

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah merupakan material ferrous yang banyak dimanfaatkan dalam bidang konstruksi, industri, dan aplikasi struktural. Dalam penggunaan di lingkungan terbuka, material baja karbon rendah rentan mengalami korosi atmosfer yang dapat menurunkan ketangguhan dan keandalan struktur. Penentuan laju korosi rendah pada kondisi atmosfer tertentu menjadi hal yang penting untuk menjamin efektivitas dan keamanan penggunaan pada struktur luar ruangan (Ummah, Muslim, and Sukmana 2016). Material baja karbon rendah banyak dipilih karena memiliki berbagai kelebihan yang sesuai dengan kebutuhan industri. Baja karbon rendah memiliki kekuatan yang cukup baik, tidak mudah patah, dan masih bisa dibentuk tanpa mudah rusak. Sifat-sifat tersebut membuat baja ini cocok digunakan untuk berbagai keperluan. Selain itu, kadar karbon rendah membuat baja jenis ini lebih mudah dilas, dibentuk, dan dipotong sehingga memudahkan proses pembuatan dan pemasangan di lapangan. Baja karbon rendah juga cenderung lebih tahan terhadap kerusakan akibat lingkungan dibandingkan baja dengan kadar karbon yang lebih tinggi, meskipun pada kondisi tertentu seperti daerah pantai atau kawasan industri yang lembap tetap diperlukan perlindungan tambahan. Daya tahan yang baik membuat material ini dapat digunakan dalam waktu yang berkepanjangan, sehingga lebih hemat biaya (Dianna, Ambarwati, and Ariyanto 2025).

Baja adalah material paduan yang sebagian besar tersusun dari unsur besi sebagai komponen utamanya. Unsur yang berperan sebagai penguat utama dalam baja adalah karbon, dengan kadar sekitar 0,2% hingga 2,1%. Selain besi dan karbon, baja juga mengandung unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan unsur tambahan lainnya dalam jumlah tertentu. Salah satu jenis baja yang umum digunakan adalah baja karbon rendah (Low Carbon Steel). Jenis baja ini memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3%. Karena kadar karbonnya rendah, baja ini bersifat lebih lunak dan memiliki kekuatan yang relatif lebih rendah dibandingkan baja karbon tinggi. Namun, baja karbon rendah memiliki keunggulan berupa tingkat keuletan yang tinggi, sehingga lebih mudah dibentuk dan sering disebut sebagai baja lunak (mild steel) (Rizky Muchammad, Sarjito Jokosisworo 2024).

2.2.1 Material Baja ASTM A36

ASTM A36 merupakan jenis karbon yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan diproduksi melalui proses canai panas. Material ini memiliki batas minimum sebesar 36k psi serta mudah untuk dilakukan proses pengelasan Baja (Yacob Hamdani 2024). A36 banyak digunakan pada berbagai fasilitas di industri maritim, baja A36 akan sering bersentuhan langsung dengan air laut. Air laut mengandung kadar garam yang sangat tinggi, sehingga dapat mempercepat kerusakan pada material. Kondisi tersebut menjadi lebih buruk karena adanya zat lain yang ikut masuk ke laut, seperti sulfat (Ahmad Yani, Khairul Muslim 2025).

Baja karbon A36 merupakan material paduan yang mengandung sekitar 0,05% sulfur dan memiliki titik leleh pada kisaran suhu 1426- 1538 °C. Baja ini memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi, namun tetap berpotensi mengalami kerusakan apabila terpapar lingkungan yang bersifat merusak, seperti air laut (Syafiq Nada Amru1), Sarjito Jokosisworo 2023).

Fe	C	Mn	Si	Cu	S	P
98,0%	0,27%	1,03%	0,28%	0,20%	0,050%	0,040%

Gambar 2. 1Komposisi kimia baja ASTM A36 (Sumber: S. Senthilkumar et al. (2023))

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia ASTM A36

Komposisi Kimia	
Elemen	Komposisi
Karbon (C)	0,025- 0,290 %
Tembaga (Cu)	0,20 %
Besi (Fe)	98 %
Mangan (Fn)	1,03 %
Fosfor (P)	0,040 %
Silikon (Si)	0,280%
Fosfor (P)	0,050%

