PENGARUH COATING EPOXY TERHADAP LAJU KOROSI BAJA ASTM SA-A36 DALAM NaCl DAN AKUADES

Zahid Fauzan[1], M. Irham Izzan[1,*], Hafid Suharyadi[1]
[1]Program Studi Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada no. 38 Cepu, Jawa Tengah, 58312
**E-mail:* mirhamizzan2@gmail.com

ABSTRAK

Baja ASTM SA-A36 banyak digunakan pada sistem perpipaan, tetapi rentan terhadap korosi ketika terpapar media elektrolit. Penelitian ini menganalisis pengaruh epoxy coating terhadap laju korosi baja ASTM SA-A36 dalam larutan NaCl 3,5% dan akuades berdasarkan pengujian elektrokimia potentiodynamic polarization dan electrochemical impedance spectroscopy (EIS). Spesimen berukuran 7 × 10 × 20 mm diuji dalam kondisi tanpa coating dan epoxy coating dengan tiga replikasi pada masing-masing media. Hasil pengujian menunjukkan laju korosi rata-rata pada NaCl sebesar 4,6090 mpy untuk uncoated dan 0,3204 mpy untuk epoxy, sedangkan pada akuades sebesar 0,3567 mpy dan 0,0062 mpy. Epoxy menghasilkan efisiensi perlindungan sebesar 93% pada NaCl dan 98% pada akuades. Hasil ini menunjukkan bahwa epoxy coating efektif menghambat proses korosi pada kondisi pengujian laboratorium yang digunakan, namun penerapan pada kondisi lapangan memerlukan evaluasi tambahan terhadap ketebalan, adhesi, dan durabilitas coating.

Kata kunci: korosi, ASTM SA-A36, *epoxy coating*, polarisasi potensiodinamik

1. PENDAHULUAN

Baja karbon rendah merupakan material yang banyak dipilih untuk konstruksi dan sistem perpipaan karena memiliki kombinasi kekuatan, kemampuan fabrikasi, kemudahan pengelasan, serta biaya yang relatif ekonomis. ASTM A36 termasuk kelompok baja struktural karbon rendah yang secara luas digunakan pada aplikasi teknik. Akan tetapi, material ini tidak dirancang sebagai baja tahan korosi, sehingga ketika bekerja pada lingkungan berair atau mengandung ion agresif diperlukan strategi perlindungan permukaan agar penurunan ketebalan, korosi lokal, kebocoran, dan risiko kegagalan dapat dikendalikan. Kajian pada baja ASTM A36 menunjukkan bahwa karakteristik lingkungan dan kondisi permukaan berpengaruh nyata terhadap laju degradasi material [1][2].

Korosi pada baja berlangsung melalui reaksi elektrokimia yang melibatkan daerah anodik dan katodik pada permukaan logam. Keberadaan elektrolit memungkinkan perpindahan ion, sedangkan oksigen terlarut dan spesies kimia lain memengaruhi laju reaksi. Pada lingkungan yang mengandung klorida, khususnya larutan NaCl, ion Cl^- dapat meningkatkan konduktivitas larutan dan mempercepat kerusakan lapisan produk korosi yang terbentuk pada permukaan. Karena itu, larutan NaCl sering digunakan sebagai media simulasi lingkungan kaya garam dalam evaluasi ketahanan korosi dan kinerja sistem pelapisan [3] [4].

Perlindungan menggunakan *coating* merupakan salah satu pendekatan yang praktis karena bekerja dengan membentuk penghalang fisik antara substrat logam dan lingkungan korosif. Kinerja *coating* dipengaruhi oleh sifat *barrier*, daya lekat, kontinuitas lapisan, proses *curing*, metode aplikasi, serta kemampuan sistem pelapis menahan penetrasi air, oksigen, dan ion agresif. Penelitian terdahulu pada baja karbon menunjukkan bahwa jenis dan metode aplikasi *coating* dapat menghasilkan perbedaan laju korosi yang nyata, dan metode *spray* dapat memberikan lapisan yang relatif seragam apabila parameter aplikasi dikendalikan[2][5].

