

STUDI KOMPARATIF VARIASI LAPISAN ELEKTRODA RD -260 E 6013 TERHADAP UJI MEKANIK BAJA A36 PADA PENGELASAN BAWAH AIR

Oleh

Ala Risdianto¹, Rp Ulmi², Ia Kuniallah³, Ar Okvitasari⁴

¹²³⁴Teknologi Kemaritiman, Politeknik Negeri Madura

E-mail: ¹anggarisdianto48@gmail.com, ²rio.es.putra@gmail.com, ³maiel@gmail.com,

⁴astriokvitasari@gmail.com

Article History:

Received: 10-10-2024

Revised: 17-10-2024

Accepted: 13-11-2024

Keywords:

Underwater Welding, E6013

Electrodes, Resin, Hot Melt

Adhesive

Abstract: Underwater welding has advantages, one of which is that it allows the joining of materials at sea depth quickly, efficiently, and saves repair costs. In underwater work using the type of electrode used underwater (underwater welding) is a special electrode which in terms of price is much more expensive than conventional electrodes in general. In this research, a problem is raised that will discuss how the difference in E6013 electrode coatings commonly used for welding on land with welding in water. Based on the visual test results, electrodes with hot melt adhesive (PLP) coating show more defects than electrodes with resin coating, this is because during the welding process in water the flame of the hot melt adhesive (PLP) coating is less stable. The results of the breaking test obtained an average peak load value from welding on land of 68957 Fm which is used as a reference in determining the type of electrode coating variation that is good. The average peak load value of the electrode with resin coating showed value which is close to the average peak load value of welding on land which is 52161 Fm.

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan merupakan suatu cara yang digunakan dalam penyambungan logam untuk segala macam jenis konstruksi, seperti kapal, bangunan lepas pantai, pipa-pipa dan lain sebagainya, teknik pengelasan sudah di desain tidak hanya untuk memperbaiki struktur yang berada di daratan namun di rancang kurang lebih 10-25 tahunan (Farach Ali et al., 2024). Pengelasan bawah air merupakan teknik yang penting dalam industri kelautan dan perkapalan, konstruksi infrastruktur bawah air, serta pemeliharaan struktur di bawah permukaan air. Pengelasan tersebut biasa disebut *Underwater Welding*. Secara umum pengelasan dibawah air diklasifikasikan menjadi *Dry Weld* dan *Wet Welding* (Ahmad et al., 2024). Pekerjaan pengelasan dalam air sering menggunakan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Karena beberapa alasan utama. Peralatan yang tangguh dan portabel SMAW relatif lebih sederhana dan mudah dibawa ke lokasi pengelasan di bawah air. hal ini penting

dikarenakan lingkungan bawah air bisa sangat beresiko dan memerlukan peralatan yang dapat dengan mudah dioperasikan dan di pindahkan (Azis Mubarak et al., 2024). Pengendalian dan presisi pengelasan SMAW memungkinkan kontrol yang baik dan fleksibilitas atas proses pengelasan serta sangat penting untuk memastikan kualitas sambungan las dalam kondisi yang sulit dan sering kali tidak dapat diprediksi (Gita et al., 2024). Seperti gambar 1 yang telah disajikan di bawah berikut.



Gambar 1 *Under Water Welding*

Pengelasan bawah air memiliki banyak keunggulan, salah satunya memungkinkan penyambungan material di kedalaman laut dengan cepat dan efisien, salah satu contoh adalah jika penghambat korosi kapal (*zinc anode*) terlepas dari bagian kapal dan untuk pemasangan (*zinc anode*) maka kapal harus diangkat dari air menuju dok perbaikan yang memakan waktu serta biaya yang sangat besar, dalam pengerjaan di lingkungan bawah air memiliki kendala dalam biaya pengelasan (Baroroh et al., 2023). Biaya yang tinggi tersebut meliputi biaya alat kerja, bahan kerja, dan tenaga berkompeten (Soebhi Eryawan et al., 2024). Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ganawan D Haeryadi "Analisa Kerusakan Pengelasan Bawah Air Pada Lambung Kapal Dengan Bahan Elektroda RB 26 Terselotip" (Haryadi, 2007), pengelasan bawah air yang menggunakan proses pengelasan listrik dengan elektroda RB yang diselotip dari hasil tersebut didapatkan sambungan pengelasan kuat yang dibuktikan dengan pada patahan yang terjadi pada base metal, dapat disimpulkan bahwasannya elektroda yang biasanya di gunakan pada pengelasan yang berada di darat bisa jadi sarana alternatif yang lebih ekonomis (Prasurya et al., 2024).

