

Dewi Amalia Agustina

Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Dan Jenis Cat Sebagai Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi Baja Astm A36

 Quick Submit Quick Submit Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3496146388

Submission Date

Mar 3, 2026, 9:39 AM GMT+7

Download Date

Mar 3, 2026, 9:43 AM GMT+7

File Name

Dewi_Amalia_Agustina.docx

File Size

626.2 KB

13 Pages

5,797 Words

35,352 Characters

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 21%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

21% Internet sources
0% Publications
0% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	journalcenter.org	4%
2	Internet	ejournal3.undip.ac.id	2%
3	Internet	repository.its.ac.id	1%
4	Internet	ejurnal.unim.ac.id	1%
5	Internet	jurnal.sttkd.ac.id	<1%
6	Internet	www.scribd.com	<1%
7	Internet	journal.unimar-amni.ac.id	<1%
8	Internet	repository.unmuhjember.ac.id	<1%
9	Internet	journal.umg.ac.id	<1%
10	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
11	Internet	researchhub.id	<1%

12	Internet	link.springer.com	<1%
13	Internet	eprints.untirta.ac.id	<1%
14	Internet	publikasi.mercubuana.ac.id	<1%
15	Internet	repository.untag-sby.ac.id	<1%
16	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
17	Internet	ojs.stttxmaco.ac.id	<1%
18	Internet	www.inspeksi.co.id	<1%
19	Internet	repositori.uin-alaudidin.ac.id	<1%
20	Internet	www2.mdpi.com	<1%
21	Internet	pt.scribd.com	<1%
22	Internet	e-journals.irapublishing.com	<1%
23	Internet	e-jurnal.pnl.ac.id	<1%
24	Internet	es.scribd.com	<1%
25	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%

26	Internet	repository.ar-raniry.ac.id	<1%
27	Internet	dimensi-ppi.petra.ac.id	<1%
28	Internet	ashsyadiqi.blogspot.com	<1%
29	Internet	ejournal.unaja.ac.id	<1%
30	Internet	ejournal.unesa.ac.id	<1%
31	Internet	conference.um.ac.id	<1%
32	Internet	rem.umsida.ac.id	<1%
33	Internet	repository.stmi.ac.id	<1%
34	Internet	text-id.123dok.com	<1%
35	Internet	journal.univetbantara.ac.id	<1%
36	Internet	openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id	<1%
37	Internet	www.msirp.org	<1%
38	Internet	archive.umsida.ac.id	<1%
39	Internet	eprints.uad.ac.id	<1%

40	Internet	journal.pubmedia.id	<1%
41	Internet	jurnal.umpar.ac.id	<1%
42	Internet	previews.americangeosciences.org	<1%
43	Internet	repository.unj.ac.id	<1%
44	Internet	docplayer.info	<1%
45	Internet	ejournal.unma.ac.id	<1%
46	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
47	Internet	ijemr.asia	<1%
48	Internet	ojs.uajy.ac.id	<1%
49	Internet	www.coursehero.com	<1%
50	Internet	www.neliti.com	<1%
51	Internet	rimayantisihite.blogspot.com	<1%

JURITEK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer

E-ISSN: 2809-0799

P-ISSN: 2809-0802

Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Dan Jenis Cat Sebagai Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi Baja Astm A36

Dewi Amalia Agustina ¹, Kosjoko ², dan Nely Ana Mufarida ^{3*}

¹ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember ; deamlyaaa11@gmail.com

² Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember ; kosjoko@unmuhjember.ac.id

³ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember ; nelyana@unmuhjember.ac.id

* Penulis Korespondensi : Nely Ana Mufarida ; Email : nelyana@unmuhjember.ac.id

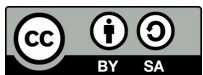
Abstract: This study aims to analyze the effect of solvent variations in paint mixtures on the corrosion rate of ASTM A36 steel in a seawater immersion environment. ASTM A36 steel is widely used in construction and marine structures but is susceptible to corrosion due to exposure to seawater containing high concentrations of chloride ions. One commonly applied method for corrosion control is surface coating using paint as a physical inhibitor, whose effectiveness is strongly influenced by the type of solvent used. The solvent variations investigated in this study include thinner A special, thinner A ordinary, and thinner B. The research employed a quantitative experimental method. ASTM A36 steel specimens were coated with paint using a 50:50 ratio of paint to solvent and then immersed in natural seawater for 30 days. The corrosion rate was determined using the weight loss method. In addition, surface morphology observations after immersion were conducted using an optical microscope to identify the type and severity of corrosion damage. The results indicate that variations in solvent type within the paint mixture affect the corrosion rate of ASTM A36 steel. Certain combinations of paint and solvent were able to reduce the corrosion rate more effectively than others. These differences are attributed to the solvent's ability to form a protective coating with good adhesion and uniformity on the steel surface. Therefore, selecting an appropriate solvent type can enhance the effectiveness of paint coatings as a corrosion control method for ASTM A36 steel in marine environments.

Keywords: ASTM A36 steel; Corrosion; Paint Coating; Thinner; Corrosion rate; Seawater

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jenis pelarut dalam campuran cat terhadap laju korosi baja ASTM A36 pada media perendaman air laut. Baja ASTM A36 banyak digunakan pada konstruksi dan struktur kelautan, namun rentan mengalami korosi akibat paparan lingkungan laut yang mengandung ion klorida tinggi. Salah satu metode pengendalian korosi yang umum digunakan adalah pelapisan permukaan dengan cat sebagai inhibitor fisik, di mana efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan. Variasi pelarut yang digunakan dalam penelitian ini meliputi thinner A spesial, thinner A biasa, dan thinner B. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental kuantitatif. Spesimen baja ASTM A36 dilapisi cat dengan perbandingan cat dan pelarut sebesar 50% : 50%, kemudian direndam dalam air laut alami selama 30 hari. Laju korosi ditentukan menggunakan metode kehilangan massa (weight loss method), sedangkan pengamatan morfologi permukaan baja setelah perendaman dilakukan menggunakan mikroskop optik untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis pelarut dalam campuran cat berpengaruh terhadap laju korosi baja ASTM A36. Kombinasi cat dan pelarut tertentu mampu menurunkan laju korosi lebih baik dibandingkan variasi lainnya. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kemampuan pelarut dalam membentuk lapisan pelindung yang homogen dan memiliki daya lekat yang baik terhadap permukaan baja. Dengan demikian, pemilihan jenis pelarut yang tepat dapat meningkatkan efektivitas pelapisan cat sebagai metode pengendalian korosi baja ASTM A36 di lingkungan laut.

