

Perbandingan Pengaruh Kecepatan Arus Air terhadap Laju Korosi dan Kekerasan pada Alumunium dan Baja Karbon sebagai Prototipe Plat Body Kapal

Firdaus MS^{1*}, Eddy Saud¹, Deliansyah Pasayu², Yosieguspa², Aldi Hidayat¹, Agung Febriyanto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Ogan Komering Ilir Kayuagung, Sumatera Selatan, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Ogan Komering Ilir Kayuagung, Sumatera Selatan, Indonesia

Jl. Cintaraja, Kec. Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan 30867

*Corresponding author: firdaus.cekmail@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the comparison of the effect of air flow velocity on the corrosion rate and hardness of aluminum and carbon steel materials. This study is an experimental study using specimens, namely Aluminum 6061 and low carbon steel AISI 1018. The results showed that 1) the immersion current velocity for 2 days obtained the following results, for the speed with a distance of 12 cm from the dynamo, a speed of 0.073 m/s was obtained for aluminum. Something that is not much different is also obtained for the speed of low carbon steel where with a distance of 12 cm from the dynamo, a speed of 0.075 m/s was obtained. 2) The difference in weight between before and after immersion in the specimen shows that in aluminum the weight difference is smaller than the weight difference in low carbon steel. 3) The corrosion rate of low carbon steel is higher than aluminum. This shows that aluminum is more resistant to corrosion

Keywords: current velocity, corrosion rate, aluminum, carbon steel

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengaruh kecepatan arus air terhadap laju korosi dan kekerasan pada material alumunium dan baja karbon. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Spesimen yaitu Aluminium 6061 dan baja karbon rendah AISI 1018. Uji kekerasan yang dilakukan menggunakan *Rockwell hardness test* dan laju korosi dilakukan dengan Pengujian Berat Hilang (*Loss Weight Method*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) kecepatan arus perendaman 2 hari didapatkan hasil sebagai berikut, untuk kecepatan dengan jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,073 m/s untuk alumunium. Hal yang tidak jauh berbeda juga didapatkan untuk kecepatan pada baja karbon rendah dimana dengan jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,075 m/s. 2) Selisih berat antara sebelum dan setelah perendaman pada spesimen menunjukkan bahwa pada alumunium selisih berat lebih kecil dibandingkan selisih berat pada baja karbon rendah. 3) Laju korosi baja karbon rendah lebih tinggi dibandingkan alumunium. Hal ini menunjukkan bahwa alumunium lebih tahan terhadap korosi.

Kata kunci: kecepatan arus, laju korosi, alumunium, baja karbon

1. Pendahuluan

Transportasi laut merupakan salah satu kegiatan utama ekonomi biru, Transportasi laut sangat penting bagi perekonomian global, karena menyumbang sekitar 80% perdagangan dunia, sehingga sangat mempengaruhi pembangunan ekonomi. Baik transportasi laut maupun aktivitas terkaitnya mempunyai dampak keseluruhan yang besar terhadap perekonomian, mempengaruhi banyak industri, secara langsung atau tidak

langsung [1]. Logistik maritim memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi lokal. Dalam sistem logistik maritim, transportasi adalah suatu komponen penting dalam membantu distribusi dan transportasi pengiriman barang melalui laut [2].

Arus air adalah fenomena alam yang mempengaruhi kecepatan, arah, dan kedalaman kapal, dan hal ini mempengaruhi kinerja kapal [3]. Laju aliran yang tinggi meningkatkan laju transmisi medium, merusak skala permukaan spesimen, dan

meningkatkan laju korosi spesimen [4]. Hal tersebut juga dijelaskan [5] bahwa peningkatan laju aliran memberikan lebih banyak oksigen untuk bereaksi dengan besi pada permukaan material, kecepatan aliran yang lebih tinggi dapat mengurangi ketebalan lapisan difusi oksigen terlarut (DO), dan meningkatkan laju korosi pada material. Maka memerlukan material anti korosi untuk bahan transportasi laut.