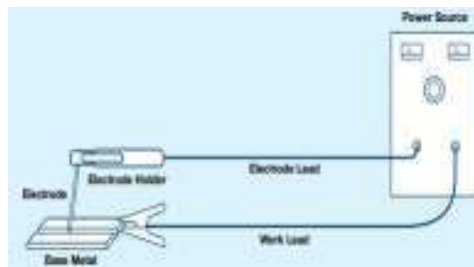
Dari permasalahan tersebut pada penelitian ini membahas mengenai variasi lapisan elektroda E6013 dengan resin dan perekat leleh panas (PLP). Hasil dari perbandingan elektroda tersebut akan dilakukan pengujian *break test* dengan pembanding hasil dari pengelasan yang berada di darat. Elektroda E6013 dengan dilapisi resin dan perekat leleh panas sebagai alternatif.

LANDASAN TEORI

Pengelasan di dalam air (*UnderWater Welding*) adalah pengembangan dari proses pengelasan umum yang dilakukan di bawah air, umumnya laut. Teknik pengelasan ini sangat diperlukan untuk industri gas atau minyak bumi, industri perkapalan, dan perusahaan pengeboran minyak lepas pantai (Nurmala et al., 2024).

Penelitian ini menggunakan jenis pengelasan *Shield metal arc welding* (SMAW) las busur busur logam terlindungi (Abderrahmani et al., 2024). Dengan pengertian suatu proses pengelasan busur listrik dimana energy panas untuk pengelasan dibangkitkan oleh busur listrik yang terbentuk antara elektroda logam yang terbungkus dan benda kerja (Alan

Mabrullah & Shofiyah, 2024). Proses SMAW menggunakan rangkain listrik untuk menghasilkan busur pengelasan dengan cara merubah daya listrik menjadi energi panas(Santosa et al., 2024). Panas yang dibangkitkan oleh busur sangat kuat dan sangat terkonsentrasi sehingga segera melelehkan sebagian benda kerja dan ujung elektroda(Suwarso et al., 2024). Juru las menjaga panjang busur dengan cara mengatur jarak atau gap antara elektroda dan kolam lasan pada benda kerja secara konsisten. Ketika busur dihilangkan, cairan menyatu dan membeku menjadi padatan berbentuk logam pada gambar 2.1



Gambar 2 Ilustrasi SMAW

Semua elektroda SMAW memiliki penutup dengan komposisi yang memfasilitasi proses pengelasan dan menambahkan elemen paduan untuk memberikan sifat yang berguna pada pengelasan(Risdianto et al., 2021). Tanpa penutup, busur akan sangat sulit dipertahankan, deposit las akan rapuh dengan oksigen dan nitrogen terlarut, manik las akan tumpul dan berbentuk tidak teratur, dan benda kerja akan mengalami cacat Undercut(Anwar & Mulyadi, 2024).

Elektroda terbungkus menyediakan logam filler dan pelindung untuk proses pengelasan SMAW(Yusuf Setiawan & Saleh, 2024). Elektroda tertutup memiliki komposisi kawat inti yang berbeda dan berbagai jenis penutup *flux*(Ardi et al., 2024). Inti elektroda berfungsi sebagai logam pengisi dan penutup elektroda memiliki beberapa fungsi sebagai berikut

- Selimut terak diatas kolam cairan logam dan las yang kemudian memadat.
- Gas pelindung untuk mencegah kontaminasi atmosfer dari aliran busur dan logam las.
- Elemen pengion untuk operasi busur yang lebih lancar.
- Deoxidizer dan Scavenger untuk menyempurnakan struktur butiran logam las.
- Elemen Paduan seperti nikel dan kromium untuk baja tahan karat.
- Logam seperti bubuk besi untuk laju deposisi yang lebih tinggi.