Kata kunci: Baja ASTM A36; Korosi; Pelapisan Cat; Thinner; Laju Korosi; Air laut

Diterima: February 04, 2026
Direvisi: February 22, 2026
Diterima: February 24, 2026
Diterbitkan: March 2, 2026
Versi sekarang: March 2, 2026



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Dalam era modernisasi industri yang terus berkembang, penggunaan logam, khususnya baja, menjadi komponen utama dalam berbagai sektor seperti konstruksi, perkapalan, otomotif, dan infrastruktur [1]. Baja digunakan secara luas karena memiliki sifat mekanik yang baik, kekuatan tinggi, serta kemudahan dalam proses pembentukan dan penyambungan. Namun, di balik keunggulannya, baja juga memiliki kelemahan utama, yaitu kerentanan terhadap korosi atau perkaratan pada penelitian [2] korosi pada baja menyebabkan degradasi material dan menuntut tindakan proteksi agar umur pemakaian struktur tidak menurun. Fenomena ini menjadi masalah serius di seluruh dunia karena dapat menurunkan umur pakai material, meningkatkan biaya perawatan, serta menimbulkan kerugian ekonomi dan keselamatan yang signifikan.

Di Indonesia, yang merupakan negara maritim dengan garis pantai lebih dari 81.000 km, permasalahan korosi pada material logam di lingkungan laut menjadi tantangan besar, terutama pada struktur pelabuhan, kapal, jembatan, dan alat industri pesisir pada penelitian [3] pengukuran laju korosi pada beberapa perairan pesisir Indonesia menunjukkan nilai yang bervariasi (contoh: 9,44–32,28 mpy pada sampel daerah tertentu), mempertegas bahwa lingkungan laut lokal dapat menyebabkan kerusakan cepat pada struktur logam jika tidak dilindungi.

Baja ASTM A36, yang sering digunakan karena ketersediaannya dan sifat mekaniknya yang cukup baik, juga tidak terlepas dari risiko korosi jika tidak dilindungi dengan baik. Menurut [4] Baja ASTM A36, yang banyak digunakan untuk pelat dan komponen konstruksi di industri maritim, tahan terhadap beban mekanik, tetapi sangat rentan terhadap kerusakan akibat proses oksidasi ketika bersinggungan dengan air laut dan bahan korosif lainnya. Oleh karena itu, diperlukan metode pelapisan yang efektif untuk memperlambat laju korosi pada baja jenis ini.

Salah satu metode perlindungan yang paling umum digunakan adalah pelapisan dengan cat (coating). Cat berfungsi sebagai penghalang antara permukaan logam dan lingkungan korosif. Namun, efektivitas cat sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pelarut (solvent) yang digunakan dalam campuran, karena bahan tersebut memengaruhi daya lekat, kekentalan, serta kemampuan cat dalam membentuk lapisan pelindung yang rapat.

Pemilihan bahan pelarut alternatif ini menarik untuk diteliti lebih lanjut, terutama dalam konteks pengaruhnya terhadap laju korosi baja ASTM A36 di lingkungan air laut. Data penelitian [5] mengonfirmasi bahwa spesimen berlapis memiliki laju korosi yang secara signifikan lebih rendah daripada spesimen tanpa lapisan, yang menegaskan betapa kritisnya karakteristik lapisan (seperti komposisi cat dan jenis pelarut) dalam memberikan perlindungan dari lingkungan yang korosif.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Korosi

Korosi adalah proses alami di mana material, khususnya logam, bereaksi dengan unsur-unsur di sekitarnya seperti oksigen, air, atau zat kimia lain, sehingga terjadi degradasi atau kerusakan pada struktur material tersebut [6]. Proses ini sering berlangsung melalui reaksi elektrokimia, di mana logam kehilangan elektron dan membentuk molekul yang lebih stabil, seperti oksida logam (karat). Korosi dapat terjadi pada berbagai logam dan paduannya, dalam kondisi lingkungan yang berbeda seperti temperatur, kelembapan, serta adanya zat kimia tertentu — misalnya ion klorida dalam air laut, yang mempercepat laju korosi. Dalam konteks material baja yang digunakan di lingkungan laut, faktor ion klorida sangat kritis. Penelitian [7] menemukan bahwa semakin tinggi kadar salinitas, laju korosi semakin meningkat, bahkan pada spesimen yang diproteksi oleh lapisan coating.

Lapisan pelindung seperti cat merupakan salah satu strategi utama dalam menghadang korosi. Coating yang baik harus dapat membentuk penghalang yang rapat, memiliki daya rekat kuat ke permukaan logam, dan tahan terhadap penetrasi elektrolit. Dalam penelitian [8], ditemukan bahwa variasi ketebalan dan jenis pelapis berpengaruh nyata terhadap laju korosi dan uji adhesi pada baja SS400 dalam media air laut. Penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia terhadap lingkungan sekitarnya dikenal sebagai korosi.

2.2. Prinsip Dasar Korosi

Korosi merupakan proses elektrokimia yang terjadi ketika logam bereaksi dengan lingkungan, membentuk sel galvanik yang terdiri atas dua daerah aktif, yaitu anoda dan katoda [9]. Reaksi korosi terjadi karena adanya perbedaan potensial listrik di permukaan logam yang terpapar elektrolit, seperti air laut yang mengandung ion-ion terlarut.

a. Anoda

Anoda adalah bagian logam yang mengalami reaksi oksidasi, di mana atom logam kehilangan elektron dan berubah menjadi ion. Reaksi yang terjadi di daerah anoda adalah sebagai berikut:

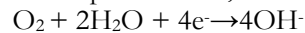


Elektron yang dilepaskan dari reaksi ini kemudian mengalir melalui logam menuju daerah katoda. Ion besi (Fe^{2+}) yang terbentuk dapat bereaksi lebih lanjut dengan oksigen terlarut dan air membentuk karat ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) [10].

