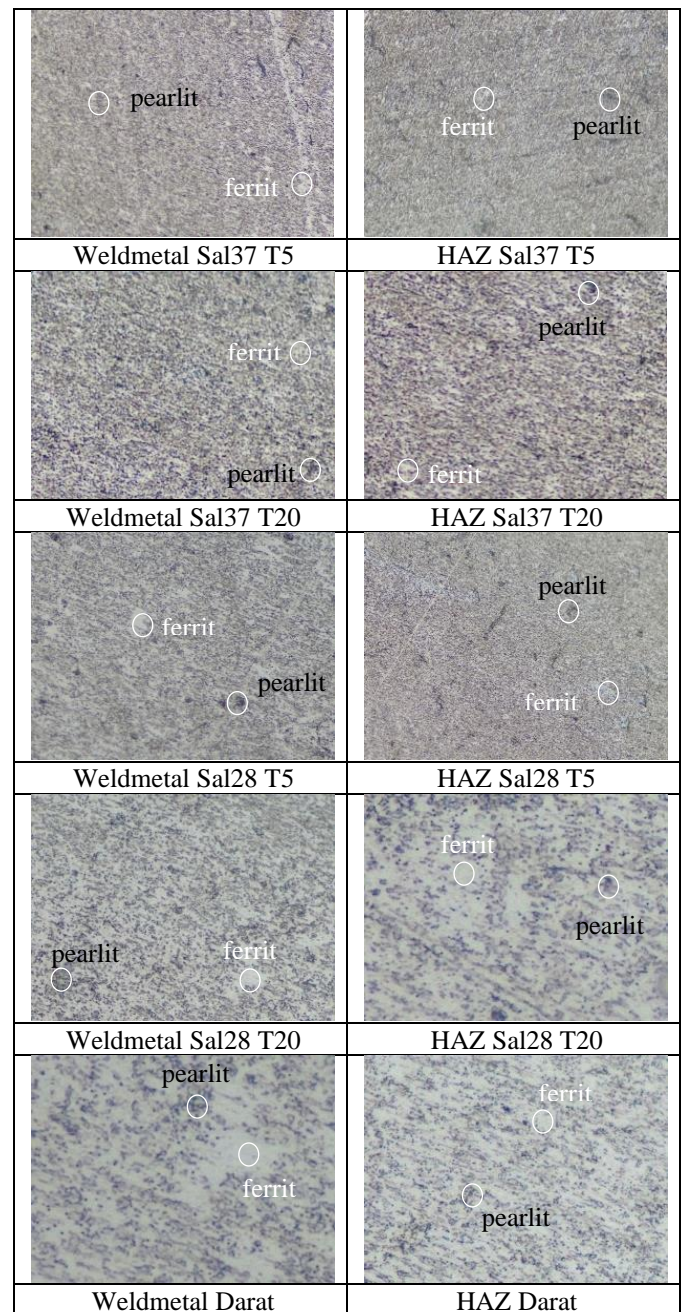
Jumlah perlit pada weldmetal lebih tinggi dari HAZ-nya. Alasan mengapa kandungan perlit di zona weldmetal lebih tinggi daripada di HAZ adalah karena zona weldmetal adalah titik terpanas, sehingga ketika mengenai media air, ia akan

mendingin dengan cepat dan mengeraskan zona tersebut.

Tabel 6. Data Hasil Struktur mikro

No	Spesimen	Weld metal		HAZ	
		ferrit	pearlit	ferrit	pearlit
1	Sal37 T5	56,97%	43,04%	57,08%	42,92%
2	Sal37 T20	58,87%	41,13%	60,80%	39,20%
3	Sal28 T5	63,13%	36,88%	64,84%	35,26%
4	Sal28 T20	65,44%	34,56%	71,97%	28,03%
5	Darat	72,04%	27,96%	72,21%	27,79%

Tabel 5. Hasil Foto Struktur mikro



4. KESIMPULAN

Dari hasil uji tarik diketahui bahwa kuat tarik meningkat pada setiap lingkungan konsentrasi salinitas yang meningkat dan pada suhu yang direndahkan. spesimen dengan salinitas tertinggi dan suhu terendah memiliki nilai tegangan tarik tertinggi, meningkat sebesar 14,18% dari hasil pengelasan dengan Salinitas rendah dan suhu tinggi