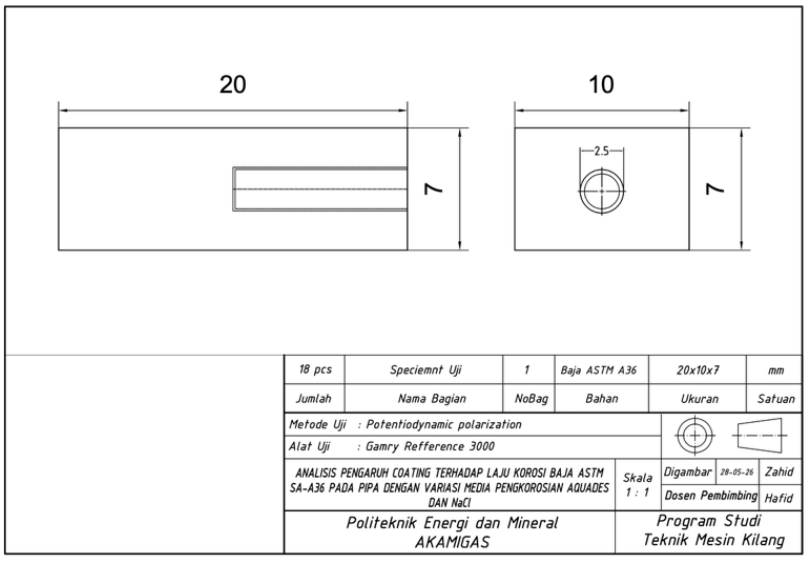
Epoxy coating membentuk jaringan polimer termoset setelah bereaksi dengan hardener. Struktur berikatan silang tersebut memberi daya lekat dan sifat barrier yang baik sehingga banyak digunakan untuk perlindungan baja pada lingkungan industri. Pengembangan sistem epoxy, termasuk modifikasi dengan material pengisi, juga menunjukkan peningkatan kinerja antikorosi karena jalur difusi air dan ion menuju substrat menjadi lebih panjang dan lebih sulit [4][6]. Walaupun sistem ini telah lama digunakan sebagai primer antikorosi, efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh lingkungan pengujian dan kualitas lapisan yang terbentuk.

Evaluasi coating akan lebih kuat apabila tidak hanya didasarkan pada pengamatan visual, tetapi juga pada parameter elektrokimia. Metode potentiodynamic polarization menghasilkan kurva hubungan potensial dan densitas arus yang dapat dianalisis dengan ekstrapolasi Tafel untuk memperoleh potensial korosi (Ecorr) dan densitas arus korosi (Icorr). Nilai Icorr berkorelasi dengan laju korosi; semakin rendah Icorr, semakin kecil laju reaksi korosi pada permukaan. Metode ini telah digunakan untuk membandingkan perilaku korosi baja karbon pada berbagai kondisi dan memberi respons kuantitatif dalam waktu pengujian yang relatif singkat [6] [3]. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) melengkapi analisis melalui nilai hambatan polarisasi (Rp), di mana peningkatan Rp secara umum mengindikasikan hambatan yang lebih besar terhadap proses transfer muatan dan reaksi korosi.

Penelitian ini membandingkan secara langsung dua kondisi permukaan, yaitu tanpa *coating* dan *epoxy coating*, pada dua media dengan karakter elektrolit yang berbeda, yaitu NaCl 3,5% dan akuades. Perbandingan pada material, dimensi spesimen, prosedur pengujian, serta alat yang sama diperlukan agar pengaruh jenis *coating* dan media dapat ditinjau secara konsisten. Selain laju korosi, penelitian juga mengevaluasi efisiensi inhibisi dan Rp sehingga penilaian tidak hanya bertumpu pada satu parameter elektrokimia.

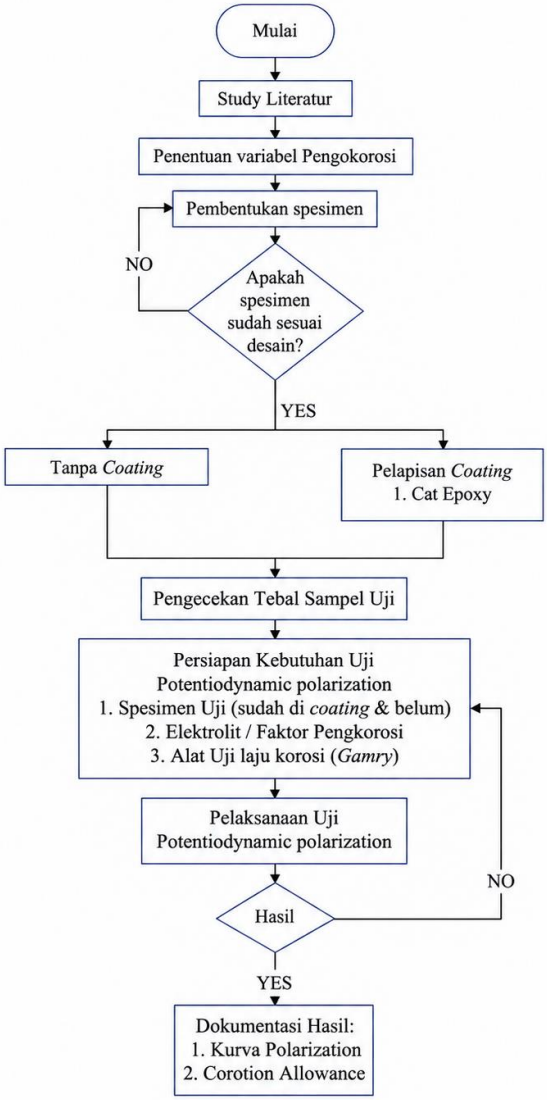
Tujuan penelitian adalah menentukan pengaruh pemberian *coating* terhadap laju korosi baja ASTM SA-A36, memperlihatkan efektivitas epoxy dalam media NaCl 3,5% serta akuades, dan menilai keterkaitan hasil polarisasi dengan hambatan polarisasi dari EIS. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pemilihan pelapis untuk aplikasi baja ASTM SA-A36 pada lingkungan dengan tingkat agresivitas berbeda, sekaligus memberikan data pembanding untuk pengembangan pengujian lebih lanjut pada kondisi industri yang lebih representatif.