Dengan demikian, daerah anoda adalah bagian logam yang terkorosi atau mengalami pelarutan logam, karena terjadi pelepasan ion logam ke dalam larutan.

b. Katoda

Katoda merupakan bagian logam yang mengalami reaksi reduksi, yaitu reaksi penerimaan elektron. Elektron yang berasal dari anoda mengalir menuju katoda dan digunakan untuk mereduksi oksigen atau ion hidrogen yang ada dalam media elektrolit. Pada lingkungan netral atau basa seperti air laut, reaksi reduksi yang umum terjadi adalah:



Ion hidroksida (OH^{-}) yang terbentuk di daerah katoda kemudian dapat bereaksi dengan ion besi (Fe^{2+}) dari daerah anoda membentuk endapan karat besi. Katoda tidak mengalami kerusakan secara langsung, tetapi menjadi bagian dari sistem yang mempercepat terjadinya korosi di daerah anoda.

c. Hubungan Anoda dan Katoda dalam Korosi.

Korosi hanya terjadi ketika anoda, katoda, dan elektrolit (seperti air laut) saling terhubung. Proses ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Anoda melepaskan ion logam ke dalam larutan (logam mengalami korosi).
- 2) Katoda menerima elektron dan terjadi reaksi reduksi.
- 3) Elektrolit (air laut) berfungsi menghantarkan ion-ion antara anoda dan katoda. Pada permukaan baja ASTM A36 yang terendam air laut, daerah dengan kadar oksigen lebih rendah cenderung menjadi anoda, sedangkan daerah dengan kadar oksigen lebih tinggi menjadi katoda. Hal ini disebabkan oleh distribusi oksigen yang tidak merata pada permukaan baja akibat turbulensi air laut atau perbedaan temperatur.

d. Prinsip Proteksi Melalui Lapisan Cat Campuran

Dalam penelitian ini, lapisan cat campuran thinner A spesial, thinner A biasa, thinner B berfungsi untuk menghambat pembentukan sel anoda dan katoda. Lapisan cat tersebut bekerja sebagai penghalang antara logam dan elektrolit, sehingga aliran ion dan elektron yang diperlukan untuk reaksi korosi tidak dapat terjadi. Dengan demikian, proses oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda dapat ditekan secara signifikan, menurunkan laju korosi baja ASTM A36 di lingkungan air laut.

2.3. Macam – macam Korosi

Adapun macam – macam korosi menurut [11] antara lain:

a. Korosi Seragam (*Uniform Corrosion*)

Korosi seragam merupakan jenis korosi yang paling umum terjadi pada logam. Korosi ini menyerang seluruh permukaan logam secara merata, sehingga penurunan ketebalan terjadi secara konsisten di semua bagian.

b. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Korosi sumuran merupakan jenis korosi lokal yang menyerang sebagian kecil permukaan logam dan membentuk lubang-lubang kecil atau sumur. Jenis korosi ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kerusakan mendalam pada logam dalam waktu singkat tanpa terlihat dari luar.

c. Korosi Galvanik (*Galvanic Corrosion*)

Korosi galvanik terjadi ketika dua logam berbeda dihubungkan secara elektrik dalam suatu media elektrolit, seperti air laut. Dalam kondisi ini, logam dengan potensial elektrode

lebih rendah bertindak sebagai anoda dan mengalami korosi lebih cepat, sedangkan logam dengan potensial lebih tinggi berperan sebagai katoda dan terlindungi.

d. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)

Korosi erosi merupakan gabungan antara pengikisan mekanis dan reaksi kimia pada permukaan logam. Proses ini terjadi ketika logam terpapar aliran fluida dengan kecepatan tinggi yang membawa partikel padat atau gelembung gas. Kombinasi antara abrasi dan reaksi elektrokimia menyebabkan lapisan pelindung terlepas dan logam mengalami keausan.

e. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi celah terjadi pada bagian logam yang memiliki celah sempit, seperti sambungan baut, tumpukan plat, atau di bawah lapisan cat yang terkelupas. Korosi ini disebabkan oleh perbedaan kadar oksigen antara bagian dalam celah dan bagian luar yang terbuka.

f. Korosi Fatigue (*Corrosion Fatigue*)

Korosi fatigue terjadi akibat beban berulang (siklik) yang dialami logam di lingkungan korosif. Kombinasi antara tegangan berulang dan reaksi elektrokimia menyebabkan terbentuknya retakan kecil pada permukaan logam. Retakan ini akan melebar setiap kali logam menerima beban, hingga akhirnya menyebabkan patahan.

g. Korosi Tegangan (*Stress Corrosion Cracking*)

Korosi tegangan merupakan jenis korosi yang terjadi akibat kombinasi antara tegangan mekanis dan lingkungan korosif. Tekanan yang bekerja pada logam, baik secara internal maupun eksternal, menyebabkan timbulnya retakan halus yang lama-kelamaan melebar dan menyebabkan patahan.

h. Korosi Mikrobiologis.

Korosi mikrobiologis disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme seperti bakteri pereduksi sulfat (SRB) yang hidup di lingkungan lembap atau air laut. Bakteri ini menghasilkan senyawa seperti hidrogen sulfida (H_2S) yang bersifat sangat korosif terhadap logam. Proses ini menyebabkan munculnya lapisan lendir (biofilm) pada permukaan logam dan terbentuknya lubang-lubang kecil yang tidak beraturan.

i. Kadar Oksigen Terlarut

Kandungan oksigen di dalam media korosif berperan penting dalam proses oksidasi logam. Semakin tinggi kadar oksigen terlarut dalam air, semakin cepat pula reaksi oksidasi yang menyebabkan pembentukan karat [12].

j. Kelembaban Udara

Kelembaban udara merupakan faktor yang berperan besar dalam korosi atmosferik. Ketika kelembaban udara tinggi, uap air dapat mengembun di permukaan logam dan membentuk lapisan elektrolit tipis yang memfasilitasi reaksi elektrokimia.

2.4. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Korosi.

Banyak faktor yang menentukan cepat atau lambatnya laju korosi baja, di antaranya [13]:

a. Faktor material

Komposisi kimia logam: Kandungan karbon, silikon, mangan, fosfor, belerang, dan unsur paduan lain memengaruhi kecenderungan pembentukan film pasif dan kelarutan ion logam.

b. Temperatur (Suhu Lingkungan).