2.2 Korosi

Korosi merupakan suatu proses penurunan kualitas atau kerusakan material yang terjadi akibat pengaruh lingkungan dan kondisi sekitarnya (Syafiq Nada Amrul), Sarjito Jokosisworo 2023). Korosi merupakan proses kerusakan pada logam yang terjadi akibat reaksi antara material logam dengan lingkungan sekitarnya. Proses ini bersifat merusak dan berlangsung secara bertahap sehingga dapat menurunkan kualitas material. Pada struktur yang terbuat dari baja, seperti kapal, korosi dapat menimbulkan berbagai masalah, antara lain penurunan kekuatan, berkurangnya daya tahan terhadap beban berulang, serta melemahnya fisik material lainnya. Dampak tersebut dapat menimbulkan kerugian biaya yang cukup besar akibat perawatan dan perbaikan yang berkelanjutan. Korosi juga merupakan proses kerusakan lingkungan sekitarnya. Proses ini umumnya ditandai dengan berkurangnya material logam pada bagian tertentu yang langsung terpapar lingkungan. Korosi dapat terjadi dalam berbagai bentuk, baik seluruh permukaan logam secara merata maupun yang hanya terjadi pada area tertentu saja. Proses ini terjadi suatu perpindahan muatan dari satu bagian permukaan logam ke bagian lainnya, sehingga menyebabkan kerusakan yang tidak merata (Sofian et al. 2022).

Baja tahan karat memiliki ketahanan korosi yang sangat baik pada lingkungan korosif tertentu karena adanya lapisan film pasif yang stabil di permukaannya. Namun, kemampuan ini dapat menurun ketika berada pada kondisi non-oksidatif dengan suhu tinggi, terutama dalam lingkungan yang bersifat asam. Sejumlah logam dan paduan telah diuji dan disusun dalam seri galvanik berdasarkan perilakunya saat direndam dalam air laut. Ketika dua jenis

logam yang berbeda dihubungkan, kecenderungan terjadinya korosi galvanik akan meningkat. Dalam seri tersebut, logam yang bersifat anodik (lebih aktif) berada pada bagian atas, sedangkan logam yang bersifat katodik (lebih mulia) berada pada bagian bawah. Untuk baja tahan karat, baik dalam bentuk padat maupun berlubang dapat digunakan, namun dalam kebanyakan kasus, kondisi pasif (padat) lebih disarankan untuk menentukan posisi baja tahan karat dalam seri galvanik(Kusdiyarto et al. 2025).

Korosi adalah proses penurunan kualitas logam yang terjadi karena interaksi elektrokimia dengan lingkungan. Proses ini menyebabkan sifat mekanik material berkurang dan umur pakai menjadi lebih pendek, terutama pada baja karbon yang paling sering dipakai dalam aplikasi teknik. Salah satu faktor lingkungan yang sangat memengaruhi korosi adalah keberadaan elektrolit, seperti larutan natrium klorida (NaCl), yang mampu mempercepat reaksi oksidasi di permukaan logam(Hendriyanto, Nafi, and Seputro 2025).

Korosi pada logam terjadi melalui dua proses utama yang saling melengkapi. Proses pertama adalah oksidasi logam yang berubah menjadi ion sambil melepaskan elektron ke permukaan logam, sementara proses kedua mengonsumsi elektron tersebut dengan kecepatan sama melalui reduksi ion hidrogen atau oksigen dari lingkungan sekitar. Sebagai contoh, pada besi, proses korosi ini bisa dijelaskan lewat reaksi kimia(R and S 2013).



2.2.1 Jenis Korosi

Baja masih menjadi material utama yang digunakan dalam konstruksi kapal. Baja dinilai sesuai untuk pembuatan kapal karena memiliki kualitas yang baik serta biaya perawatan yang relatif ekonomis. Besi dan baja umumnya bersifat mudah bereaksi dengan lingkungan sehingga rentan mengalami kerusakan akibat paparan air laut. Proses korosi pada kapal pada dasarnya terjadi karena adanya interaksi antara logam dan air laut, yang menyebabkan terjadinya perpindahan muatan dari material logam ke lingkungan sekitar(Sofian et al. 2022).

Jenis- jenis korosi yang sering terjadi pada kapal yaitu:

1. *Pitting corrosion*

Secara khusus, korosi dapat muncul dalam bentuk lubang-lubang pada permukaan logam dan menyebabkan lapisan pelindung logam mengalami kerusakan. Tingkat kerusakan yang terjadi dapat berbeda-beda, tergantung pada lokasi korosi pada permukaan logam tersebut(Utomo 2009).



Gambar 2. 2 Pitting Corrosion (Sumber: Microbiology, 2011)

2. *Errosion corrosion*

Korosi yang seharusnya dapat dikendalikan oleh terbentuknya lapisan pelindung menjadi terhambat akibat adanya aliran cairan yang tinggi (Utomo 2009).