2. METODE



Gambar 1. Desain specimen

Penelitian menggunakan data primer hasil pengujian laboratorium pada baja ASTM SA-A36. Secara kimia, baja ASTM SAA36 tersusun atas unsur utama besi (Fe) dengan kandungan karbon sekitar 0,25 – 0,29%, mangan sekitar 0,80–1,03%, serta unsur lain seperti silikon, fosfor, sulfur, dan tembaga dalam jumlah kecil. Spesimen dibuat dari pelat baja dengan dimensi 7 × 10 × 20 mm dan densitas 7,85 g/cm³ sesuai dengan desain spesimen pada Gambar 1. Permukaan spesimen dipotong, dirapikan dengan gerinda dan frais, kemudian diamplas bertahap menggunakan amplas kasar Eco 2½ dan amplas halus AA400. Pada salah satu sisi dibuat lubang berdiameter 2 mm dan ulir M2,5 untuk menghubungkan spesimen dengan batang elektroda kerja. Tahap preparasi dilakukan untuk memperoleh dimensi dan kondisi permukaan yang seragam sebelum pelapisan dan pengujian, tahapan pelaksanaan pengujian digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow chart

Dua kondisi permukaan disiapkan, yaitu uncoated dan epoxy coating. Sebelum pelapisan, spesimen dibersihkan dengan air untuk membersihkan sisa sisa atau partikel partikel yang menempel pada spesimen uji dan dikeringkan menggunakan udara ruangan. Material coating yang digunakan adalah Nippon Hi-Epoxy Filler, yaitu coating dua komponen berbasis epoxy polyamide. Proses pencampuran dilakukan dengan rasio Base: Hardener sebesar 4 : 1 (v/v) sesuai technical data sheet produk. Coating diaplikasikan menggunakan metode conventional

spray. Spesimen berlapis kemudian menjalani curing awal selama 12 jam pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian elektrokimia.

Material coating yang digunakan pada penelitian ini adalah Nippon Hi-Epoxy Filler, yaitu epoxy modifikasi dua komponen berbasis epoxy polyamide. Produk ini memiliki ketahanan terhadap air, minyak, dan pelarut serta direkomendasikan untuk aplikasi pada besi dan baja. Berdasarkan Tabel 1. technical data sheet Nippon Hi-Epoxy Filler, coating memiliki volume solid sebesar 55 ± 2%, berat jenis 1,36 ± 0,05 kg/L, serta rasio pencampuran Base : Hardener sebesar 4 : 1 (v/v). Range aplikasi yang direkomendasikan adalah 40–50 µm dry film thickness (DFT).

Tabel 1. Spesifikasi Nippon Hi-Epoxy Filler

Parameter	Nilai
Produk coating	Nippon Hi-Epoxy Filler
Jenis	Epoxy modifikasi
Sistem	2 komponen epoxy-polyamide
Volume solid	55 ± 2%
Berat jenis	1,36 ± 0,05 kg/L
Rasio campuran	Base : Hardener = 4 : 1 (v/v)
Range aplikasi	40–50 µm DFT

Ketebalan lapisan coating diukur menggunakan thickness gauge dengan metode perbandingan ketebalan sebelum dan setelah proses pelapisan. Hasil pengukuran menunjukkan ketebalan coating berada pada rentang 90–170 µm. Nilai ini berada di atas rentang DFT teoritis produk karena pengukuran dilakukan pada ketebalan aktual setelah aplikasi spray, nilai tebal coating yang didapatkan ditunjukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Tebal Coating Pada Spesimen

Spesimen	Tebal coating (mm)	Tebal coating (µm)
A1	0.13	130.0
A2	0.09	90.0
A3	0.17	170.0
N1	0.15	150.0
N2	0.09	90.0
N3	0.11	110.0

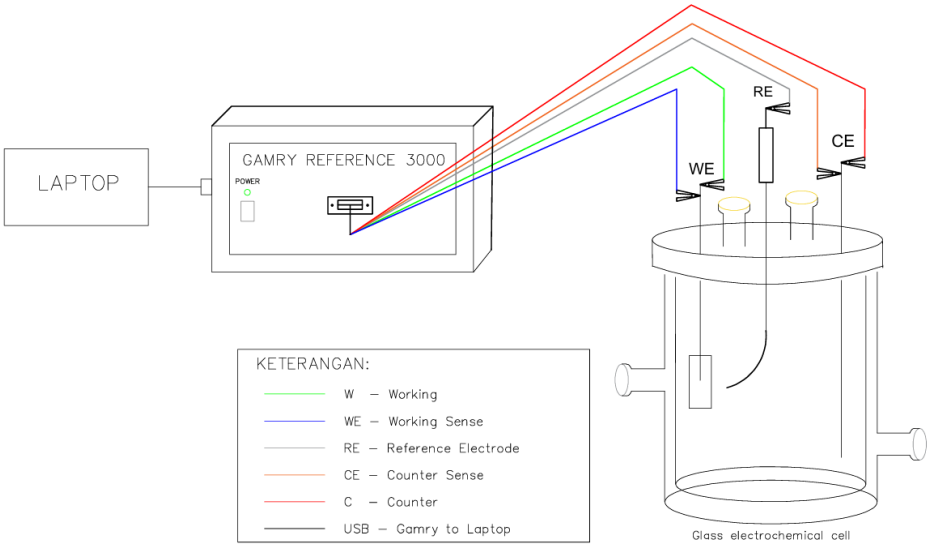
Media pengujian terdiri atas akuades dan larutan NaCl 3,5% (b/v). Larutan NaCl dibuat dengan melarutkan 35 g NaCl *analytical reagent* ke dalam akuades hingga volume akhir 1000 mL. Setiap kombinasi jenis permukaan dan media terdiri atas tiga spesimen, sehingga terdapat empat kelompok perlakuan dengan total 12 spesimen. Rancangan pengujian diringkas pada Tabel 3.

Tabel 3. Rancangan Pengujian Spesimen Baja ASTM SA-A36

Kondisi Permukaan	Dimensi (mm)	Media	Jumlah Spesimen
Uncoated	7 × 10 × 20	Akuades	3
Uncoated	7 × 10 × 20	NaCl 3,5%	3
Epoxy	7 × 10 × 20	Akuades	3
Epoxy	7 × 10 × 20	NaCl 3,5%	3

Pengujian elektrokimia menggunakan Gamry Reference 3000 dalam konfigurasi tiga elektroda sesuai dengan Gambar 3. Spesimen baja berfungsi sebagai *working electrode* (WE),

grafit sebagai *counter electrode* (CE), dan Ag/AgCl sebagai *reference electrode* (RE). Luas permukaan spesimen yang terekspos pada elektrolit sebesar 8,8 cm². Ujung *reference electrode* ditempatkan menggunakan *Luggin capillary* pada jarak sekitar 1–2 mm dari permukaan *working electrode* untuk mengurangi pengaruh *IR drop*. Sebelum pengujian, instrumen dikalibrasi menggunakan *calibration cell* sesuai prosedur Gamry.
Komposisi kimia baja ASTM SA-A36 mengacu pada standar material baja karbon struktural. Pada penelitian ini identitas material diperoleh dari spesimen baja yang digunakan pada pengujian laboratorium. Apabila sertifikat material (mill certificate) tersedia, data tersebut perlu dilampirkan untuk memperkuat validitas hasil pengujian karena variasi komposisi karbon, mangan, fosfor, dan sulfur dapat memengaruhi respons korosi.



Gambar 3. Desain rangkaian Gamry Reference 3000

Pengujian *potentiodynamic polarization* dijalankan melalui Gamry Framework pada rentang potensial −250 mV hingga +250 mV terhadap *open-circuit potential* (Eoc), *scan rate* 1 mV/s, *sample period* 1 s, dan luas sampel 8,8 cm². Sistem terlebih dahulu distabilkan pada Eoc sebelum sapuan potensial dilakukan. Data kurva polarisasi kemudian dianalisis dalam Gamry Echem Analyst menggunakan *Tafel Fit* untuk memperoleh Beta A, Beta C, Icorr, Ecorr, dan laju korosi.

Laju korosi (C) dalam satuan mpy dihitung dari nilai *Icorr* hasil Tafel Fit menggunakan Persamaan (1) [7].

$$C = \frac{K \times i_{corr} \times EW}{\rho} \tag{1}$$

dengan C adalah laju korosi dalam mpy, K adalah konstanta sebesar $3{,}27 \times 10^{-3}$ mm g/µA cm yr, *Icorr* adalah densitas arus korosi dalam µA/cm², *EW* adalah *equivalent weight* baja karbon (tidak berdimensi), dan ρ adalah densitas baja karbon dalam g/cm³. Persamaan ini menghubungkan besarnya arus korosi yang terukur secara elektrokimia dengan laju penipisan logam secara nyata dalam satuan ketebalan per waktu[7].

Pengujian EIS dilakukan secara potentiostatic pada rentang frekuensi 100 kHz hingga 0,2 Hz dengan 10 points/decade, amplitudo AC 10 mV rms, DC voltage 0 V terhadap Eoc, initial delay 100 s, dan luas sampel 8,8 cm². Data impedansi dianalisis menggunakan model CPE pada

Gamry Echem Analyst untuk memperoleh Rp. Efisiensi inhibisi (IE) dihitung dengan membandingkan densitas arus korosi spesimen tanpa coating (uncoated) dan dengan coating menggunakan Persamaan (2) [7]. Data impedansi kemudian dilakukan fitting menggunakan model rangkaian ekuivalen berbasis CPE untuk memperoleh parameter hambatan polarisasi (Rp). Nilai Rp digunakan sebagai parameter pembanding kemampuan barrier coating terhadap proses transfer muatan pada antarmuka baja-elektrolit.

$$IE = \frac{i^0{}_{corr} - i_{corr}}{i^0{}_{corr}} \times 100 \quad (2)$$

Dengan Iºcorr adalah densitas arus korosi spesimen tanpa *coating* (*uncoated*) dalam µA/cm², dan *Icorr* adalah densitas arus korosi spesimen dengan *coating* dalam µA/cm². Nilai IE yang semakin besar menunjukkan bahwa *coating* semakin efektif menurunkan densitas arus korosi dan dengan demikian menurunkan laju korosi [7]. Nilai rata-rata Icorr, Ecorr, laju korosi, IE, dan Rp digunakan untuk membandingkan kinerja tiap jenis *coating* pada kedua media. Analisis dilakukan secara deskriptif-komparatif berdasarkan tiga replikasi pada setiap kelompok. Parameter utama pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Utama Pengujian Elektrokimia

Pengujian	Parameter Utama
Polarisasi potensiodinamik	Potensial: −250 sampai +250 mV vs Eoc; scan rate: 1 mV/s; sample period: 1 s; luas: 8,8 cm²
EIS	Frekuensi: 100 kHz–0,2 Hz; 10 points/decade; AC: 10 mV rms; DC: 0 V vs Eoc; initial delay: 100 s; luas: 8,8 cm²

3. PEMBAHASAN

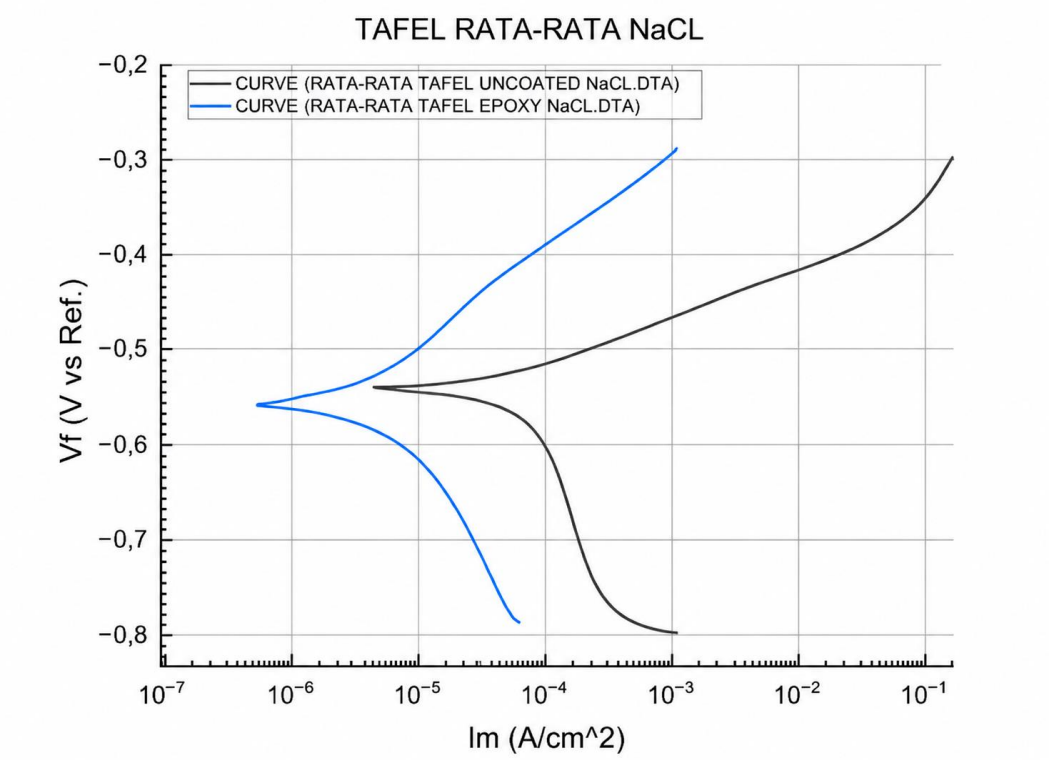
A. Hasil Polarisasi Potensiodinamik

Hasil polarisasi menunjukkan bahwa media dan kondisi permukaan memberikan perbedaan yang jelas terhadap densitas arus korosi dan laju korosi. Pada media NaCl 3,5%, spesimen *uncoated* memiliki Icorr rata-rata 10,0493 µA/cm² dan laju korosi 4,6090 mpy. Epoxy menghasilkan Icorr jauh lebih rendah, yaitu 0,6985 µA/cm², serta laju korosi 0,3204 mpy. Penurunan Icorr pada spesimen berlapis epoxy menandakan berkurangnya intensitas reaksi elektrokimia pada permukaan baja.

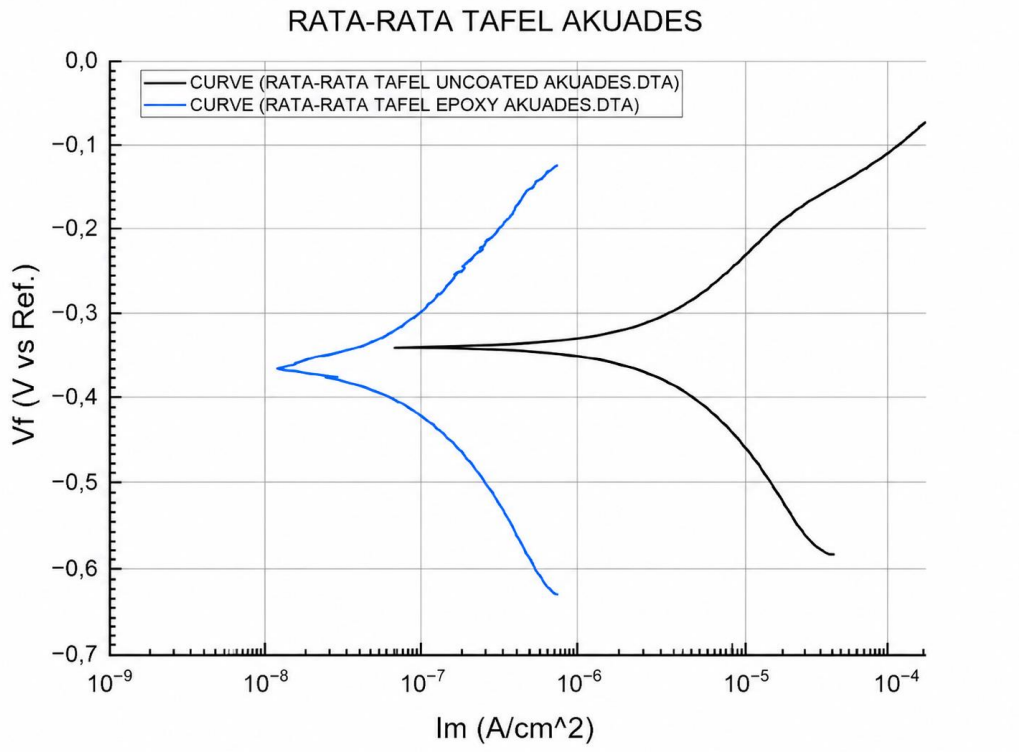
Pada akuades, seluruh kelompok menunjukkan laju korosi yang jauh lebih rendah dibandingkan media NaCl. Spesimen *uncoated* memiliki Icorr 0,7773 µA/cm² dan laju korosi 0,3567 mpy, sedangkan *epoxy* menghasilkan Icorr 0,0134 µA/cm² dan laju korosi 0,0062 mpy. Nilai rata-rata hasil Tafel untuk kedua media disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Hasil Uji Tafel pada Media NaCl dan Akuades

Media	Kondisi	Icorr (µA/cm²)	Ecorr (mV)	Laju Korosi (mpy)
NaCl 3,5%	Uncoated	10,0493	−538	4,6090
NaCl 3,5%	Epoxy	0,6985	−555	0,3204
Akuades	Uncoated	0,7773	−341	0,3567
Akuades	Epoxy	0,0134	−362	0,0062



Gambar 4. Kurva tafel epoxy NaCl



Gambar 5. Kurva tafel epoxy akuades

Berdasarkan kurva pada Gambar 4 dan Gambar 5 juga dapat dapat dibandingkan berdasarkan laju korosi *uncoated*, media NaCl menghasilkan nilai sekitar 12,9 kali nilai pada akuades. Perbedaan ini konsisten dengan peran ion klorida yang meningkatkan konduktivitas elektrolit dan mempermudah berlangsungnya reaksi korosi pada baja. Temuan tersebut sejalan

dengan studi yang menggunakan media kaya garam untuk menunjukkan peningkatan laju korosi baja karbon dibandingkan media dengan kandungan ion lebih rendah[4][8].

Perubahan Ecorr tidak menunjukkan pola tunggal yang dapat digunakan sendiri untuk menentukan coating terbaik. Pada NaCl, Ecorr kelompok berlapis berada pada kisaran yang relatif dekat dengan uncoated, sedangkan penurunan Icorr sangat jelas. Oleh karena itu, evaluasi efektivitas coating dalam penelitian ini lebih tepat ditentukan dari Icorr dan laju korosi, kemudian diperkuat dengan IE dan Rp. Pendekatan semacam ini sesuai dengan prinsip analisis polarisasi, karena densitas arus korosi berhubungan langsung dengan laju reaksi elektrokimia dan kehilangan material [9][10][11].

B. Efisiensi Inhibisi dan Hambatan Polarisasi

Perhitungan efisiensi inhibisi menunjukkan bahwa *epoxy coating* mampu menurunkan densitas arus korosi secara signifikan dibandingkan spesimen tanpa pelapisan. Pada NaCl, *epoxy* menghasilkan IE 93%, sedangkan pada akuades efisiensi meningkat menjadi 98%. Nilai ini menunjukkan bahwa *epoxy* secara konsisten memberikan penghambatan korosi yang besar pada kedua media.