Elektroda yang akan digunakan ialah RD-260 3,2mm AWS E6013. Dengan keterangan kode elektroda sebagai berikut.

- E = Elektroda
- 6 = Minimum kekuatan tarik dengan satuan Mpa
- 1 = Posisi pengelasan
- 3 = kandungan yang terdapat pada elektroda

METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini memuat langkah-langkah penelitian seperti yang digunakan sebelum mendapatkan hasil. Berikut langkah atau tahapan untuk memperoleh hasil

penelitian.

1. Penyusunan *Preliminary Welding Prosedure Spesification* (PWPS)
2. Persiapan Material
3. Proses Pelapisan Elektroda
4. Identifikasi Material
5. Jenis Sambungan Las yang Digunakan
6. Kondisi Elektroda dan Air setelah pengelasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil las-lasan darat maupun dalam air di uji menggunakan 2 proses pengujian, yaitu uji visual dan *uji break test*.

1. Pengujian Visual

Pengujian visual ini berdasarkan *standart* AWS D3.6M peralatan yang harus disiapkan pada saat pengujian visual test antara lain:

- *Welding gauge*
- Jangka sorong digital
- Sikat baja/majun
- Spidol serta kertas
- Lampu

Prosedur pengujian:

- Material yang akan diuji harus bersih
- Intesitas cahaya putih alami atau tambahan
- Analisis kerusakan pada daerah las-lasan
- Pengukuran cacat daerah las-lasan
- Visual data hasil pemeriksaan.

Pengujian visual dilakukan terhadap hasil las-lasan dari kedua permukaan.

- a. Hasil dari pengelasan darat bisa dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 1 Hasil Uji Visual (DARAT)

Pengelasan di Darat		
Face darat 1	Face darat 2	Face darat3
		

Dari data tabel diatas Arti dari D1,D2,D3 yakni spesimen darat 1, darat 2 dan darat 3. Tabel diatas adalah hasil uji visual yang mana pada spesimen D1,D2,D3, terdapat indikasi cacat *stop start* pada sambungan kampuh las, serta pada spesimen D1 dan D3 terdapat juga indikasi cacat spater 2 titik dari setiap spesimen.

- b. Hasil visual pengelasan dalam air resin dan katalis.

Tabel 2 Hasil Uji Visual (RESIN)

Pengelasan dalam air resin dan katalis		
Face resin 1	Face resin 2	Face resin 3
		

Dari data hasil pengelasan dalam air dengan lapisan resin, spesimen R1 terdapat indikasi cacat *stop start* pada kampuh las dan undercut 3 titik, dan untuk spesimen R2 terdapat indikasi cacat *undercut* sebanyak 1 titik, untuk spesimen R3 terdapat juga indikasi cacat *overlap* dengan panjang 1,3mm dari kampuh las.

c. Hasil visual pengelasan dalam air perekat leleh panas (plp)

Tabel 3 Hasil Uji Visual (PLP)

Perekat Leleh Panas (plp)		
Face PLP 1	Face PLP 2	Face PLP 3
		

Dari data hasil pengelasan dalam air dengan lapisan perekat leleh panas. Spesimen PLP1, PLP2, dan PLP3, terindikasi cacat *undercut*, untuk spesimen PLP3 terindikasi cacat *overlap* dengan rentan panjang 1,5mm dari kampuh las.

2. Pengujian Fillet Break Test

Sebelum melakukan pengujian, spesimen akan dipotong terlebih dahulu. Dengan ukuran spesimen break test $p \times l \times t = 150\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ bisa dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 3 Pemoongan spesimen break test

Proses Pengujian Break test Break test merupakan salah satu metode pengujian merusak destructive test untuk mengetahui beban puncak serta penetrasi pengelasan dengan jenis sambungan fillet.