Gambar 2. 3 Errosion Corrosion (Sumber: Utomo, 2009)

3. *Galvanik corrosion*

Korosi dapat terjadi akibat adanya kontak antara dua jenis logam yang berbeda, sehingga perbedaan kemampuan listrik di antara keduanya memicu terjadinya proses kerusakan (Utomo 2009).



Gambar 2. 4 Galvanic Corrosion (Sumber: Utomo, 2009)

4. *Unifrom corrosion*

Secara khusus, unifrom corrosion merupakan hasil dari proses perkaratan yang dapat mengubah kondisi permukaan logam pada peralatan yang terbuka terhadap lingkungan. Kerusakan ini muncul dalam bentuk pengikisan yang terjadi secara merata pada permukaan logam sehingga menyebabkan berkurangnya ketebalan material. Sebagai contoh, kondisi tersebut dapat ditemukan pada bagian luar permukaan tabung (Utomo 2009).



Gambar 2. 5 Unifrom Corrosion (Sumber: Utomo, 2009)

5. *Stress corrosion cracking*

Korosi ini muncul dalam bentuk retakan-retakan kecil pada permukaan logam yang dapat berkembang hingga menembus material. Jenis kerusakan ini umumnya terjadi pada logam yang mengalami beban atau tekanan. Kondisi tersebut menunjukkan penurunan kualitas struktur logam akibat pengaruh lingkungan yang bersifat merusak dan adanya tekanan yang bekerja secara bersamaan (Utomo 2009).



Gambar 2. 6 Stress Corrosion Cracking (Sumber: AMPP – Stress Corrosion Cracking, ampp.org)

6. Crevice corrosion

Korosi ini terjadi pada bagian sambungan, seperti sambungan pangkuan, baut, atau paku keling, yang disebabkan oleh penumpukan kotoran atau sisa-sisa karat pada area tersebut (Sofian et al. 2022).



Gambar 2. 7 Crevice Corrosion (Sumber: orapiasia.com, diakses 2026)

2.2.2 Korosi Galvanik

Korosi merupakan proses penurunan kualitas material logam, khususnya baja, yang terjadi akibat interaksi antara material tersebut dengan lingkungannya. Proses ini menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanik baja sehingga kinerjanya

menurun. Korosi terjadi karena adanya reaksi elektrokimia antara baja dan lingkungan di sekitarnya. Sementara itu, berdasarkan kamus teknik material ASTM, korosi adalah reaksi kimia atau elektrokimia yang melibatkan bagian anoda dan katoda pada baja dengan lingkungan yang bersifat elektrolit, sehingga mengakibatkan penurunan mutu material. Dampak dari korosi antara lain berkurangnya ketebalan material dan menurunnya kemampuan baja dalam menahan beban akibat proses oksidasi yang berlangsung secara terus-menerus (Alit et al. 2024). Metode pengukuran arus galvanik sering dipakai untuk menilai seberapa efektif bahan penghambat korosi, kinerja sistem proteksi katodik, dan untuk mempelajari terjadinya korosi galvanik pada dua logam yang saling terhubung (Zuo et al. 2025).

2.3 Laju Korosi

Laju korosi pada baja karbon rendah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya, terutama tingkat keasaman (pH), kelembapan udara, serta intensitas paparan terhadap air laut (Dianna, Ambarwati, and Ariyanto 2025). Pada dasarnya sebagian besar proses korosi merupakan reaksi elektrokimia, maka setiap faktor yang memengaruhi laju reaksi kimia atau besar arus listrik yang mengalir akan berpengaruh langsung terhadap laju korosi. Dalam hal ini, Hukum Ohm dapat diterapkan untuk menjelaskan aspek kelistrikan pada sel korosi. Laju korosi berbanding lurus dengan besar arus listrik yang mengalir dalam sel elektrokimia tersebut. Apabila arus listrik dapat diukur, maka kehilangan material logam dapat dihitung secara kuantitatif dan akurat. Dengan demikian, nilai arus yang dinyatakan dalam satuan ampere atau miliampere dapat dikonversikan secara matematis menjadi laju kehilangan massa logam, misalnya dalam satuan kilogram per tahun. Istilah ampere-tahun didefinisikan sebagai arus sebesar satu ampere yang mengalir secara kontinu selama satu tahun. Setiap jenis logam memiliki karakteristik elektrokimia yang berbeda, sehingga laju korosi yang dihasilkan juga berbeda-beda (Maulana 2015).

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

Dimana:

CR = laju korosi

K = konstanta laju korosi

W = kehilangan berat (gr)

D = densitas $\approx 7,85$ gr

A = luas permukaan yang terendam (cm^2)

T = waktu (jam)

Tabel 2. 2 Satuan Laju Korosi

No	Satuan laju korosi	Konversi dari 1 mpy
1	Inch per year (ipy)	1 mpy = 1000 ipy

2	Milimeter per tahun (mm/tahun)	1 mpy = 0,0254 mm/tahun
3	Mikrometer per tahun ((μ m/tahun)	1 mpy = 25,4 μ m/tahun
4	Inch per bulan (in/bulan)	1 mpy = $1,21 \times 10^{-4}$ in/bulan
5	Nanometer per jam (nm/jam)	1 mpy = 2,90 nm/jam
6	Gram per meter persegi per tahun ((g/m ² -tahun)	1 mpy = 0,0694 g/m ² -tahun

2.3.1 Metode Weight Loss

Metode kehilangan berat (weight loss method) merupakan salah satu metode pengukuran korosi yang paling banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan menempatkan lempengan logam uji ke dalam suatu sistem atau lingkungan tertentu dan membiarkannya mengalami proses korosi dalam jangka waktu tertentu. Laju korosi kemudian ditentukan berdasarkan selisih massa lempengan logam sebelum dan sesudah pengujian. Penggunaan lempengan logam memungkinkan evaluasi laju korosi secara langsung dan kuantitatif, sehingga metode ini efektif untuk mendeteksi serangan korosi yang bersifat permanen akibat perubahan tingkat korosivitas lingkungan (Margono Sugeng, Fajar Maulana Ismail 2022). Kehilangan berat dihitung dari selisih antara berat awal (W_0) dan berat akhir (W_1) specimen setelah proses perendaman, dengan persamaan:

$$W = W_0 - W_1$$

2.4 Proteksi Katodik

Proteksi katodik merupakan metode pengendalian korosi yang bertujuan untuk mengurangi laju korosi pada struktur logam dengan menjadikannya berada pada kondisi terlindungi. Metode ini banyak diterapkan pada pelat lambung kapal di bawah garis air karena area tersebut sangat rentan terhadap korosi air laut. Kerusakan pada konstruksi baja kapal umumnya disebabkan oleh proses korosi, sehingga penerapan proteksi katodik diperlukan untuk mengurangi kerugian material yang ditimbulkan. Proteksi katodik banyak diterapkan untuk melindungi struktur baja yang berada di dalam tanah dan di lingkungan air laut, sementara penggunaannya pada lingkungan air tawar relatif terbatas dan hanya dilakukan pada kondisi tertentu. Dalam praktiknya, sistem proteksi katodik sering dikombinasikan dengan pelapisan permukaan sebagai upaya perlindungan tambahan. Kombinasi ini bertujuan untuk menjaga baja tetap terlindungi ketika lapisan pelindung mengalami kerusakan. Seiring dengan meningkatnya aktivitas eksplorasi dan produksi minyak dan gas di wilayah lepas pantai, penggunaan sistem proteksi katodik juga mengalami peningkatan yang signifikan (Teddy Ihza Mahendra 2022).

Proteksi katodik merupakan metode perlindungan terhadap korosi yang bekerja secara elektrokimia, di mana reaksi oksidasi dalam sel galvanik dipusatkan pada anoda sehingga korosi pada katoda dapat dicegah. Struktur yang akan dilindungi dibuat memiliki potensial lebih negatif sehingga berfungsi sebagai katoda, sedangkan elektroda lainnya dibuat lebih positif dan berperan sebagai anoda. Dengan demikian, terbentuk suatu sistem rangkaian arus

listrik searah yang tertutup, mirip dengan proses yang terjadi saat logam mengalami korosi alami. Sistem ini memerlukan adanya anoda, katoda, aliran arus listrik di antara keduanya, serta elektrolit sebagai media penghantar. Oleh karena itu, penerapan metode ini hanya dapat dilakukan apabila struktur yang dilindungi dan anoda saling terhubung, baik secara listrik maupun melalui elektrolit. Anoda untuk perlindungan katodik dari struktur logam yang terkena korosi meliputi seng, aluminium, magnesium atau campurannya. Pemasangan pada struktur logam menggunakan pengikat yang dialiri listrik sehingga, struktur logam dapat terlindung secara katodik dalam kondisi korosif (Kaligis and Huwae 2018).

Proteksi katodik dengan zinc anode dilakukan dengan menghubungkan zinc anode ke material yang ingin dilindungi, sehingga material tersebut berperan sebagai katoda dalam sel korosi. Logam seng, yang memiliki potensial lebih negatif, berfungsi sebagai anoda dan melepaskan elektron yang mengalir melalui kabel ke katoda. Dengan penerimaan electron ini, katoda mengalami reaksi yang melindungi material dari korosi. Proteksi katodik dengan metode anoda zinc dilakukan dengan cara menghubungkan anoda zinc ke material yang akan dilindungi. Material tersebut diatur agar berfungsi sebagai katoda dalam suatu sel korosi, sedangkan pasangan logam yang dihubungkan memiliki potensial lebih negatif sehingga bertindak sebagai anoda. Elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda melalui kabel penghubung, sehingga katoda menerima elektron. Dengan adanya aliran elektron ini, katoda mengalami reaksi reduksi dan terlindungi dari proses korosi. Berikut merupakan kelebihan dari penerapan sistem proteksi katodik menggunakan anoda zinc (Dwiyanto, Ningsih, and Widiastuti 2014).

2.5 Zinc Anode

Anoda zinc banyak dimanfaatkan untuk melindungi struktur yang berinteraksi dengan air laut karena memiliki biaya yang relatif rendah serta ketersediaannya yang melimpah di alam. Berbagai jenis paduan dan pelapisan berbasis zinc, seperti Zn-Al, Zn-Fe, Zn-Ni, Zn-Co, dan Zn-komposit, telah digunakan untuk keperluan tersebut. Selain itu, material ini juga menunjukkan kinerja ketahanan korosi yang baik. Di samping zinc, magnesium dan aluminium juga dapat digunakan sebagai anoda korban pada lingkungan yang bersifat agresif (Delimi et al. 2024).

2.6 Salinitas

Salinitas merupakan tingkat kandungan garam yang terlarut dalam air, yang dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dan dinyatakan dalam satuan permil (‰), ppt (part per thousand), atau gram per liter. Berdasarkan tingkat salinitasnya, perairan dibedakan menjadi tiga kategori yaitu perairan tawar dengan nilai salinitas antara 0 hingga 5 ppt, perairan payau dengan nilai salinitas antara 6 hingga 29 ppt, dan perairan laut dengan nilai salinitas antara 30 hingga 40 ppt. Selain pada perairan, salinitas juga dapat merujuk pada kandungan garam dalam tanah. Pada umumnya, kandungan garam di danau, sungai, dan aliran air alami sangat rendah sehingga dikategorikan sebagai air tawar dengan kandungan garam kurang dari 0,05%. Apabila kandungan garam melebihi nilai tersebut, air digolongkan sebagai air payau, sedangkan air dengan konsentrasi garam antara 3 hingga 5% dikategorikan sebagai air asin, dan apabila konsentrasinya melebihi 5% maka disebut sebagai brine (Roberto Patar Pasaribu, Anasri Tanjung, Rifal Ramadhany 2023).

2.7 pH (*Potential of Hydrogen*)

Air laut adalah air yang mengandung sekitar 3,5% garam terlarut. Seperti halnya air tawar, molekul penyusun air laut terdiri atas dua atom hidrogen (H^+) dan satu atom oksigen (O^{2-}). Keberadaan ion hidrogen (H^+) dalam air laut menyebabkan sifat keasaman atau kebasaannya dapat dinyatakan melalui parameter kimia yang disebut pH. pH merupakan skala yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman maupun kebasaan suatu larutan, dengan rentang nilai antara 0 hingga 14. Nilai pH 7 menunjukkan kondisi netral, sedangkan nilai di bawah 7 bersifat asam dan di atas 7 bersifat basa. Secara kimia, pH menyatakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang terdapat dalam suatu larutan dan dinyatakan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion hidrogen tersebut, yaitu $pH = -\log[H^+]$ (Safitri et al. 2009).

2.8 Suhu Lingkungan

Suhu larutan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju korosi. Pada media aqueous, korosi baja karbon yang disebabkan oleh keberadaan oksigen sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu. Dalam sistem terbuka, kenaikan suhu mengakibatkan kelarutan oksigen dalam media aqueous berkurang karena sebagian oksigen terlepas ke lingkungan. Sebaliknya, pada sistem tertutup, oksigen tetap berada di dalam sistem sehingga peningkatan suhu akan menyebabkan laju korosi semakin tinggi. Selain itu, kenaikan suhu juga menurunkan viskositas media aqueous, sehingga oksigen lebih mudah berdifusi menuju permukaan logam. Kondisi tersebut dapat mempercepat laju korosi baja karena sebagian besar oksigen terlarut digunakan dalam reaksi reduksi yang berlangsung pada daerah katodik (No et al. 2019).