Suhu memiliki peranan penting dalam menentukan kecepatan reaksi korosi. Pada temperatur yang tinggi, energi kinetik partikel meningkat sehingga reaksi kimia antara logam dan zat pengoksidasi seperti oksigen atau ion klorida berlangsung lebih cepat. Suhu tinggi dapat menyebabkan pelapisan pelindung pada logam menjadi kurang stabil dan mudah rusak [14]. Sebaliknya, pada suhu rendah, aktivitas elektrokimia berjalan lebih lambat, sehingga korosi terjadi dengan kecepatan yang lebih kecil.

c. Kecepatan Aliran Media

Kecepatan aliran air atau fluida yang bersentuhan dengan permukaan logam juga berpengaruh terhadap proses korosi. Semakin cepat aliran air, semakin besar pula gaya gesek yang timbul pada permukaan logam.

d. Derajat Keasaman (pH) Media

Nilai pH dari media perendaman sangat menentukan sifat korosif suatu lingkungan. Pada kondisi asam (pH rendah), konsentrasi ion hidrogen (H^+) meningkat, sehingga reaksi reduksi berlangsung lebih cepat dan mempercepat pembentukan karat. Sementara pada pH netral hingga sedikit basa, reaksi korosi cenderung melambat karena terbentuknya lapisan oksida pelindung di permukaan logam.

e. Kadar Oksigen Terlarut

Kandungan oksigen di dalam media korosif berperan penting dalam proses oksidasi logam. Semakin tinggi kadar oksigen terlarut dalam air, semakin cepat pula reaksi oksidasi yang menyebabkan pembentukan karat.

f. Kelembaban Udara

Kelembaban udara merupakan faktor yang berperan besar dalam korosi atmosferik. Ketika kelembaban udara tinggi, uap air dapat mengembun di permukaan logam dan membentuk lapisan elektrolit tipis yang memfasilitasi reaksi elektrokimia.

2.5. Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi adalah zat yang mampu menurunkan laju korosi ketika ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam lingkungan korosif [15]. Mekanisme kerjanya dapat berupa pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam (adsorptive inhibitor) atau mengubah reaksi elektrokimia di permukaan logam [16].

2.6. Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor

Laju korosi (Corrosion Rate/CR) dapat dihitung menggunakan rumus [17]:

$$\frac{W.K}{D.A.T}$$

keterangan:

CR= laju korosi (mmpy atau mils per year)

W = kehilangan massa (gram)

A = luas permukaan sampel (cm²)

T = waktu perendaman (jam)

D = densitas material (g/cm³)

K = konstanta (8,76 × 10⁴)

Sedangkan efisiensi inhibitor (η) dihitung dengan rumus:

$$\frac{CR_0 - CR_i}{CR_0} \times 100\%$$

Keterangan:

CR₀=laju korosi tanpa inhibitor

CR_i = laju korosi dengan inhibitor (cat campuran)

Nilai efisiensi inhibitor menunjukkan seberapa besar penurunan laju korosi akibat adanya lapisan pelindung.

2.7. Air Laut

Air laut merupakan media korosif yang mengandung berbagai jenis garam mineral, terutama natrium klorida (NaCl), magnesium klorida (MgCl₂), serta ion-ion sulfat dan bikarbonat [18]. Ion klorida memiliki peran besar dalam mempercepat proses korosi karena mampu menembus lapisan pelindung pasif logam dan menyebabkan korosi local seperti pitting corrosion. Selain itu, pH air laut berkisar antara 7,5–8,4, dan kandungan oksigen terlarutnya relatif tinggi, sehingga reaksi oksidasi pada logam semakin cepat.

2.8. Kandungan Senyawa dalam Cat.

Adapun kandungan senyawa dalam cat Nippe 2000 dan Danagloss sebagai berikut [19]

Nippe 2000

Resin Nitrocellulose : 54.93%

Toulene : 23.44%

Benzene :31.62%

Danagloss

Nitrocellulose : 75.10%

Methylbenzene : 19.80%

Turkey black oil : 31.62%

2.9. Baja ASTM A36

Baja ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam konstruksi, jembatan, dan komponen struktural karena memiliki kekuatan tarik tinggi dan mudah dilas [20]. Komposisinya meliputi karbon (C) 0,25%, mangan (Mn) 1,03%, silikon (Si) 0,28%, Besi (Fe) 98,0%, Tembaga (Cu) 0,20%, serta unsur pengotor fosfor (P) 0,040% dan sulfur (S) 0,050%.

3. Metode

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental, yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung terhadap sampel baja ASTM A36 yang telah dilapisi dengan campuran cat menggunakan pelarut thinner A spesial, thinner A biasa, thinner B. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis campuran pelarut cat terhadap laju korosi baja dalam media perendaman air laut.

3.2. Alat dan Bahan

Alat :

- Gerinda potong
- Timbangan analitik
- Jangka sorong
- pH meter
- Termometer
- Paint Thickness Gauge*
- Amplas
- Kuas Cat
- Cup gelas
- Gelas ukur

Bahan :

- Baja ASTM A36
- Cat Besi (nippe 2000)
- Cat Besi (Danagloss)
- Thinner A, B
- Air Laut

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari persiapan bahan hingga pengambilan data laju korosi. Secara umum, langkah penelitian digambarkan melalui bagan alir penelitian sebagai berikut:

Langkah-langkah penelitian:

- Persiapan Sampel.

Sampel baja ASTM A36 dipotong dengan ukuran $3\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 0,3\text{ cm}$, kemudian dibersihkan menggunakan amplas hingga permukaannya halus. Setelah itu, sampel dicuci dengan air dan dikeringkan.

- Proses Pelapisan cat.

Cat dicampur dengan tiga jenis pelarut berbeda, yaitu thinner A spesial, thinner A biasa, thinner B dengan perbandingan tertentu (misalnya 3:1). Setiap campuran digunakan untuk melapisi tiga sampel baja secara merata menggunakan kuas. Sampel kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang.

- Perendaman dalam Media Air Laut.

Setelah kering, setiap sampel direndam ke dalam air laut selama waktu yang telah ditentukan yaitu 1 bulan. kondisi fisik lapisan diamati setiap 1 minggu sekali untuk melihat perubahan warna atau kerusakan lapisan.

- Pengambilan dan Pembersihan Sampel.