Gambar 4 Pengujian break test

Prosedur pengujian.

- Potong 75mm dari setiap ujung sehingga menghasilkan benda uji 150mm untuk *break test*, spesimen 75mm akan digunakan untuk uji *etsa makro*
- Pastikan meja bebas dari segala penghalang usahakan meja sudah terlapisi pelicin sehingga mempermudah saat proses break test
- Usahakan spesimen di salah satu sisi yang menumpu di bentuk tumpul
- Gerinda halus sudut spesimen
- Tempatkan sambungan T pada sudut logam las menghadap ke atas
- Jatuhkan mesin press tepat pada material sampai patah ataupun rata
- Periksa nilai hasil beban puncak serta kondisi spesimen.

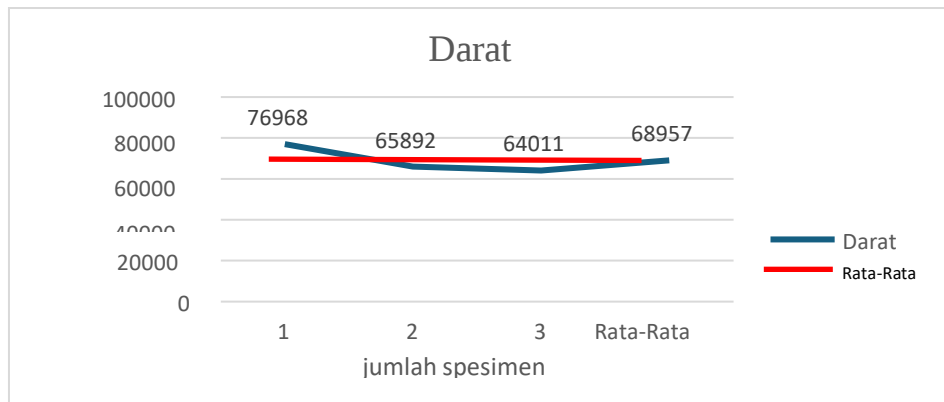
Hasil pengujian *break test* dibagi menjadi tiga yaitu hasil pengelasan di darat dan di air PLP maupun resin.

a. Hasil pengelasan darat

Dari pengelasan di darat setelah di uji break test sebagai acuan dari hasil pengelasan di dalam air



Dari gambar yang telah di sajikan diatas menunjukkan diagram beban puncak dari setiap spesimen pengelasan di darat.



Gambar 5 Grafik Pengelasan Darat

Tabel 4 Nilai Pengelasan Darat

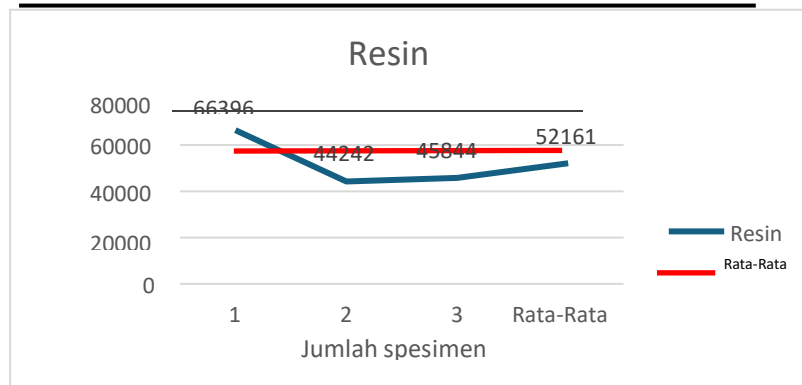
Darat	Beban puncak (N)
1	76968
2	65892
3	64011
Rata - Rata	68957