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar perbandingan dengan penelitian yang sedang dilakukan, sekaligus untuk mengetahui posisi dan kebaruan penelitian saat ini. Selain itu, kajian terhadap penelitian sebelumnya bertujuan untuk menghindari adanya kesamaan atau pengulangan penelitian yang telah dilakukan. Oleh karena itu, pada bagian tinjauan pustaka ini penulis menyajikan beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai bahan rujukan.

Penelitian mengenai korosi pada material baja telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan kondisi lingkungan yang berbeda. Penelitian oleh Bayuseno (2012) mengenai laju korosi pada baja material kapal dengan dan tanpa perlindungan cat menunjukkan bahwa lingkungan laut memiliki pengaruh besar terhadap percepatan korosi pada baja karbon. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa baja yang tidak memiliki sistem perlindungan mengalami laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan baja yang dilindungi, sehingga diperlukan metode perlindungan yang efektif untuk memperpanjang umur pakai material.

Metode pengukuran laju korosi juga telah dikaji oleh Margono dan Ismail (2022) melalui perbandingan metode weight loss dan polarisasi berdasarkan standar ASTM G59 dan ASTM G31. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode weight loss mampu memberikan hasil yang lebih representatif untuk mengukur korosi merata (uniform corrosion) karena secara langsung menghitung kehilangan massa material akibat proses korosi. Oleh karena itu, metode weight loss dipilih dalam penelitian ini karena sesuai untuk mengevaluasi laju korosi galvanik pada baja karbon rendah.

Perkembangan teknologi pemantauan korosi juga telah dilakukan menggunakan metode non-destruktif. Zou (2017) melalui penelitian High Accuracy Ultrasonic Corrosion Monitoring Fangxin menunjukkan bahwa metode Ultrasonic Thickness Measurement

(UTM) mampu mengukur penurunan ketebalan material akibat korosi dengan tingkat akurasi yang tinggi tanpa merusak spesimen. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Thibbotuwa et al. (2024) yang mengembangkan sistem pemantauan korosi berbasis ultrasonik pada struktur lepas pantai. Penelitian tersebut membuktikan bahwa perubahan ketebalan material dapat digunakan untuk menghitung laju korosi sekaligus memprediksi umur sisa struktur yang terpapar lingkungan korosif.

Upaya perlindungan terhadap korosi pada struktur kapal juga telah menjadi perhatian dalam berbagai penelitian. Kamapunga et al. (2024) melakukan studi perbandingan beberapa metode perlindungan korosi pada tangki ballast kapal dan menyimpulkan bahwa korosi merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi umur ekonomis kapal. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem perlindungan korosi yang tepat sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan material akibat lingkungan laut yang agresif.

Pengaruh kondisi lingkungan terhadap korosi juga diteliti oleh Ummah dan Muslim (2016) pada baja karbon rendah berlapis galvanis yang ditempatkan di wilayah pedesaan, perkotaan, dan industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi tertinggi terjadi pada kawasan industri, diikuti kawasan perkotaan, dan terendah pada kawasan pedesaan. Temuan tersebut membuktikan bahwa kondisi lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat korosi material meskipun telah menggunakan lapisan pelindung.

Tumpal Ojahan dan Jefri Winata (2013) meneliti pengaruh proses pengelasan SMAW dan konsentrasi larutan NaCl terhadap laju korosi baja ASTM A36 menggunakan metode weight loss. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaCl menyebabkan laju korosi meningkat, sedangkan perubahan struktur mikro akibat proses pengelasan membuat material lebih rentan terhadap korosi merata. Penelitian ini memperkuat bahwa salinitas merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi laju korosi pada baja karbon.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa korosi pada baja karbon dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kondisi lingkungan, salinitas, metode perlindungan, dan karakteristik material. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji laju korosi galvanik antara baja karbon rendah ASTM A36 dan zinc anode dengan variasi suhu, pH, dan salinitas secara simultan masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitas zinc anode sebagai sistem proteksi katodik dalam berbagai kondisi lingkungan yang merepresentasikan perairan laut.