

**ANALISA LAJU KOROSI PENGELASAN DALAM AIR
MENGUNAKAN ELEKTRODA LAPISAN RESIN PADA
BAJA API 5L X65**

TUGAS AKHIR

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S1 pada
jurusan teknik mesin universitas sultan ageng tirtayasa**



Disusun Oleh

YUDI KRISNA S.P

3331170058

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2024**

TUGAS AKHIR

**Analisa Hasil Pengesahan Dalam Air Menggunakan Elektroda Lapisan Resin Dengan Metode Laju Korosi
Dengan Menggunakan Baja Karbon API 5L X65**

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Yudi Krisna Sahputra Pakpahan
3331170058**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 02 Juli 2024

Pembimbing Utama

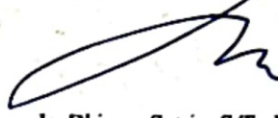


Ipick Setiawan, S.T., M.Eng.
NIP.197705012003121001



Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP. 197910302003121001

Anggota Dewan Penguji



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP.198305102012121006



Shofiatul Ula, S.Pd I., M.Eng.
NIP. 198403132019032009



Ipick Setiawan, ST., M.Eng.
NIP.197705012003121001

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Yudi Krisna Sahputra Pakpahan

NPM : 3331170058

Judul : Analisa Hasil Pengelasan Dalam Air Menggunakan Elektroda Lapisan
Resin Dengan Laju Korosi Menggunakan Baja Karbon API 5L X65

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 2 September 2024



Yudi Krisna .S.P

NPM. 3331170058

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pada program Pendidikan (S1) pada Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Skripsi ini berisi pembahasan tentang Analisa Laju Korosi Pengelasan Dalam Air Menggunakan Elektroda Lapisan Resin Pada Baja Api 5l X65. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi tugas akhir ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M. Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Mekro Permana Pinem, ST ,MT., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin FT. UNTIRTA.
3. Dr.Eng. Ir. Agung Sudrajad, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu mengarahkan penulis selama menjalani proses perkuliahan.
4. Bapak Ipick Setiawan S.T., M. Eng, selaku Dosen Pembimbing 1 tugas akhir yang banyak menyalurkan ilmu pengetahuan dan mengimplementasikan kebaikan pada penulis sehingga dapat melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
5. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan arahan, bimbingan dan inovasi berfikir kepada penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan tugas akhir.
6. Ibu Miftahul Jannah, M.T sebagai Koordinator Tugas Akhir yang telah mengabsahkan penulis untuk melakukan Tugas Akhir.
7. Dosen Jurusan Teknik Mesin (JTM) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) yang telah berkenan untuk terus memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis.

8. Kedua orang tua Pandapotan Pakpahan dan Katarina yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan materiil, dan do'a dalam penyelesaian
9. Muhammad Daffa Al'aziz yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan pengujian dan penelitian penulis.
10. Tri Yulianto, Nur Pahrul Fauzi, Febry Adviana, Lukman Hakim, dan teman teman Mahasiswa Teknik Mesin 2017 yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan menemani penulis dalam suka maupun duka selama proses belajar Program Studi Teknik Mesin UNTIRTA.
11. Fransiskus Manurung, Reyhan Moraliwa Arif dan teman teman Angkatan 2018 yang juga membantu dan memberikan saran kepada penulis guna melancarkan penelitian yang dilakukan penulis.
12. Ibnu, Zulfadli Nasution, Putra Dwijayadi dan teman teman Angkatan 2019 yang memberikan banyak bantuan dan pelajaran kepada penulis dalam menjalankan Program Studi Teknik Mesin UNTIRTA.

Penulis menyadari adanya kekurangan pada penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun kesempurnaan penelitian.

Cilegon, 12 Juni 2024

Penulis

ABSTRAK

ANALISA LAJU KOROSI PENGELASAN DALAM AIR MENGUNAKAN ELEKTRODA LAPISAN RESIN PADA BAJA API 5L X65

Disusun Oleh:

Yudi Krisna Sahputra Pakpahan

NIM.3331170058

Salah satu teknik yang digunakan untuk perbaikan perbaikan dalam struktur pipa dan bangunan di laut adalah pengelasan basah bawah air atau *underwater welding*. Faktor panas yang dimasukkan ke dalam proses pengelasan bawah air menyebabkan busur stabil dan metalurgi dipindahkan ke area kampuh sambungan las dan elektrode cair. Dalam penelitian kali ini peneliti menggunakan arus ampere yang bervariasi yaitu 60A, 90A dan 120 A untuk mendapatkan nilai laju korosi yang berbeda pada setiap ampere yang ditentukan. Hasil tersebut yang didapat yaitu semakin besar arus ampere yang diberikan semakin kecil laju korosi yang ada pada spesimen uji. Masing masing hasil korosi pada spesimen uji adalah : spesimen uji dengan menggunakan arus 60A adalah 2.499632 *mpy*, spesimen dengan arus 90A memiliki nilai korosi 1.650078 *mpy* dan spesimen yang menggunakan arus 120A memiliki nilai 0.4435229. dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus amper yang diberikan pada spesimen memiliki nilai korosi yang kecil.