Dari hasil uji impak diketahui bahwa las dengan hasil uji tarik tinggi memiliki nilai uji impak yang rendah karena materialnya getas dan mudah patah. Untuk pengelasan pada lingkungan dengan salinitas tinggi dan temperature rendah memiliki penurunan nilai Impak sebesar 25,8% dari lingkungan dengan salinitas rendah dan temperature tinggi. Hal ini disebabkan karena terjadinya pendinginan cepat akibat lingkungan di bawah air serta pengaruh dari temperature air tersebut, sehingga membuat material lebih getas.

Hasil pengujian mikrografi menunjukkan jumlah perlit pada Salinitas yang tinggi lebih banyak dibanding dengan salinitas yang rendah, hal ini sesuai dengan hasil pengujian Tarik dimana Salinitas tinggi memiliki nilai kekuatan Tarik yang tinggi dibanding salinitas yang rendah, sesuai dengan sifat dari pearlit yaitu kuat dan keras dimana dengan jumlah pearlit yang lebih banyak maka material akan menjadi kuat namun getas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Arifin, H. Purwanto, and I. Syafa'at, "Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja Astm a36," *J. Momentum UNWAHAS*, vol. 13, no. 1, p. 114517, 2017.
- [2] S. Siswanto. *Konsep Dasar Teknik Las (Teori dan Praktik)*. Jakarta : P.T Prestasi Pustakarya. 2011.
- [3] A. Dwilaksono, H. Supomo, and T. W. Pribadi, "Analisis Pengaruh Salinitas Dan Temperatur Air Laut Pada Wet Underwater Welding Terhadap Laju Korosi," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 1, 2013,
- [4] M. Umi. "Pengaruh Jenis Proses Las dan Salinitas Terhadap Sifat Mekanik Weld Joint Material Baja Pada Underwater Welding Di Lingkungan Laut". Surabaya: ITS. 2008
- [5] H. Pratikno. "Pengaruh Jenis Proses Las FCAW/SMAW dan Salinitas terhadap Sifat Mekanik Weld Joint Material Baja pada Underwater Welding di Lingkungan Laut". Surabaya: ITS. 2010
- [6] K. Ziva, H. Pratikno, I. W. Wardhana, D. Teknik, K. Fakultas, and T. Kelautan, "Analisis Studi Eksperimen Underwater Welding Smaw Di Lingkungan Laut Dengan Variasi Elektroda Terhadap Uji Impact." Surabaya: ITS. 2017
- [7] Astm a 36/a 36M-05, "Standard Specification for Carbon Structural Steel," *Standards*, vol. 14, pp. 1–4, 2005.
- [8] T. Tarkono, G. P. Siahaan, and Z. Zulhanif, "Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las Yang Berbeda Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI 1045," *J. Mech.*, vol. 3, no. 2, pp. 51–62, 2012.
- [9] W. Wiryosumarto, H. Harsono, O. Toshie. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta. PT Pradnya Paramita. 2000.
- [10] T. Surdia. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Edisi 2. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 1995.
- [11] J. Joshi, A.M. *Underwater Welding*. Bombay: Indian Institut of Technology. 2002.
- [12] V. Sardi. Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi. Semarang : *Jurnal Teknik Perkapalan*. Vol. 6, No 1 : 142-149. 2008.
- [13] ASTM E8/E8M-09. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum- Alloy Sheet and Plate*. USA. 2009.
- [14] W. Winkler. *The Welding Engineer's Current Knowledge*. Edition 06/07. Institute in the German Welding Society. 2006.
- [15] W. Widharto, S. *Inspeksi Teknik Jilid 6*. Jakarta: Pradnya Paramita. 2007
- [16] D. Arief, "Pengukuran Salinitas Air Laut Dan Peranannya Dalam Ilmu Kelautan," *Oseana*, Vol. IX, Nomor 1 3-10,1984, vol. IX, no. 1, pp. 3–10, 1984.