Paduan aluminium banyak digunakan dalam industri penerbangan, minyak dan gas, bangunan dan transportasi karena kekuatannya yang tinggi dan kepadatannya yang rendah karena tahan terhadap korosi, yang disebabkan oleh pembentukan lapisan oksida pada permukaan, dan tahan di lingkungan berair pada kisaran pH 5–8,5 [6]. Aluminium dapat menahan korosi oleh air, garam, dan faktor lingkungan lainnya, dan oleh berbagai bahan kimia dan fisik lainnya. Paduan aluminium menunjukkan ketahanan yang baik terhadap korosi karena oksida permukaannya film kontak Al_2O_3 yang dapat memblokir ion korosif dari permukaan logam [7]. Kehilangan berat akibat korosi berhubungan erat dengan waktu, dengan kata lain semakin meningkatnya waktu pencelupan semakin besar pula kehilangan berat yang terjadi [8].

Selain pengujian terhadap korosi, perlu juga dilakukan uji kekerasan. Pengujian kekerasan adalah yang paling efektif karena memberikan gambaran tentang sifat mekanis material. Jumlah kekerasan yang diukur sudah cukup untuk menggambarkan kekerasan material tersebut, meskipun pengukuran hanya dilakukan di lokasi tertentu. Melalui uji kekerasan, material dapat dikategorikan sebagai ulet atau getas. Kita dapat mengontrol kualitas bahan dengan melakukan uji kekerasan [9].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan uji pengaruh kecepatan arus air terhadap laju korosi dan kekerasan aluminium sebagai prototype kapal. Maka tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan pengaruh kecepatan arus air

terhadap laju korosi aluminium dan baja karbon rendah.

2. Metode Penelitian

Tempat pelaksanaan dan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Ogan Komering Ilir (UNISKI). Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium dengan dukungan oleh literatur – literatur yang menunjang.

Spesimen untuk penelitian dipersiapkan sebanyak 9 buah dengan ukuran tebal 1 cm, diameter 2 cm. Kemudian spesimen dibersihkan untuk menghilangkan kotoran agar terhindar dari korosi awal dengan menggunakan kertas amplas sampai bersih.

Spesimen pertama yang digunakan merupakan Aluminium 6061 terdiri dari 96,85 persen aluminium, 0,9 persen magnesium, 0,6 persen Silicon, 0,6 persen iron , 0,30 persen copper, 0,25 persen chromium, 0,20 persen zinc, 0,10 persen titanium, 0,05 persen mangan, dan hingga 0,05 persen unsur lain.



Gambar 1. Spesimen Aluminium

Spesimen lainnya yaitu Baja AISI 1018 yang terdiri dari 0,15 hingga 0,20 persen karbon, hingga 0,60 persen mangan, hingga 0,04 persen fosfor, dan hingga 0,05 berlerang. Ini juga mengandung sejumlah kecil elemen lain, termasuk siliko (hingga 0,30 persen), tembaga (hingga 0,20 persen), dan aluminium (hingga 0,06 persen).



Gambar 2. Spesimen Baja Karbon Rendah

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan sebagai spesimen dengan jenis Alumunium 6061 dan Baja AISI 1018.
2. Memotong bahan yang dijadikan spesimen uji menggunakan mesin gerinda tangan.
3. Pembentukan spesimen menggunakan mesin gerinda tangan.
4. Mempersiapkan bak perendaman yang diisi dengan larutan NaCl.
5. Membersihkan spesimen dengan kertas amplas.
6. Merendam spesimen selama 48 jam.

Setelah spesimen telah siap, maka dilakukan proses pengujian dengan langkah sebagai berikut:

1. Memasukkan air dan NaCl kedalam bak pengujian.
2. Timbang berat awal spesimen.
3. Kemudian spesimen dimasukkan kedalam bak pengujian.
4. Setelah itu hidupkan dinamo sesuai dengan waktu pengujian.
5. Pengujian perendaman dilakukan selama 2 hari.
6. Setelah dilakukan perendaman, spesimen dikeluarkan dari bak pengujian.
7. Kemudian spesimen di angkat dan keringkan.

Setelah spesimen kering dilakukan uji kekerasan dengan metode Rockwell hardnest test dan uji laju korosi dengan Pengujian Berat Hilang (*Loss Weight Method*).