Kata Kunci: *electrode coating, korosi, ampere, underwater wetwelding,*

ABSTRACT

CORROSION RATE ANALYSIS OF WELDING IN WATER USING RESIN COATING ELECTRODE ON 5L FIRE STEEL

Compiled by :

Yudi Krisna Sahputra Pakpahan

NIM.3331170058

One of the techniques used for repair work in pipeline structures and buildings at sea is underwater wet welding. The heat factor introduced into the underwater welding process causes the arc to stabilize and the metallurgy to be transferred to the weld joint seam area and the molten electrode. In this study, researchers used varying amperage currents, namely 60A, 90A and 120 A to get different corrosion rate values at each specified amperage. The result obtained is that the greater the ampere current given the smaller the corrosion rate on the test specimen. Each of the corrosion results on the test specimen is: the test specimen using a current of 60A is 2.499632 mpy, the specimen with a current of 90A has a corrosion value of 1.650078 mpy and the specimen using a current of 120A has a value of 0.4435229. It can be concluded that the greater the amperage given to the specimen has a small corrosion value.

Keywords: electrode coating, corrosion, amperage, underwater wet welding,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	II
ABSTRAK.....	VI
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL.....	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	42
2.1 <i>State Of Art</i>	42
2.2 Pengelasan	6
2.3 Bagian Bagian dari Pengelasan.....	7
2.4 Jenis-jenis Sambungan.....	8
2.4.1 Sambungan Tumpul	8
2.4.2 Sambungan Sudut	8
2.4.3 Sambungan Bentuk T.....	9
2.4.4 Sambungan Tumpang	9
2.4.5 Sambungan Sisi	9
2.4.6 <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i>	9
2.5 Prinsip kerja SMAW.....	10
2.6 Bagian Peralatan Las SMAW	10
2.7 Mesin Pembangkit Tenaga Listrik/Mesin Las.....	10
2.8 Kabel Las.....	10
2.9 Elektroda.....	11
2.10 Pemegang Elektroda	11
2.11 Tang Penghubung Kabel Massa	11
2.12 Alat Bantu.....	11
2.13 Posisi Pengelasan.....	11

2.14	Baja Karbon.....	12
2.15	Baja Karbon Rendah.....	12
2.16	Baja Karbon Sedang	12
2.17	Baja Karbon Tinggi	13
2.18	Korosi	13
2.19	Korosi Pada logam.....	14
2.20	Jenis-jenis Korosi	14
2.21	Laju Korosi	16
2.22	Sel Tiga Elektroda	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Variabel Penelitian.....	18
3.2	Diagram Alir.....	18
3.3	Dimensi Benda Uji.....	20
3.4	Identifikasi	20
3.5	Alat dan Bahan	20
3.6	Metode Penelitian	25
3.7	Prosedur Penelitian	25
3.8	Metode Eksperimen	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1	Hasil Pengujian.....	19
4.1.1.	<i>Las SMAW</i>	19
4.2	<i>Welding Procedure Specifition (WPS)</i>	19
4.3	<i>Heat Input Pengelasan</i>	30
4.4	Analisa Laju Korosi	31
4.5	Inspeksi visual Hasil Pengelasan	35
4.6	Struktur Mikro	37
4.7	Analisa Hasil Struktur Mikro Dan Laju Korosi.....	40
BAB V PENUTUP.....		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN.....		44

DAFTAR GAMBAR

2.1	Daerah Pengelasan.....	14
2.2	Jenis Jenis Sambungan Dalam Pengelasan.....	15
2.3	Las Busur Listrik Elektroda (SMAW).....	16
2.4	Skema Kerja Las Busur Listrik.	16
2.5	Posisi Pengelasan Kampuh.....	18
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2	LAS SMAW.	27
3.3	Gerinda Tangan Bosch.	28
3.4	Elektroda E6013.	28
3.5	Aquarium.	28
3.6	Meteran.....	29
3.7	Penggaris Besi.	29
3.8	Jangka Sorong.....	29
3.9	Busur Derajat.....	30
3.10	Oven.....	30
3.11	<i>Spring Welding Hammer</i>	30
3.12	Meja Las	31
3.13	Gelas Ukur	31
3.14	Baja API 5L X65	31
3.15	Resin Polyster Dan Katalis	32
3.16	Proses Pemotongan Sample.....	32
3.17	Kampuh V Groove 60 ⁰	33