Setelah 1 bulan, sampel diangkat, dicuci dengan air bersih, lalu dikeringkan. Sebelum karat dibersihkan sampel ditimbang terlebih dahulu, selanjutnya karat yang menempel dibersihkan menggunakan amplas halus dengan perlakuan yang sama pada semua sampel. Setelah bersih

dan kering, sampel ditimbang Kembali menggunakan timbangan digital untuk memperoleh berat akhir (m_1).

e. Perhitungan Laju Korosi dan efisiensi inhibitor.

Laju korosi dihitung menggunakan metode kehilangan massa (weight loss method), sedangkan perhitungan efisiensi inhibitor untuk mengetahui sejauh mana inhibitor menghambat laju korosi.

f. Pengujian mikroskop.

Setelah pengujian, permukaan baja diamati menggunakan mikroskop optic untuk mengetahui bentuk kerusakan permukaan dan jenis korosi yang terjadi pada spesimen.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Laju Korosi

Pada penelitian ini, pengukuran laju korosi dilakukan pada baja ASTM A36 yang direndam dalam media air laut alami. Dua jenis cat yang berbeda, yaitu Nippe 2000 dan Danagloss, masing-masing dicampur dengan tiga jenis pelarut, yaitu thinner A spesial, thinner A biasa, dan thinner B, menghasilkan total enam sampel yang diuji. Semua sampel melalui proses pengeringan cat selama 2 hari untuk memastikan lapisan cat kering sempurna sebelum perendaman. Waktu perendaman dalam air laut dilakukan selama 30 hari yang sama untuk setiap sampel. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada setiap sampel dan untuk menganalisis pengaruh jenis cat dan pelarut terhadap pengurangan massa baja akibat korosi. Laju korosi dihitung berdasarkan selisih massa awal setelah dicat dan massa akhir setiap sampel setelah perendaman, dan hasilnya digunakan untuk menilai efektivitas kombinasi cat dan pelarut dalam menghambat proses korosi. Media korosif yang digunakan yaitu air laut yang diambil langsung dari pantai boom Banyuwangi. Selanjutnya laju korosi akan dihitung menggunakan rumus (*weight loss*) yaitu menghitung selisih massa sebelum dan setelah perendaman. Berikut merupakan hasil uji laju korosi.

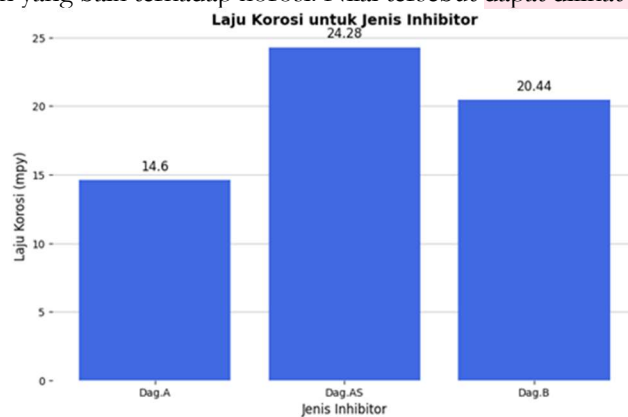
Tabel 1 Hasil Uji Korosi

No	Waktu Perendaman (hari)	Jenis Inhibitor	Massa awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)	Laju Korosi (mpy)
1	30	C1.TA	28.288	28.283	0.05	14.60
2	30	C1.TAS	29.670	29.662	0.08	24.28
3	30	C1.TB	28.677	28.670	0.07	20.44
4	30	C2.TA	28.310	28.293	0.017	49.64
5	30	C2.TAS	28.990	28.981	0.09	26.28
6	30	C2.TB	29.108	29.102	0.06	18.38

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan laju korosi pada sampel baja yang direndam selama 30 hari dengan berbagai jenis pelarut. Pada sampel C1.TA (Danagloss + Thinner A), laju korosi yang terendah yaitu 14.60 mpy. Ini berarti kombinasi ini cukup efektif untuk mengurangi korosi pada baja. Pada sampel C1.TAS (Danagloss + Thinner A Spesial), laju korosi meningkat menjadi 26.28 mpy, yang lebih tinggi dibandingkan dengan C1.TA, menunjukkan bahwa thinner A Spesial kurang efektif. Untuk sampel C1.TB (Danagloss + Thinner B), laju korosi tercatat 20.44 mpy, yang lebih rendah dibandingkan dengan C1.TAS, tetapi masih lebih tinggi dari C1.TA, menunjukkan bahwa thinner B memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan thinner A Spesial. Sementara itu, sampel C2.TA (Nippe 2000 + Thinner A) menunjukkan laju korosi tertinggi, yaitu 49.64 mpy, yang menunjukkan bahwa kombinasi ini tidak efektif dalam mengurangi korosi. Pada sampel C2.TAS (Nippe 2000 + Thinner A Spesial), laju korosi adalah 26.28 mpy, yang sama dengan C1.TAS, menunjukkan bahwa penggunaan Nippe 2000 dengan thinner A Spesial tidak memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan Danagloss. Terakhir, pada C2.TB (Nippe 2000 + Thinner B), laju korosi tercatat 18.38 mpy, yang lebih rendah dibandingkan dengan C1.TAS dan C2.TAS, menunjukkan bahwa Thinner B lebih efektif ketika digunakan dengan Nippe 2000.