Pengujian berat hilang digunakan untuk mengukur perbedaan berat sampel baja karbon sebelum dan setelah terpapar korosif. Salah satu metode klasik dan paling mudah untuk menghitung korosi adalah metode berat hilang. Laju korosi dihitung berdasarkan berat yang hilang, memberikan gambaran umum tentang tingkat korosi yang terjadi. Metode ini melibatkan pengukuran berat sampel sebelum dan sesudah periode eksposur terhadap lingkungan korosif [10], [11].

Pengujian Rockwell menciptakan lekukan pada permukaan logam dengan menggunakan indenter atau penetrator yang ditekan dengan beban tertentu. Angka kekerasan Rockwell dihitung dengan menggunakan kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan dari penerapan dan pelepasan beban utama [12], [13], [14], [15]

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengukuran Kecepatan Arus

Kecepatan aliran air didapat dengan menggunakan cara manual dan alat ukur yaitu dengan menggunakan gabus yang dilengkapi dengan tali kemudian dinamo dihidupkan setelah gabus bergerak aktifkan stopwatch dan bila gabus sudah beputar selama 1 menit matikan stopwatch.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kecepatan Arus

Material	D	N	Kecepatan arus (m/detik)
Alumunium	0,12	11,7	0,073 m/s
Baja Karbon Rendah	0,12	12,1	0,075 m/s

Dari hasil pengukuran kecepatan arus perendaman 2 hari didapatkan hasil sebagai berikut, untuk kecepatan dengan

jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,073 m/s untuk alumunium. Hal yang tidak jauh berbeda juga didapatkan untuk kecepatan pada baja karbon rendah dimana dengan jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,075 m/s.

Hasil Perhitungan Berat

Laju korosi pada masing-masing media elektrolit dapat diketahui dengan mengukur potensi korosi dan rapat arus yang terjadi selama interaksi media. Selain itu, laju korosi dapat diketahui dengan mengukur kehilangan berat selama terpapar media korosif [16].

Pengukuran berat pada spesimen alumunium dan baja karbon rendah dilakukan dengan menggunakan timbangan digital yang akan dilakukan pada dua waktu yaitu sebelum perendaman (W0) dan setelah perendaman (W1) lalu selanjutnya akan dihitung kehilangan berat dari spesimen [17], [18]. Adapun hasil dari perhitungan berat spesimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Selisih berat sebelum dan sesudah perendaman

Perendaman	Spesimen	Selisih berat sebelum dan sesudah perendaman	
		Aluminium	Baja karbon
NaCl 5% 2 Hari	1	0,13 g	0,37 g
	2	0,17 g	0,35 g
	3	0,19 g	0,33 g

Selisih berat antara sebelum dan setelah perendaman pada spesimen menunjukkan bahwa pada alumunium selisih berat lebih kecil dibandingkan selisih berat pada baja karbon rendah. Hal ini menunjukkan bahwa alumunium lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan baja karbon rendah.

Hasil Perhitungan Laju Korosi

Hasil dari perhitungan berat hilang akan dilanjutkan ke perhitungan selanjutnya untuk mengetahui laju korosi.

Tabel 3. Hasil perhitungan laju korosi

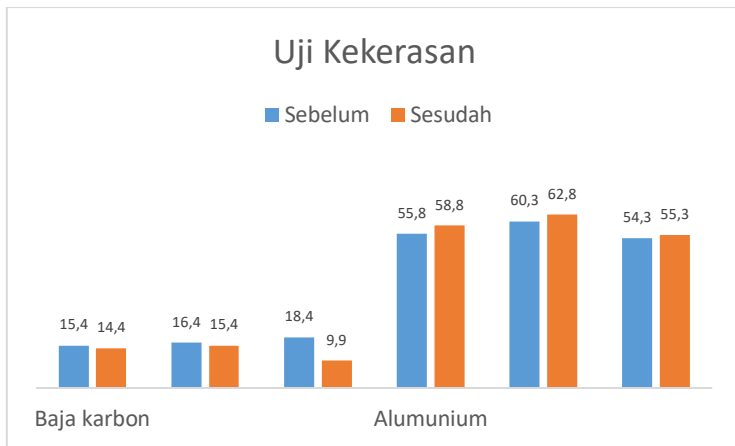
NaCl	Variasi	Laju Korosi (mmpy) 2 Hari	
		Alumunium	Baja Karbon Rendah
5%	1	0,0365	0,0971
	2	0,0478	0,0919
	3	0,0534	0,0866

Dari tabel 3, terlihat bahwa laju korosi baja karbon rendah lebih tinggi dibandingkan alumunium. Hal ini menunjukkan bahwa alumunium lebih tahan terhadap korosi. Hal ini selaras dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa baja karbon rendah memiliki kelemahan pada ketahanan korosi terutama pada lingkungan yang korosif [19].