Berdasarkan data hasil uji *fillet break test* dengan beban puncak dari ketiga spesimen akan dicari nilai rata-rata diketahui nilai rata-rata yakni 68957. Hasil ini akan jadi pembandingan dari pengelasan yang berada di dalam air dengan lapisan PLP dan resin dikarenakan elektroda yang digunakan pada saat proses pengelasan didalam air menggunakan elektroda yang biasanya digunakan didarat dengan divariasikan lapisan resin serta perekat leleh panas (PLP). Nilai rata-rata dipakai dikarenakan saat proses pengelasan hasil dari pengelasan tersebut tidak konsisten maka dari hal tersebut diambil nilai rata-rata untuk setiap hasil spesimen.

b. Hasil pengelasan dalam air lapisan resin



Dari gambar yang telah di sajikan diatas menunjukkan diagram beban puncak dari setiap spesimen pengelasan di dalam air dengan lapisan resin.



Gambar 6 Grafik Pengelasan Dalam Air Resin

Tabel 5 Nilai Pengelasan Dalam Air Resin

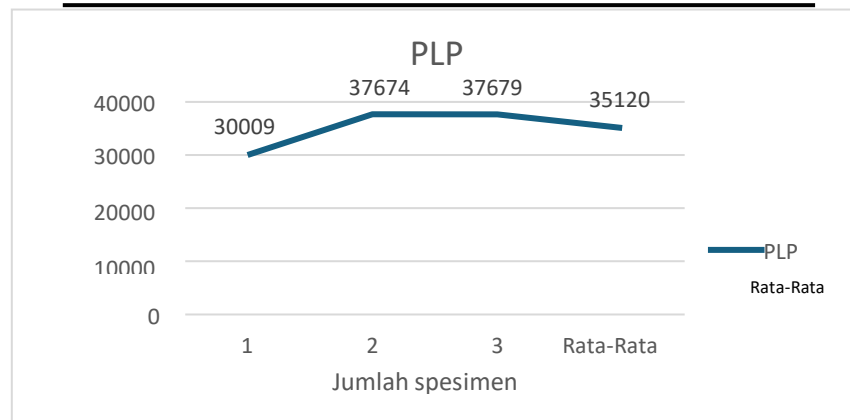
Resin	Beban puncak (Fm)
1	66396
2	44242
3	45844
Rata - Rata	52161

Berdasarkan data hasil uji *fillet break test* nilai tertinggi dari pengelasan dalam air dengan lapisan resin 66396 dan nilai terendah 44242, diketahui nilai rata-rata pengelasan di dalam air lapisan resin yakni 52161.

c. pengelasan dalam air lapisan perekat leleh panas (PLP)



Dari gambar yang telah di sajikan diatas menunjukkan diagram beban puncak dari setiap spesimen pengelasan di dalam air dengan lapisan perekat leleh panas.



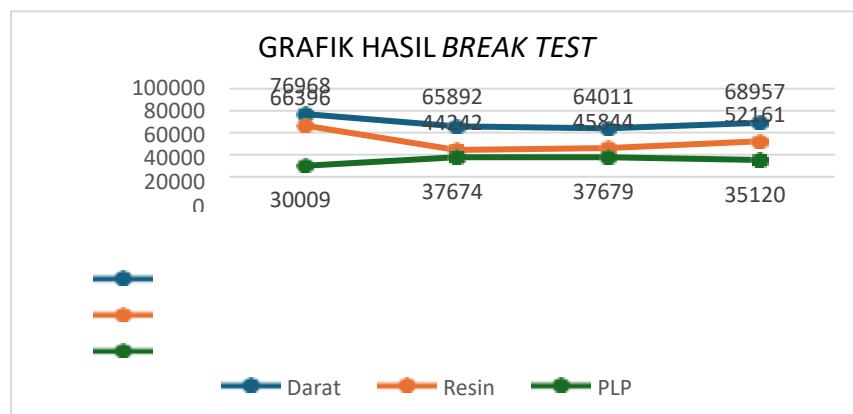
Gambar 7 Grafik Pengelasan Dalam Air (PLP)

Tabel 6 Nilai Pengelasan Dalam Air (PLP)

PLP	Beban puncak (N)
1	30009
2	37674
3	37679
Rata -Rata	35120

Berdasarkan data hasil uji *fillet break test* nilai tertinggi dari pengelasan dalam air dengan lapisan (PLP) 37679 dan nilai terendah 30009 diketahui nilai rata-rata pengelasan di dalam air lapisan perekat leleh panas (PLP) yakni 35120.