1. Diagram laju korosi inhibitor cat Danagloss dengan variasi campuran thinner.

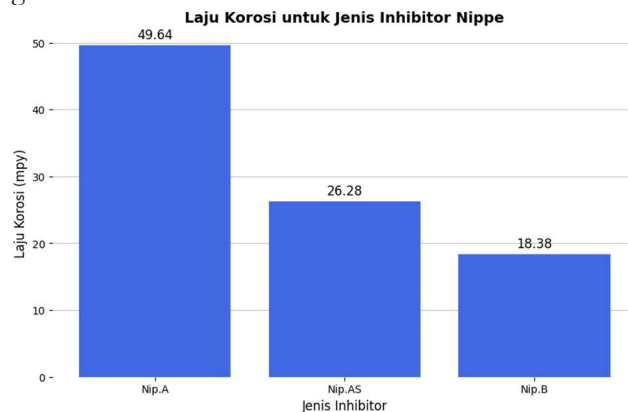
Berdasarkan hasil pengujian laju korosi yang dilakukan pada berbagai campuran thinner dan jenis cat inhibitor, ditemukan bahwa Danagloss dengan thinner A Biasa (Dag.A) menghasilkan laju korosi terendah, yaitu 14.60 mpy, menunjukkan bahwa kombinasi ini paling efektif dalam mencegah korosi pada material yang diuji. Di sisi lain, Danagloss dengan thinner A Spesial (Dag.AS) menghasilkan laju korosi 24.28 mpy, dan Danagloss dengan thinner B (Dag.B) menghasilkan 20.44 mpy, yang lebih tinggi dibandingkan dengan Dag.A, namun masih menunjukkan kinerja yang cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa variasi campuran thinner berpengaruh signifikan terhadap efektivitas cat sebagai inhibitor korosi, dengan thinner A Biasa memberikan hasil yang paling optimal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan Danagloss dengan thinner A Biasa adalah pilihan terbaik untuk mencegah korosi, meskipun thinner A Spesial dan B juga dapat digunakan sebagai alternatif yang masih memberikan perlindungan yang baik terhadap korosi. Nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 1 Diagram Cat Danagloss

2. Diagram laju korosi inhibitor cat Nippe 2000 dengan variasi campuran thinner.

Berdasarkan hasil pengujian laju korosi pada berbagai campuran thinner dengan cat Nippe 2000, ditemukan bahwa Nip.A (Nippe dengan thinner A Biasa) menghasilkan laju korosi tertinggi yaitu 49.64 mpy, menunjukkan bahwa kombinasi ini kurang efektif dalam melindungi material terhadap korosi. Sementara itu, Nip.AS (Nippe dengan thinner A Spesial) menghasilkan laju korosi yang lebih rendah, yaitu 26.28 mpy, yang menunjukkan peningkatan kinerja inhibitor dalam mencegah korosi meskipun masih lebih tinggi dibandingkan dengan Danagloss. Penggunaan Nip.B (Nippe dengan thinner B) memberikan hasil yang lebih baik dengan laju korosi 18.38 mpy, namun masih menunjukkan bahwa cat Nippe, meskipun dengan variasi campuran thinner, tidak seefektif cat Danagloss dalam mengurangi laju korosi pada material. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Nip.A memberikan perlindungan terburuk, sementara Nip.B memberikan hasil yang lebih baik meskipun masih lebih rendah dibandingkan dengan cat Danagloss.



Gambar 2 Diagram Cat Nippe 2000

4.2. Uji Mikroskopik.

Pengamatan mikroskopik dilakukan untuk memeriksa perubahan pada permukaan plat Baja ASTM A36 setelah direndam dalam air laut. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis korosi yang terjadi pada permukaan plat Baja ASTM A36 akibat kondisi lingkungan yang bersifat korosif. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dua jenis korosi terdeteksi pada setiap spesimen uji yaitu korosi di Bawah Lapisan Cat (Underfilm Corrosion) dan sumuran (pitting corrosion).



Gambar 3 Sampel Cat Nippe thinner A Spesial

Pada gambar 3 mikroskop yang diamati, terlihat bahwa permukaan logam yang dilapisi dengan cat berwarna oranye mengalami perubahan. Meskipun lapisan cat tersebut tetap utuh dan tidak mengelupas, korosi tetap terjadi pada permukaan logam. Berdasarkan pengamatan dan hasil pengujian yang dilakukan, jenis korosi yang terjadi pada permukaan ini adalah Korosi di Bawah Lapisan Cat (Underfilm Corrosion) korosi ini terjadi ketika lapisan cat yang melapisi permukaan logam gagal memberikan perlindungan yang cukup terhadap elemen-elemen korosif seperti air laut, oksigen, atau kelembapan. Meskipun cat tidak terkelupas, proses korosi dapat terjadi pada area yang mungkin memiliki cacat mikro atau celah kecil di lapisan cat tersebut, memungkinkan air atau kelembapan mengakses logam di bawahnya.

Pada gambar ini, korosi yang terjadi lebih bersifat lokal dan dapat dilihat dari perubahan warna yang muncul di beberapa area permukaan. Walaupun cat tetap utuh, proses oksidasi berlangsung pada permukaan logam yang terpapar langsung dengan lingkungan korosif.



Gambar 4 Sampel Cat Nippe thinner A Biasa

Pada gambar 4, terlihat adanya korosi meskipun lapisan cat tetap utuh, yang menunjukkan bahwa cat tersebut tidak sepenuhnya efektif dalam melindungi logam dari pengaruh lingkungan korosif, terutama saat terendam dalam air laut. Jenis korosi yang terjadi pada besi ini adalah korosi sumuran (pitting corrosion). Korosi sumuran ini terjadi akibat penetrasi air laut yang mengandung ion klorida ke dalam permukaan logam melalui celah-celah kecil atau cacat pada lapisan cat. Meskipun cat tidak terkelupas, air laut yang mengandung garam dan kelembapan tinggi dapat menyebabkan reaksi elektrokimia pada logam di bawah lapisan cat, yang menghasilkan sumuran kecil yang semakin dalam seiring waktu. Korosi sumuran ini dapat merusak struktur logam secara lokal tanpa terdeteksi secara langsung, menyebabkan penurunan kekuatan material jika dibiarkan berlanjut.



Gambar 5 Sampel Cat Nippe thinner B

Pada gambar 5, terlihat adanya korosi pada permukaan besi yang dilapisi cat berwarna oranye, di mana lapisan cat tersebut mulai mengelupas. Korosi yang terjadi pada besi ini adalah korosi sumuran (pitting corrosion). Korosi sumuran muncul ketika lapisan cat yang berfungsi sebagai pelindung mengalami kerusakan atau terkelupas, memungkinkan air atau kelembapan, terutama yang mengandung garam dari air laut, untuk menembus lapisan cat dan mengakses logam di bawahnya. Area yang terkelupas pada cat menjadi titik masuk bagi elemen-elemen korosif, sehingga memicu reaksi elektrokimia pada logam yang menyebabkan pembentukan lubang atau sumuran kecil. Meskipun cat masih menempel di bagian lain, kerusakan yang terjadi pada titik tertentu ini dapat memperburuk kondisi material secara keseluruhan, karena korosi terus berkembang di dalam lubang sumuran yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun cat berfungsi sebagai pelindung, ketahanan lapisan cat yang digunakan dengan campuran thinner B biasa tidak cukup optimal untuk mencegah penetrasi elemen korosif dalam jangka panjang.