3.18 Elektroda Coating	33
3.19 Pengukuran Kedalaman Air.....	33
3.20 Proses Pengelasan.....	34
3.21 Pemotongan Benda Uji	34
3.22 Proses Pembentukan Spesimen Laju Korosi	35
4.1 Grafik Laju Korosi 60A.....	39
4.2 Grafik Laju Korosi 90A.....	40
4.3 Grafik Laju Korosi 120A.....	41
4.4 Grafik Batang Laju Korosi	42

DAFTAR TABEL

4.1	Heat input pengelasan.....	37
4.2	Hasil laju korosi	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Karena peleburan memainkan peran penting dalam rekayasa dan produksi logam, peleburan merupakan komponen penting dari pertumbuhan dan kemajuan industri. Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair, menurut definisi Deutsche Industrie Normen (DIN). Anda juga dapat mengartikan las sebagai sambungan spesifik dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto, 1996).

Metode pengelasan basah di bawah air biasanya digunakan untuk memperbaiki kerusakan pada badan kapal laut, memasang pipa gas dan minyak, membangun bangunan offshore, membangun jembatan di atas air, dan pelabuhan, serta bagian di bawah laut. Metode pengelasan ini sangat dibutuhkan oleh perusahaan besar yang bergerak di bidang perkapalan dan perminyakan karena dapat menghancurkan. Jika terjadi kesalahan dalam proses desain komponen di bawah laut, ini juga dapat bermanfaat. Dua metode umum untuk pembuatan di bawah air adalah pembuatan di bawah air kering dan di bawah air basah.

Underwater wet welding lebih mudah untuk dilakukan karena tidak memerlukan peralatan yang kompleks. Seperti proses *underwater dry welding* yang menggunakan *Hyperbaric vessel*, yaitu peralatan untuk mengeluarkan dan mengeringkan air, dan *diving bell*, dan juga lebih simpel karena memungkinkan untuk melakukan pengelasan pada struktur-struktur yang kompleks di bawah laut. Akan tetapi, *underwater wet welding* memiliki beberapa kekurangan yaitu, dikarenakan tekanan atmosfer disekeliling laut tidak ada pembatasnya diantara air dan lasan, maka tekanan pada busur lasan menjadi tidak stabil, lalu karena oksigen dan hidrogen di weld pool lebih tinggi karena terjadi disosiasi pada air, maka porositas akan meningkat dan terjadi crack yang terinduksi oleh hidrogen. (Surojo et al., 2020).

Banyak industri manufaktur mulai menggunakan pengelasan dalam proses produksinya karena industri manufaktur saat ini semakin berkembang. Menurut

Bintoro (1999), ada banyak jenis pengelasan yang digunakan, salah satunya SMAW. Proses las SMAW terdiri dari pembungkus elektroda, sumbu kawat, area busur (arc), gas perlindungan, logam yang diendapkan, dan terak yang telah mengeras. Las listrik, juga dikenal sebagai pengelasan SMAW, adalah teknik las yang sangat praktis yang dapat dilakukan dengan tangan. Dengan pengelasan sistem single pass atau multi pass, proses las listrik ini dapat digunakan untuk mengelas semua jenis bangunan logam, mulai dari yang tipis hingga yang tebal (Bintoro, 1999).

Menurut penelitian yang dilakukan (Menezes et al., 2019), yang meneliti elektrode yang dilapisi dengan varnish vinylic dan polymer, mereka memiliki nilai tegangan busur yang lebih tinggi daripada elektrode konvensional (Putra et al., 2019). Selain itu, elektrode yang dilapisi dengan lilin dan pernis memiliki laju korosi 0,80 mmmpy di daerah HAZ.

Berdasarkan penelitian literatur penelitian yang sudah dijelaskan, penulis memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Variasi Input Panas Underwater Wet Welding Menggunakan Electrode Coating E6013 Terhadap Sifat Mekanik Baja Api 5L X65".

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu, bagaimana laju korosi pengelasan bawah air baja pada baja API5L X65 dengan variasi diameter elektroda dan kuat arus ?

1. Bagaimana hasil nilai yang didapatkan dari pengujian laju korosi yang didapatkan dari pengujian underwater wet welding terhadap baja API 5L X65 menggunakan electrode coating?
2. Berapakah arus yang terbaik untuk digunakan pada proses *underwater wet welding*

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah Mengetahui hasil analisa terhadap laju korosi pada baja API5L X65 dengan variasi diameter elektroda dan kuat arus menggunakan pengujian laju korosi dengan

perendaman cairan demineral.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Material uji adalah material baja karbon , yaitu API5L X65.
2. Pengelasan dilakukan dengan metode las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), posisi pengelasan datar (*flat position*) 1G, polaritas U, dengan elektroda E7016 diameter 2,6 mm pada kuat arus diameter 3,2 mm pada kuat arus 80 A, 90A, 120A.
3. Jenis kampuh yang digunakan adalah single V dengan sudut 60° .
4. Pengujian yang digunakan yaitu laju korosi dengan menggunakan cairan demineral.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui hasil laju korosi pada baja karbon API5L dengan variasi diameter elektroda dan kuat arus, dan sebagai informasi penting untuk seorang *helper* dan juru las agar mengetahui pengaruh-pengaruh tersebut terhadap kualitas hasil pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., Teknik, J., Perkapalan, S., & Kelautan, F. T. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Korosi*, 4(1), 1–5.
- Bayuseno, A. P. (2009). Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat. *Rotasi*, 11(3), 32–37.
- Brilliano, A. E. (n.d.). *ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP KETEBALAN LAPISAN DAN LAJU KOROSI HASIL ELEKTROPLATING BAJA KARBON RENDAH ST41 DENGAN PELAPIS NIKEL*. Baja, E., Rendah, K., Dengan, S. T., Nikel, P., Mesin, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, J. T., Teknik, F., Surabaya, U. N. (n.d.). Brilliano Ergie Arievtya Novi Sukma Drastiawati Abstrak. 67–74., 67–74.
- Fecl, K., Anggaretno, G., & Rochani, I. (2012). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65. 1(1), 3–7.
- PattireuYanuar, A. P., Pratikno, H., & Titah, H. S. (2017). Pengaruh Penambahan M, M. Z., & Magga, R. (2023). *Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Pompa Pada Baja*. July 2017.
- C. D., Slater, P. R., Hare, S. D., Simmons, M. J. H., & Kendrick, E. (2021). A review of metrology in lithium-ion electrode coating processes. *Materials and Design*, 209, 109971. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109971>
- w, K. J., Yaroslavtsev, A. B., & Stenina, I. A. (2020). Carbon coating of electrode materials for lithium-ion batteries. *Surface Innovations*, 9(2–3), 92–110. <https://doi.org/10.1680/jsuin.20.00044>
- Rauf, F. A., Lumintang, R., Mesin, T., Sam, U., & Manado, R. (2013). *ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON DENGAN MENGGUNAKAN AIR LAUT DAN H₂SO₄*.
- Antika, A. P., Muliyatno, I. P., & Santosa, A. W. B. (2019). Jurnal teknik perkapalan. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 152–160. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>
- Ali, M. S., Pratikno, H., & Dhanistha, W. L. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk

- terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.39068>
- Jihan Alldzi Khoir, Untung Budiarto, O. M. (2020). Analisa Pengaruh Penerapan Coating dan Variasi Ukuran Grit Aluminium Oxide pada Proses Blasting Terhadap Ketahanan Laju Korosi dan Daya Rekat Adhesi. *Teknik Perkapalan*, 8(3), 84.
- Chen, Z., & Zhou, Y. (2006). Surface modification of resistance welding electrode by electro-spark deposited composite coatings: Part I. Coating characterization. *Surface and Coatings Technology*, 201(3–4), 1503–1510.
<https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2006.02.015>
- Paundra, F., Juan, A., Elmiawan, P., & Yunesti, P. (2021). The Penetration Depth of Weld Metal in Underwater Welding with Variations in Water Depth and Water Flow Velocity. *Jurnal Mechanical*, 12(1), 29–33.
- Surojo, E., Putri, E. D. W. S., Budiana, E. P., & Triyono. (2020). Recent developments on underwater welding of metallic material. *Procedia Structural Integrity*, 27(2019), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.07.003>
- Wisma, S. (2020). Pengaruh Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Mild Steel S45C di Daerah HAZ dengan Pengujian Metalografi. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 1(1), 12–17.
- Putra, A. A., Pratikno, H., & Ikhwan, H. (2019). Analisis Prediksi Laju Korosi Pada SMAW Underwater Wet Welding Weldjoint Baja ASTM A36 Karena Pengaruh Variasi Coating Elektroda dan Heat Input. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.38287>
- Muhayat, N., Matien, Y. A., Sukanto, H., Saputro, Y. C. N., & Triyono. (2020). Fatigue life of underwater wet welded low carbon steel SS400. *Heliyon*, 6(2), e03366. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03366>