Kontak antara media air dan spesimen menyebabkan permukaan spesimen terkikis, dimana semakin lama putaran arus maka semakin besar kecepatan arus, hal ini berbanding terbalik dengan laju korosi dimana semakin lama waktu perendaman spesimen maka laju korosi semakin menurun ini terjadi akibat adanya partasioas yaitu pembentukan produk korosi di permukaan spesimen. Peningkatan konsentrasi ion klorida Cl^- akan memaksimalkan kehilangan berat baja karbon dan meningkatkan konduktivitas, yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaCl menyebabkan peningkatan laju korosi. Korosi berkaitan erat dengan kualitas logam yang terpapar korosi dan kualitas media korosif, ada beberapa jenis media korosif yang menghasilkan berbagai jenis korosi, dan yang terpenting di antaranya adalah atmosfer, air, tanah, asam, dan garam [20].

Hasil Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Uji kekerasan

Data kekerasan menunjukkan perubahan nilai sebelum dan sesudah perlakuan pada dua jenis material, yaitu baja karbon dan aluminium. Pada baja karbon, terlihat penurunan nilai kekerasan setelah perlakuan, dengan nilai yang turun dari 15,4 menjadi 14,4, 16,4 menjadi 15,4, dan penurunan paling signifikan dari 18,4 menjadi 9,9. Penurunan ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang dilakukan menyebabkan berkurangnya kekerasan baja karbon, yang bisa jadi disebabkan oleh perubahan struktur mikro atau efek dari perlakuan itu sendiri.

Sebaliknya, aluminium menunjukkan peningkatan nilai kekerasan setelah perlakuan, dengan nilai yang naik dari 55,8 menjadi 58,8, 60,3 menjadi 62,8, dan 54,3 menjadi 55,3. Peningkatan kekerasan pada aluminium ini menandakan bahwa perlakuan yang sama memberikan efek positif terhadap material tersebut, mungkin melalui proses penguatan permukaan atau perubahan mikrostruktur yang meningkatkan sifat mekaniknya. Dengan demikian, perlakuan yang diterapkan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekerasan kedua material, menurunkan kekerasan pada baja karbon dan meningkatkan kekerasan pada aluminium.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

1. Kecepatan arus perendaman 2 hari didapatkan hasil sebagai berikut, untuk kecepatan dengan jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,073 m/s untuk aluminium. Hal yang tidak jauh berbeda juga didapatkan untuk kecepatan pada baja karbon rendah dimana dengan jarak 12 cm dari dinamo didapat kecepatan 0,075 m/s.
2. Selisih berat antara sebelum dan setelah perendaman pada spesimen menunjukkan bahwa pada aluminium selisih berat lebih kecil dibandingkan selisih berat pada baja karbon rendah.
3. Laju korosi baja karbon rendah lebih tinggi dibandingkan aluminium. Hal ini menunjukkan bahwa aluminium lebih tahan terhadap korosi
4. perlakuan yang diterapkan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekerasan kedua material, menurunkan kekerasan pada baja karbon dan meningkatkan kekerasan pada aluminium

Referensi

- [1] A. Fratila, I. A. Gavril, S. C. Nita, and A. Hrebenciuc, "The importance of maritime transport for economic growth in the european union: A panel data analysis," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 14, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13147961.
- [2] C. Amin, H. Mulyati, E. Anggraini, and T. Kusumastanto, "Impact of maritime logistics on archipelagic economic development in eastern Indonesia," *Asian Journal of Shipping and Logistics*, vol. 37, no. 2, pp. 157–164, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.ajsl.2021.01.004.
- [3] R. Triswandi and D. Supriyatna, "PENGARUH ARUS AIR TERHADAP LAJU PERCEPATAN KAPAL," *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, vol. 3, no. 2, pp. 31–35, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/kohesi>

- [4] Y. N. Zhang *et al.*, “Effect of Flow Rate on the Corrosion Behavior of P110 Steel in High-Ca²⁺ and High-Cl⁻ Environment,” *Metals (Basel)*, vol. 12, no. 7, Jul. 2022, doi: 10.3390/met12071183.
- [5] J. Liang *et al.*, “Impact of flow rate on corrosion of cast iron and quality of re-mineralized seawater reverse osmosis (SWRO) membrane product water,” *Desalination*, vol. 322, pp. 76–83, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.desal.2013.05.001.
- [6] B. M. Datsko, O. P. Khlopyk, I. M. Zin, N. Y. Sobodosh, M. Y. Holovchuk, and S. A. Korniy, “Protective properties of epoxy coatings with zeolite-phosphate anti-corrosion pigment on aluminum alloy,” *Materials Science*, Jul. 2025, doi: 10.1007/s11003-024-00856-w.
- [7] B. Leng, Y. Xue, J. Li, J. Qi, A. Yi, and Q. Zhao, “A Critical Review of Anti-Corrosion Chemical Surface Treatment of Aluminum Alloys Used for Sports Equipment,” Jan. 01, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/cryst14010101.
- [8] K. J. Pattireuw, F. A. Rauf, and R. Lumintang, “Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H₂SO₄,” 2013.
- [9] F. T. H. Sinaga, E. P. D. Boangmanalu, A. B. Pratama, J. F. H. Saragi, Al Qadry, and Sahat, “Hardness Test Analysis on ST 37 Steel Plate Material and Aluminum Using the Brinell Test Method,” *Formosa Journal of Science and Technology*, vol. 2, no. 12, pp. 3297–3308, Jan. 2024, doi: 10.55927/fjst.v2i12.7035.
- [10] J. Hasil Karya Ilmiah, A. Farhan Maulidi, S. Jokosisworo, and A. S. Wibawa Budi, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Pengaruh Natrium Clorida, Asam Sulfat dan Air Laut terhadap Laju Korosi Baja SS 400 sebagai Bahan Material Kapal dengan Metode Weight Loss,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 10, no. 3, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [11] S. Pudjiwati, H. Pranoto, and G. A. Arwati, “Ulasan: Metode Pengujian Laju Korosi Pada Material Baja Karbon.”
- [12] S. R. Low, “NIST recommended practice guide .;,” Gaithersburg, MD, 2001. doi: 10.6028/NBS.SP.960-5.
- [13] C. C. Yao *et al.*, “Several methods for improving the accuracy of Rockwell hardness testing,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1507/10/102010.
- [14] O. Dhurwey, A. Nagle, P. Pawar, S. Dunsuwa, S. Bisone, and U. G. Student, “Experimental Investigations of Rockwell Hardness Test,” 2024. [Online]. Available: www.ijcrt.org
- [15] M. Sulaeman, H. Budiman, and E. Koswara, “Kimia Pada Cangkul Di Balai Besar Logam Dan Mesin (Bblm) Bandung.”
- [16] A. Royani *et al.*, “Corrosion of carbon steel after exposure in the river of Sukabumi, West Java,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2019. doi: 10.1088/1757-899X/541/1/012031.
- [17] A. D. Sri Anjani, Ihsan, and Rahmaniah, “Pengaruh Inhibitor Alami Dari Biji Nangka Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Tinggi,” *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, Jun. 2023, doi: 10.24252/jft.v10i1.28548.
- [18] H. Irawan, M. I. Ali, D. Arga, W. Kanaka, I. T. Adhi, and T. Surabaya, “Analisis Laju Korosi Baja Ss-Aisi 304 Media Air Laut, Air Payau, dan Air Kolam Pada Rangka Mesin Pakan Ikan Otomatis.”

- [19] M. Gemala, A. Fajrin, A. Arysawan, R. Saputra, I. Saputra, and Sriyanto, "Utilization of Chitosan as an Inhibitor to Improve the Corrosion Resistance of Low-Carbon Steel," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 12, no. 1, pp. 1–10, Mar. 2023, doi: 10.23887/jstundiksha.v12i1.51385.
- [20] A. A. Muhammad, T. A. D. M. S. Almula, and D. A. Sultan, "Corrosion of Carbon Steel and alloy Steel: effect of humidity and hydrochloric acid," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1173, no. 1, p. 012061, Aug. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1173/1/012061.