Gambar 6 Sampel Cat Danagloss thinner A Spesial

Pada gambar 6 jenis korosi yang terjadi pada besi dengan inhibitor cat campuran Thinner A Spesial ini adalah korosi di bawah lapisan cat (underfilm corrosion). Korosi di bawah lapisan cat terjadi ketika cat mengalami kerusakan atau terkelupas, membiarkan air atau kelembapan mengakses logam di bawahnya. Pada gambar ini, bagian cat yang mengelupas membuka jalan bagi elemen-elemen korosif, seperti air yang mengandung garam, untuk menembus lapisan pelindung dan mulai berinteraksi dengan permukaan besi. Hal ini menyebabkan korosi berkembang di bawah lapisan cat, sementara bagian lainnya tetap utuh. Korosi ini bisa lebih merusak karena dapat menyebar secara horizontal di bawah lapisan cat, meskipun cat masih tampak utuh di bagian lain.



Gambar 7 Sampel Cat Danagloss thinner A Biasa

Pada gambar 7, terlihat adanya korosi pada permukaan besi yang dilapisi dengan cat warna hitam, yang disebabkan oleh penggunaan inhibitor cat campuran Thinner A Biasa. Jenis korosi yang terjadi pada permukaan besi ini adalah korosi di bawah lapisan cat (underfilm corrosion). Korosi ini terjadi ketika lapisan cat yang seharusnya melindungi besi mulai terkelupas atau rusak pada beberapa titik, memberikan ruang bagi air, kelembapan, dan

elemen-elemen korosif lainnya untuk menembus ke permukaan logam. Pada gambar ini, bagian yang terkelupas menunjukkan area yang tidak terlindungi lagi oleh cat, di mana proses korosi dapat berlangsung dengan cepat. Meskipun cat hitam memberikan perlindungan pada awalnya, lapisan pelindung yang diterapkan dengan campuran thinner A Biasa tidak sepenuhnya efektif dalam mencegah penetrasi kelembapan atau garam, yang mempercepat reaksi korosif pada logam. Korosi ini bersifat lokal dan, jika tidak segera ditangani, dapat menyebabkan kerusakan serius pada logam yang terpapar.



Gambar 8 Sampel Cat Danagloss thinner B

Pada gambar 8, terlihat adanya kerusakan pada permukaan besi yang dilapisi cat berwarna hitam dengan campuran thinner B, di mana lapisan cat mulai terkelupas dan menunjukkan tanda-tanda korosi. Korosi yang terjadi pada besi ini adalah korosi sumuran (*pitting corrosion*). Korosi sumuran muncul ketika lapisan cat yang seharusnya melindungi logam mulai rusak atau terkelupas, memberikan ruang bagi air atau elemen-elemen korosif lainnya untuk masuk dan bereaksi dengan permukaan logam. Pada gambar ini, titik-titik terkelupas pada cat mengindikasikan bahwa kelembapan atau air yang mengandung garam atau ion klorida telah menembus lapisan pelindung, menyebabkan korosi pada area tersebut. *Pitting corrosion* ini sering kali berbahaya karena menyebabkan kerusakan yang dalam meskipun korosi hanya terjadi pada titik-titik kecil, dan bisa merusak struktur logam secara signifikan jika tidak segera ditangani. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun cat dengan campuran thinner B Biasa digunakan sebagai pelindung, kualitas lapisan cat tersebut tidak cukup kuat untuk mencegah penetrasi elemen-elemen korosif dalam jangka panjang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, yang meliputi laju korosi dan pengamatan morfologi permukaan baja ASTM A36 setelah proses pelapisan cat dan perendaman dalam media air laut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh campuran cat dan jenis pelarut terhadap laju korosi, berdasarkan hasil pengujian laju korosi menggunakan metode kehilangan massa (*weight loss*), dapat disimpulkan bahwa penggunaan lapisan cat dengan variasi pelarut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi baja ASTM A36 dalam media perendaman air laut. Seluruh spesimen yang dilapisi cat menunjukkan laju korosi yang berbeda-beda, yang menandakan bahwa karakteristik pelarut memengaruhi kualitas lapisan pelindung dalam menghambat kontak langsung antara baja dan lingkungan korosif air laut.

2. Perbandingan efektivitas pelarut thinner dalam menurunkan laju korosi, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi cat Danagloss dengan thinner A biasa menghasilkan laju korosi paling rendah sebesar 14,60 mpy, sehingga dapat disimpulkan sebagai kombinasi paling efektif dalam melindungi baja ASTM A36 dari korosi. Sebaliknya, kombinasi cat Nippe 2000 dengan thinner A biasa menghasilkan laju korosi tertinggi sebesar 49,64 mpy, yang menunjukkan efektivitas perlindungan paling rendah. Secara umum, thinner A biasa menunjukkan performa paling optimal ketika dipadukan dengan cat berkualitas lebih baik, sedangkan thinner B memberikan perlindungan menengah, dan thinner A spesial cenderung kurang efektif dalam beberapa kombinasi.

3. Hasil pengamatan morfologi permukaan menggunakan mikroskop berdasarkan hasil pengujian mikroskop optik, jenis korosi yang teridentifikasi pada seluruh spesimen adalah korosi di bawah lapisan cat (*underfilm corrosion*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*). Korosi ini terjadi akibat penetrasi ion klorida dari air laut melalui cacat mikro atau kerusakan pada lapisan cat. Hasil pengamatan ini mengonfirmasi bahwa meskipun pelapisan cat mampu

menurunkan laju korosi, kualitas lapisan dan jenis pelarut sangat menentukan kemampuan cat dalam mencegah kerusakan permukaan baja ASTM A36 secara optimal.

Kontribusi Penulis: Penulis memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang ilmu material, khususnya kajian korosi. Dari sisi akademik, penelitian ini menambah wawasan ilmiah melalui hasil pengujian langsung mengenai laju korosi baja serta karakteristik kerusakan permukaan yang dianalisis menggunakan uji laju korosi dan uji mikroskopik. Dari sisi penerapan, hasil penelitian ini menunjukkan efektivitas penggunaan berbagai kombinasi cat dan pelarut dalam menghambat proses korosi pada baja di lingkungan air laut, sehingga dapat menjadi referensi dalam pemilihan sistem pelapisan yang lebih optimal untuk meningkatkan ketahanan material dan memperpanjang umur pakai struktur logam.

Pendanaan: Penelitian ini dilaksanakan tanpa memperoleh bantuan pendanaan dari lembaga eksternal mana pun. Seluruh tahapan penelitian, mulai dari perencanaan, pengambilan data, pengolahan dan analisis data, hingga penyusunan naskah, dibiayai sepenuhnya oleh penulis secara mandiri. Pernyataan ini disampaikan untuk menegaskan bahwa tidak terdapat kepentingan finansial yang berpotensi memengaruhi hasil penelitian maupun penafsiran terhadap temuan yang diperoleh.

Pernyataan Ketersediaan Data: Data yang mendukung hasil penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi dan dapat diberikan berdasarkan permintaan yang wajar. Data diperoleh dari hasil pengujian pribadi selama penelitian dan tidak terdapat batasan privasi atau etika terhadap penggunaan data tersebut.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember atas dukungan fasilitas laboratorium Teknik Mesin dan bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan. Pendana tidak memiliki peran dalam desain studi; dalam pengumpulan, analisis, atau interpretasi data; dalam penulisan naskah; maupun dalam keputusan untuk menerbitkan hasil penelitian.

Referensi

- [1] J. R. Material and M. Energi, "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi," vol. 8, no. 2, pp. 405–410, 2025.
- [2] A. F. Ridho and I. N. Rokhim, "E -ISSN : 2746-0835 Volume 4 No 3 (2023) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KOROSI PERBANDINGAN ASTM A36 DAN ALUMINIUM 5083 UNTUK PELAT KAPAL E -ISSN : 2746-0835 Volume 4 No 3 (2023) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Tekn," vol. 4, no. 3, 2023.
- [3] A. Haslinah, "MENGGUNAKAN VARIASI AIR LAUT," vol. 20, no. April, pp. 51–56, 2025.
- [4] D. S. Rabbani, *Analisis Laju Korosi Dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Astm a36 Untuk Rotor Bezier-Savonius Dengan Media Air Laut*. 2025. [Online]. Available: <https://eprints.untirta.ac.id/id/eprint/48999>
- [5] A. Coating, D. A. N. Tanpa, and C. Baja, "Jurnal teknik perkapalan," vol. 12, no. 2, pp. 1–12, 2024.
- [6] S. Risqi, A. Rani, and K. Abidin, "PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR ALAMI EKSTRAK LIMBAH KULIT JAGUNG TERHADAP LAJU KOROSI MATERIAL BAJA ST 37 DALAM MEDIUM NaCl 3%," pp. 116–127.
- [7] F. A. Noormansyah, S. Jokosisworo, and W. Amiruddin, "Analisis pengaruh salinitas terhadap laju korosi merata baja ss 400 dengan variasi ketebalan coating," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 152–160, 2023.
- [8] A. B. Aji, A. W. B. Santosa, and I. P. Mulyatno, "Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Serta Jenis Coating Pada Pelat Baja SS400 Terhadap Laju Korosi dan Uji Adhesi," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 12, no. 2, pp. 1–9, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [9] P. Pendidikan, P. Insinyur, U. K. Petra, and J. S. Setiadji, "Aplikasi Katodik Proteksi Dengan Sistem Anoda Korban Untuk Mencegah Korosi Pada Pipa Logam," vol. 3, pp. 9–15, 2025.

- [10] L. Nacl, "STUDY OF NaNO_2 INHIBITORS AS CORROSION CONTROL RATE OF STAINLESS STEEL IN NaCl 3.5 % ENVIRONMENT".
- [11] P. Asam, S. Organik, P. Korosi, B. Tahan, K. Tinjauan, and R. K. Suleiman, "logam," 2023.
- [12] Y. Zhu, J. Wang, H. Liu, P. Ren, and F. Yan, "Effect of Dissolved Oxygen Content on Tribo-Corrosion Behavior of Monel 400 Alloy in Seawater," *Metals (Basel)*, vol. 14, no. 1, 2024, doi: 10.3390/met14010006.
- [13] T. Natasya, M. E. Khairafah, M. Sari, B. Sembiring, and L. Nazrifah, "Indonesian Journal of Chemical State University of Medan," 2022.
- [14] E. López-Baltazar, R. González-Parra, A. Barba, and M. Á. Hernández Gallegos, "Effects of hydrostatic pressure and temperature on the corrosion behavior of X52 pipeline steel in a simulated deep-sea environment," *Discov. Electrochem.*, vol. 2, no. 1, 2025, doi: 10.1007/s44373-025-00025-x.
- [15] J. Jefrimon, L. G. Marni, I. Noviarni, and R. Safitri, "Penggunaan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana*) sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Tahan Karat," *J. Kolaborasi Sains dan Ilmu Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 28–37, 2024, doi: 10.69688/juksit.v2i2.29.
- [16] N. A. Mufarida and A. Abidin, "Quality of Fuel Liquid Waste Biogas Tofu Using Starter Composition Variation," vol. 5, no. 2, pp. 17–21, 2020, doi: 10.21070/rem.v5i2.1001.
- [17] D. Afrilia and S. Bahri, "INHIBITOR TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA," vol. 4, no. April, pp. 111–120, 2022.
- [18] Nelvi Helmania Putri, Siska Dwi Febryani, Rabena Aprilla, and Hilfi Pardi, "Analisis Pengaruh Sifat Kimia Air Laut Terhadap Korosi Logam Dan Pengendaliannya Menggunakan Proteksi Katodik," *J. Res. Educ. Chem.*, vol. 6, no. 1, p. 34, 2024, doi: 10.25299/jrec.2024.vol6(1).17173.
- [19] S. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "PENGARUH PERBANDINGAN CAMPURAN CAT DENGAN THINNER TERHADAP KUALITAS HASIL PENGEKATAAN Nico Johansyah Habibie Saiful Anwar Abstrak," pp. 97–104, 2021.
- [20] A. Kekuatan *et al.*, "Strength Analysis of Material Steel S45C on the Arm and Cantilever Shaft Rear Disc Brake Planning," vol. 3, no. 1, pp. 2–5, 2018.