Hasil EIS memperlihatkan tren yang sama. Pada NaCl, Rp *uncoated* sebesar 2,479 Ω, meningkat menjadi $5{,}88 \times 10^3$ Ω pada *epoxy*. Pada akuades, Rp tercatat $1{,}18 \times 10^{10}$ Ω untuk *uncoated* dan $3{,}71 \times 10^{10}$ Ω untuk *epoxy*. Walaupun skala Rp antara kedua media berbeda sangat besar, urutan kinerja dalam masing-masing media tetap konsisten: *epoxy* memberikan Rp yang jauh lebih tinggi dibandingkan *uncoated*. Ringkasan IE dan Rp disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Efisiensi Inhibisi dan Hambatan Polarisasi

Media	Kondisi	IE (%)	Rp (Ω)
NaCl 3,5%	Uncoated	–	2,479
NaCl 3,5%	Epoxy	93	$5{,}88 \times 10^3$
Akuades	Uncoated	–	$1{,}18 \times 10^{10}$
Akuades	Epoxy	98	$3{,}71 \times 10^{10}$

C. Pengaruh Media dan Jenis Coating

Analisis EIS pada penelitian ini digunakan sebagai parameter pendukung untuk mengevaluasi perubahan hambatan permukaan akibat pemberian coating. Nilai Rp yang dilaporkan berasal dari hasil fitting EIS menggunakan pendekatan model CPE pada Gamry Echem Analyst. Karena variasi fitting dan konfigurasi rangkaian ekuivalen dapat memengaruhi nilai impedansi, interpretasi Rp dibatasi pada perbandingan antar kondisi pengujian yang menggunakan metode sama.

Perbedaan kinerja antara NaCl dan akuades terutama berkaitan dengan kemampuan larutan menghantarkan arus serta keberadaan ion klorida. Akuades memiliki kandungan ion yang sangat rendah sehingga perpindahan muatan dan pembentukan sel korosi berlangsung lebih terbatas. Sebaliknya, NaCl menyediakan ion dalam jumlah besar dan ion klorida bersifat agresif terhadap permukaan baja. Akibatnya, spesimen tanpa lapisan menunjukkan kenaikan Icorr dan laju korosi yang sangat nyata ketika media diubah dari akuades menjadi NaCl. Pola ini mempertegas bahwa kondisi lingkungan merupakan faktor penting dalam penentuan sistem proteksi baja[1][4].

Epoxy menghasilkan laju korosi yang jauh lebih rendah, IE yang tinggi, dan Rp yang jauh lebih besar dibandingkan uncoated pada kedua media. Keunggulan tersebut dapat dijelaskan oleh terbentuknya jaringan polimer berikatan silang selama proses curing yang menghasilkan lapisan rapat dan berdaya lekat baik. Sistem epoxy yang memiliki barrier efektif mampu memperlambat penetrasi air dan ion menuju substrat sehingga transfer muatan pada antarmuka

baja-elektrolit berkurang. Hasil penelitian lain pada sistem epoxy juga menunjukkan bahwa peningkatan sifat barrier berkontribusi terhadap kinerja antikorosi yang lebih baik [6][7].

Hasil ini juga memperlihatkan pentingnya konsistensi proses aplikasi. Pada data individual, khususnya *epoxy* dalam NaCl, laju korosi antarspesimen masih bervariasi. Variasi tersebut dapat berkaitan dengan keseragaman ketebalan, kondisi permukaan, kualitas penyemprotan, atau cacat lokal pada *coating*. Penelitian mengenai variasi metode *spray* dan jumlah lapisan pada ASTM A36 menunjukkan bahwa parameter aplikasi dapat memengaruhi kekasaran, adhesi, dan laju korosi [5]. Oleh sebab itu, interpretasi kinerja *coating* tidak hanya ditentukan oleh jenis material pelapis, tetapi juga oleh kualitas preparasi permukaan dan proses aplikasinya.

Dari sisi aplikasi, hasil pada NaCl 3,5% memberi indikasi bahwa *epoxy* lebih sesuai ketika baja ASTM SA-A36 berpotensi terpapar lingkungan kaya garam, seperti area maritim, jalur pendingin yang menggunakan air asin, atau fasilitas yang mengalami kontaminasi klorida. Namun, pemilihan sistem *coating* untuk industri tetap memerlukan pertimbangan standar keselamatan, kompatibilitas fluida, temperatur operasi, metode *surface preparation*, ketebalan lapisan, biaya siklus hidup, serta persyaratan lingkungan.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan. Variasi ketebalan coating tidak dianalisis, waktu paparan pengujian bersifat laboratorium dan relatif singkat, serta media hanya terbatas pada akuades dan NaCl 3,5%. Nilai Rp diperoleh dari fitting EIS pada konfigurasi yang digunakan, sehingga penelitian lanjutan perlu menguji reproduktibilitas parameter EIS dengan replikasi yang lebih banyak dan model rangkaian ekuivalen yang divalidasi. Pengujian adhesi, pengukuran ketebalan secara kuantitatif, pengamatan morfologi permukaan, variasi konsentrasi NaCl, serta paparan jangka panjang akan memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang mekanisme kegagalan lapisan dan ketahanan coating [8][5].

4. SIMPULAN

Pemberian *coating* terbukti menurunkan laju korosi baja ASTM SA-A36 pada media NaCl 3,5% maupun akuades. Media NaCl menghasilkan kondisi yang lebih agresif, ditunjukkan oleh laju korosi *uncoated* 4,6090 mpy dibandingkan 0,3567 mpy pada akuades. Pada NaCl, *epoxy* menurunkan laju korosi menjadi 0,3204 mpy dengan IE 93%. Pada akuades, laju korosi *epoxy* hanya 0,0062 mpy dengan IE 98%.

Epoxy coating terbukti efektif dalam penelitian ini karena secara konsisten menghasilkan Icorr dan laju korosi yang rendah, efisiensi inhibisi yang tinggi, serta Rp yang tinggi pada kedua media. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan *barrier epoxy* efektif dalam membatasi kontak baja dengan elektrolit pada kondisi uji yang digunakan. Untuk aplikasi praktis, *epoxy* dapat diprioritaskan pada lingkungan yang berpotensi mengandung klorida, sedangkan penelitian lanjutan perlu mengevaluasi ketebalan lapisan, adhesi, morfologi, variasi salinitas, dan paparan jangka panjang agar rekomendasi industri menjadi lebih komprehensif.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Yani, K. Muslim, and N. Khamid, “Analisis Korosi Baja ASTM A 36 Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Waktu Perendaman di Lingkungan Laut,” *PM Sdirjianbang Akmil*, vol. 12, no. 1, pp. 42–51, Jan. 2025.

[2] D. Amalia, K. Kosjoko, and N. A. Mufarida, “Pengaruh Variasi Jenis Pelarut dan Jenis Cat sebagai Inhibitor Korosi terhadap Laju Korosi Baja ASTM A36,” *Juritek*, vol. 6, no. 1, pp. 124–136, Mar. 2026.

[3] A. Setiawan, “Sintesis dan Karakterisasi ZnO sebagai Coating Antikorosi ZnO/Al(OH)3 pada Material Baja Karbon,” *Teknik*, vol. 39, no. 1, pp. 55–61, Jul. 2018, doi: 10.14710/teknik.v39i1.15659.

[4] G. I. Maitimu, Cindy Gabriel and Loppies, Leslie S and Pellu, Denny Ismail and Huka, "Analisa Laju Korosi Pipa Sch 40 Seamless Dengan Variasi Media Pengkorosian Air Payau Dan Air Laut," *J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 183–192, 2024.
[5] D. Prayoga, A. A. Rosidah, and Suheni, "Analisis Pengaruh Jenis Cat dan Jumlah Pelapisan Spray Coating Baja Karbon Rendah ASTM A36 terhadap Kekasaran dan Laju Korosi pada Media NaCl 5\%," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan V (SENASTITAN V)*, pp. 1–7, Mar. 2025.
[6] D. P. Amalia and R. Riastuti, "Anticorrosive epoxy coatings enhanced with rice husk derived-graphene," vol. 5, no. 2, pp. 35–40, 2022.
[7] H. Suharyadi, T. S. Soegiarto, A. S. Wardhana, and M. F. Umam, "The Effect of Graphene-Epoxy Coatings on Anticorrosion Performance for Heat Exchanger," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 18, no. 4, pp. 179–187, 2023.
[8] U. B. S. N. Amru and S. Jokosisworo, "Analisis Pengaruh Luasan Coating Scratch dan Kadar Salinitas," vol. 11, no. 3, pp. 39–47, 2023.
[9] F. C. Rajendra and D. Feriyanto, "Analisis Laju Korosi Baja Karbon Material 20G dan A210 A1," *J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 3, pp. 161–167, Oct. 2023.
[10] S. Munir, M. H. Pelletier, and W. R. Walsh, "Potentiodynamic Corrosion Testing," *J. Vis. Exp.*, vol. 115, p. 54351, Sep. 2016, doi: 10.3791/54351.
[11] T. D. Sheet, "NIPPON HI-EPOXY FILLER NIPPON HI-EPOXY FILLER," vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2023.

Daftar Simbol

C	=	Laju korosi, mpy
K	=	Kontanta, mm
ρ	=	Densitas, g/cm^3
EW	=	Equivalent weight
IE	=	Inhibition Efficiency, %
i_{corr}	=	Densitas arus korosi, µA/cm²
$i^0{}_{corr}$	=	Densitas arus korosi *uncoated,* µA/cm²
E_{corr}	=	Potensial korosi, mV
Rp	=	Hambatan listrik pada permukaan logam, ohm
Ru	=	Hambatan listrik pada larutan elektrolit, ohm