3. Grafik hasil break test



Gambar 8 Grafik Hasil Rekap Spesimen *Break Test*

Dari grafik di atas menunjukkan nilai beban puncak dari setiap metode. Nilai rata-rata pengelasan di darat sebesar 68957 Fm akan menjadi pembanding ataupun acuan dari pengelasan di dalam air. dari data hasil pengujian break test nilai pengelasan dalam air dengan elektroda lapisan resin yang paling mendekati nilai pengelasan yang berada di darat yaitu sebesar 52161 Fm dikarenakan pada saat proses pengelasan dalam air lapisan elektroda dengan resin lebih baik daripada lapisan PLP. Lapisan resin tidak pecah maupun terkelupas pada saat pengelasan maupun setelah pengelasan kondisi lapisan tetap kedap dan melapisi secara maksimal, serta pada proses pengelasan berlangsung elektroda dengan lapisan resin stabil. Hal ini yang menyebabkan hasil pengelasan lapisan resin lebih bagus

daripada lapisan PLP. Elektroda dengan lapisan PLP saat proses pengelasan berlangsung, lapisan PLP mencair yang menyebabkan nyala api tidak stabil serta lapisan tidak melapisi secara maksimal, serta nilai rata-rata dari hasil pengelasan dengan elektroda variasi PLP jauh lebih rendah dari pengelasan di darat yaitu 35120 Fm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil visual test elektroda dengan lapisan perekat leleh panas (PLP) lebih banyak terindikasi cacat jika dibandingkan dengan lapisan resin, hal ini disebabkan saat proses pengelasan dalam air berlangsung nyala api dari lapisan perekat leleh panas (PLP) kurang stabil, hasil uji break test menunjukkan nilai beban puncak lapisan elektroda resin rata-rata 52161 Fm, dan untuk nilai rata-rata beban puncak lapisan elektroda perekat leleh panas yakni 35120 Fm, nilai selesih uji mekanik yang sangat jauh dari kedua variasi lapisan, didapatkan hasil nilai dari lapisan resin yang paling mendekati nilai rata-rata pengelasan yang berada di darat yaitu 68957 Fm.

Pengakuan/Acknowledgements

Terima kasih kepada semua pihak yang turut terlibat menyelesaikan penelitian dan makalah ini. Terima kasih saya sampaikan kepada reviewer dan tim submission.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abderrahmani, S., Chérifi, N., & Ghanem, K. (2024). Study of the effect of SMAW welding speed on the microstructure and crystal stability of X70 steel using X-ray diffraction. *STUDIES IN ENGINEERING AND EXACT SCIENCES*, 5(2), e9691. <https://doi.org/10.54021/seesv5n2-391>
- [2] Ahmad, K., Shah, F., Afridi, M. W., Rehman, N., & Iqbal, A. (2024). Investigation of Impact Toughness of SMAW, GMAW and FCAW of API X60 Pipeline Steel. *Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan*, 29(2), 2313–7770.
- [3] Alan Mabruallah, R., & Shofiyah, R. (2024). PENGARUH VARIASI ARUS PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP UJI KEKUATAN BENDING DAN STRUKTUR MICRO BAJA ST 42. *Journal of Engineering Science and Technology (JESTY) EISSN*, 2(2), 53–61.
- [4] Anwar, S., & Mulyadi, M. (2024). Pengaruh Media Pendingin terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan SMAW pada Mesin Mitsubishi PS 120. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(2), 1–11. <https://doi.org/10.47134/innovative.v3i2>
- [5] Ardi, Halim Asri, M., & Mardin. (2024). Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Sambungan Terhadap Karakteristik Mekanis Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW Dan GTAW. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 12201–12219.
- [6] Azis Mubarak, M., Hermawan, D., & Arifiansyah. (2024). ANALISA WELD DEFECT PENGELASAN SMAW PADA PROSES FABRIKASI TANGKI AIR DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA 36. *METRIK SERIAL HUMANIORA DAN SAINS*, 5(1), 35–46.
- [7] Baroroh, I., Setiawan, G. V., Azhar, A., Hardianto, D., & Widodo, A. B. (2023). Risk Analysis of Delay in Ship Repair KM Binaiya with Bayesian Network Method. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 8(3), 2548–1479.
- [8] Farach Ali, I., Wani Sihalolo, O., & Alia, D. (2024). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO

- TERHADAP KEGIATAN OPERASIONAL KAPAL UNTUK MENINGKATKAN KEPUASAN PELANGGAN DI PT. XXX. *Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*, 2(11), 916–936.
- [9] Gita, I. W. E. M. K., Darmadi, D. B., & Sugiarto. (2024). PENGARUH PERLAKUAN PWHT PADA BAJA ASTM A36 TERHADAP KEKUATAN TARIK. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 10(1), 331–337.
- [10] Haryadi, G. D. (2007). ANALISA KERUSAKAN HASIL PENGELASAN BAWAH AIR PADA LAMBUNG KAPAL DENGAN BAHAN ELEKTRODA RB 26 TERSELOTI. *Rotasi*, 9(1), 31–41.
- [11] Nurmala, E., Putra Kusumawardhana, E., Sahputra, A., Taharuddin, & Saifudin, I. (2024). Optimizing Maintenance and Repair of Central Air Conditioning on MV. Tanto Bersinar. *Journal Homepage Jurnal Transportasi Dan Bahari*, 1(1), 38–44.
- [12] Prasurya, E., Andriyono, A., & Sariman, F. (2024). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kuat Tarik Material pada Stainless Steel 304 Hasil Las SMAW Dengan Elektroda E308-16. *Papsel Engineering Science and Technology*, 01(1), 1–6.
- [13] Risdianto, A. L. A., Iswidodo, W., & Ilmah, A. M. (2021). PENGARUH VARIASI HEAT INPUT UNDERWATER WET WELDING PADA SAMBUNGAN BUT JOINT TERHADAP SIFAT MEKANIK. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 1, 504–511.
- [14] Santosa, A. W. B., Trimulyono, A., Firnandito, A., Subekti, J., & Hadi, E. S. (2024). Analysis of the Application Time Cost Trade-Off Method on Tug Boat 135 GT Repair Projects Owned by PT. Pelabuhan Indonesia II. *TEKNIK*, 45(1), 146–152. <https://doi.org/10.14710/teknik.v45i1.52415>
- [15] Soebhi Eryawan, B., Aditya Noercahyadi, D., Rachman, L., Yuzhar Areta, E., Saputra, A., & Rahman Tsani, R. (2024). ANALISIS RISK MANAGEMENT PADA PEKERJAAN WELDING BAGIAN REPARASI KAPAL DI PT. TEPIAN SAMUDERA MANDIRI MENGGUNAKAN FRAMEWORK ISO 31000:2018 (Risk Assesment On Welding Work Int The Ship Repair Departement at PT. Tepian Samudera Mandiri using framework ISO 31000:2018). *Indonesian Conference of Maritime*, 2(1), 204–219.
- [16] Suwarso, Mariah, Y., Nuradi, & Atti, S. (2024). Perawatan Penukar Panas / Heat Exchanger Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Pendingin pada Kapal Niaga. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 11586–11597.
- [17] Yusuf Setiawan, M., & Saleh, M. (2024). Analisa Pengaruh Arus & Variasi Jarak Kampuh Las Berdasarkan Kekuatan Uji Tarik & Radiografi Pada Proses Pengelasan Material Baja ASTM A36. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 155–170. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11372828>

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN