

Laju Korosi Baja Karbon Rendah Besi ASTM A36 dan Paku pada Lingkungan Perairan Manyar Gresik

Sonny Bambang Dianna*, Vita Ambarwati, Lisa Puspita Ariyanto
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik
Jawa Timur
E-mail: sonnybambangsb@gmail.com*

Abstract

This study aims to analyze the corrosion rate of low carbon steel in the coastal environment of Manyar District, Gresik Regency, by comparing the effects of seawater and river estuary water as well as deformation through different bending angles (45° and 90°). The weight loss method was used, with specimen immersion conducted for one month. The results showed that seawater, due to its high salinity, caused a significantly higher corrosion rate compared to estuary water. Low carbon steel specimens (M) were more susceptible to corrosion than nail specimens (P), likely due to differences in material composition and surface treatment. Additionally, deformation increased the corrosion rate due to stress concentration and micro-pooling at bent areas. This study offers a quantitative overview of steel degradation under real-world conditions and recommends additional protective measures, such as coatings or stress-minimizing designs. Further research is encouraged, including microscopic analysis and numerical simulations for more accurate prediction of material lifespan.

Keywords: Corrosion, low carbon steel, seawater, deformation, corrosion rate.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju korosi baja karbon rendah dalam lingkungan pesisir Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, dengan membandingkan pengaruh media air laut dan air muara sungai serta efek deformasi melalui variasi sudut tekukan (45° dan 90°). Metode yang digunakan adalah metode kehilangan massa (weight loss) dengan waktu perendaman selama satu bulan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air laut dengan kandungan salinitas tinggi menyebabkan laju korosi yang lebih besar dibandingkan air muara sungai. Spesimen baja karbon rendah (M) mengalami laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan spesimen paku (P), yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi material dan perlakuan permukaan. Selain itu, deformasi pada spesimen meningkatkan laju korosi secara signifikan akibat konsentrasi tegangan dan terbentuknya genangan mikro pada area tekukan. Penelitian ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai laju degradasi baja dalam lingkungan nyata serta merekomendasikan perlindungan tambahan pada struktur logam, seperti pelapisan atau desain yang meminimalkan konsentrasi tegangan. Studi ini juga menyarankan pengembangan penelitian lebih lanjut, termasuk pengamatan mikroskopik dan simulasi numerik untuk prediksi umur material secara lebih akurat.

Kata kunci: Korosi, baja karbon rendah, air laut, deformasi, laju korosi.

1. Pendahuluan

Jawa timur merupakan daerah atau Kawasan industri strategis yang berperan aktif dalam ekonomi nasional khususnya di Kabupaten Gresik. Kabupaten Gresik terdiri dari Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujung pangkah, dan Panceng, sebagian besar wilayah Kabupaten Gresik berada di tepi pantai.

Kabupaten Gresik merupakan salah satu wilayah yang mengalami perkembangan pesat dalam sektor industri, baik pada skala besar, menengah, maupun kecil. Berbagai jenis

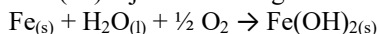
industri, mulai dari manufaktur, konstruksi, kimia, petrokimia, hingga industri maritim, menjadikan kawasan ini sebagai pusat pertumbuhan ekonomi yang strategis di Jawa Timur. Dalam mendukung aktivitas dan infrastruktur industri tersebut, pemilihan material konstruksi menjadi faktor penting, khususnya dalam hal ketahanan, efisiensi biaya, dan ketersediaan. Salah satu material yang banyak digunakan dan dianggap sebagai komponen krusial dalam pembangunan sektor industri di Gresik adalah baja karbon rendah.

Material ini menjadi pilihan utama karena memiliki sejumlah keunggulan teknis yang mendukung kebutuhan industri. Baja karbon rendah dikenal memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik, seperti kekuatan tarik yang cukup tinggi, ketangguhan, serta kemampuan deformasi plastis yang memadai. Karakteristik ini membuatnya sangat cocok untuk berbagai aplikasi struktural dan mekanis, termasuk rangka bangunan, komponen mesin, pipa, dan berbagai peralatan pendukung industri lainnya.

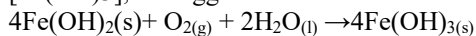
Selain itu, kandungan karbon yang rendah (umumnya kurang dari 0,25%) menjadikan baja jenis ini lebih mudah untuk dilakukan proses pengelasan, pembentukan, dan pemotongan, yang merupakan proses penting dalam manufaktur dan konstruksi. Baja karbon rendah juga relatif lebih tahan terhadap korosi dibanding baja dengan kandungan karbon lebih tinggi, meskipun dalam lingkungan korosif seperti daerah pesisir atau kawasan industri dengan kelembapan tinggi, tetap diperlukan perlindungan tambahan seperti pelapisan atau perlakuan permukaan. Ketahanannya terhadap keausan dan deformasi juga menjadikan baja ini memiliki umur pakai yang panjang, sehingga secara ekonomis lebih menguntungkan dalam jangka waktu panjang. Pemilihan baja karbon rendah juga didukung oleh ketersediaannya yang luas dan biaya produksinya yang relatif rendah dibandingkan dengan baja paduan tinggi atau material logam lain, sehingga memberikan efisiensi biaya tanpa mengorbankan performa teknis.

Kelebihan ataupun keunggulan baja karbon rendah, juga memiliki kekurangan yang tidak bisa dihindarkan yaitu korosi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh korosi bisa menyebabkan berkurangnya kekuatan dan menjadi rapuh. Laju korosi sangat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan di sekitar berupa lingkungan asam, udara, embun, air tawar dan air laut. Korosi adalah proses kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan dan sekitarnya [1].

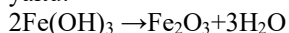
Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dijelaskan sebagai berikut:



Ferro hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ merupakan hasil sementara yang bisa teroksidasi secara ilmiah oleh air dan udara menjadi ferro hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, sehingga terbentuk reaksi:



Ferro hidroksida menjadi Fe_2O_3 dengan warna merah coklat yang biasa disebut karat. Reaksinya yaitu:



Kecamatan Manyar dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu kawasan

pesisir di Gresik yang memiliki kombinasi faktor lingkungan yang sangat korosif, seperti kadar garam tinggi, suhu fluktuatif, dan tingkat kelembapan yang besar. Selain itu, kawasan ini juga menjadi pusat berbagai aktivitas industri dan pertambangan, sehingga mewakili kondisi riil penggunaan material baja karbon rendah dalam operasional sehari-hari. Studi terhadap laju korosi di kawasan ini sangat penting untuk memahami ketahanan material dalam kondisi ekstrem serta merancang langkah-langkah pencegahan atau perlindungan yang lebih efektif.

Laju korosi pada baja karbon rendah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, termasuk tingkat keasaman, kelembapan udara, serta paparan air laut. Oleh karena itu, penelitian terhadap laju korosi dalam lingkungan pesisir menjadi sangat penting, khususnya di Kabupaten Gresik yang sebagian besar aktivitas industrinya berbatasan langsung dengan laut.

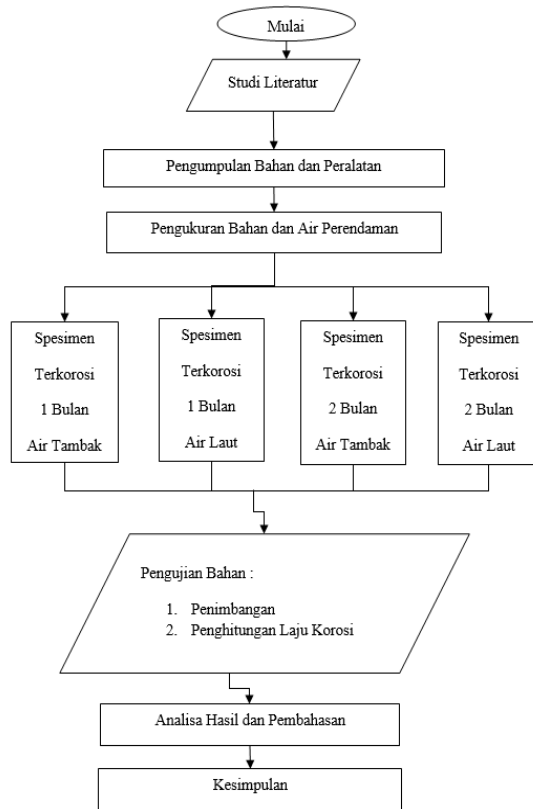
Kecamatan Manyar dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki karakteristik lingkungan yang sangat mendukung terjadinya korosi, seperti kadar salinitas tinggi, suhu yang fluktuatif, dan kelembapan yang tinggi sepanjang tahun. Selain itu, Kecamatan Manyar juga merupakan kawasan penting bagi industri perikanan dan petani tambak, di mana penggunaan baja karbon rendah pada peralatan kerja menjadi bagian penting dari aktivitas sehari-hari.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dwiki Akbar [2], menunjukkan baja karbon rendah A36 laju korosi pada daerah kenjeran Surabaya mendapat hasil laju rata-rata setelah pengujian selama 8 minggu mendapatkan 0,4mmpy. Dengan melakukan penelitian langsung di lingkungan pantai Manyar, diharapkan diperoleh data laju korosi yang lebih representatif terhadap kondisi nyata, sehingga hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai ketahanan baja karbon rendah dalam kondisi lingkungan yang ekstrem.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan baja dapat mengalami korosi di lingkungan atmosfer Gresik. Ketika laju korosi dapat ditentukan, maka umur pakai baja dan penentuan proses perlindungan yang tepat dapat diperkirakan. Kondisi tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerugian khususnya pada industri, baik dari segi teknis, biaya, maupun tampilan estetika.

2. Metodologi

Gambar 1. menunjukkan diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses pengujian untuk menentukan laju dan jenis korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon rendah dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis. Tahap awal dimulai dengan pembersihan permukaan spesimen menggunakan sikat kawat dan kertas gosok untuk menghilangkan kotoran, karat, dan oksida yang menempel. Selanjutnya, spesimen dicuci dengan air sabun dan dibilas menggunakan air bersih, lalu dikeringkan sebelum dilakukan penimbangan awal (massa awal/initial weight) dengan neraca digital presisi tinggi.

Untuk karakterisasi media perendaman, digunakan dua jenis air, yaitu air laut dan air tambak, yang sebelumnya diukur salinitasnya menggunakan refraktometer, sehingga diketahui konsentrasi NaCl dalam larutan. Pengukuran pH dan suhu dilakukan menggunakan pH meter dan TDS+thermometer digital, guna memastikan kondisi lingkungan selama perendaman mencerminkan kondisi alam di sekitar pesisir atau muara sungai. Bejana plastik disiapkan untuk masing-masing media, dan tiap bejana diisi dua spesimen yang berbeda sudut tekukannya (lurus, 45°, dan 90°), lalu diletakkan pada suhu ruang dengan temperatur air berkisar antara 30–33°C.

Durasi perendaman berlangsung selama satu bulan, dengan pengamatan makroskopik dilakukan secara berkala untuk mencatat

perubahan visual permukaan logam, seperti pembentukan karat, retakan, atau lubang. Setelah waktu perendaman selesai, spesimen dibersihkan dari produk korosi menggunakan larutan penghilang karat (sesuai standar ASTM G1), dikeringkan, lalu ditimbang kembali untuk memperoleh data kehilangan massa (Δm).

3. Hasil dan Pembahasan

Data pengujian perendaman spesimen baja karbon rendah dan paku dalam media air laut dan air muara sungai dengan perbedaan perlakuan sebagai berikut:

A. Efek Sudut Penekukan terhadap Laju Korosi pada Air Laut

Tabel 1.
Perbandingan Laju Korosi Pada Perbedaan Sudut Penekukan

Spesimen	Sudut	Δm (gr)
Plat Besi	Lurus	0.11
Paku	Lurus	0.07
Plat Besi	45°	0.13
Paku	45°	0.08
Plat Besi	90°	0.14
Paku	90°	0.08

Berdasarkan data kehilangan massa (Δm) akibat perendaman dalam air laut, terlihat bahwa nilai kehilangan berat pada spesimen meningkat seiring bertambahnya sudut penekukan, terutama pada plat besi. Spesimen plat besi yang dipasang dalam posisi lurus mengalami penurunan massa sebesar 0,11 gram, kemudian meningkat menjadi 0,13 gram pada sudut 45°, dan mencapai 0,14 gram pada sudut 90°. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut penekukan, semakin besar pula laju korosi yang terjadi, yang ditandai dengan semakin banyaknya massa logam yang larut akibat oksidasi. Sementara itu, paku mengalami penurunan massa yang relatif lebih kecil dan stabil, yaitu sebesar 0,07 gram pada posisi lurus, serta 0,08 gram pada sudut 45° dan 90°.



Gambar 2. Spesimen setelah perendaman air laut

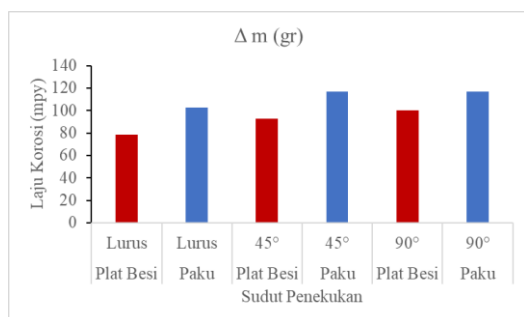
Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengurangan berat, maka dapat diolah menggunakan persamaan weight loss untuk mendapatkan nilai laju korosi pada material, sebagai berikut:

$$CR_{A1} = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_s \times t}$$

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2.
Perbandingan Laju Korosi Perendaman Air Laut

Spesimen	Sudut	Laju korosi (mpy)
Plat Besi	Lurus	78.585
Paku	Lurus	102.417
Plat Besi	45°	92.873
Paku	45°	117.048
Plat Besi	90°	100.017
Paku	90°	117.048



Gambar 3.
Perbandingan Laju Korosi Pada Perbedaan Sudut Penekukan

Grafik diatas menunjukkan nilai laju korosi pada masing-masing spesimen, hasil pengujian laju korosi pada spesimen plat besi dan paku yang dipasang pada berbagai sudut menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan, laju korosi yang terjadi cenderung meningkat.

Berdasarkan Tabel 9, terlihat bahwa terjadi peningkatan laju korosi seiring bertambahnya sudut penekukan, terutama pada spesimen plat besi. Spesimen plat besi dengan sudut lurus mengalami kehilangan massa sebesar 0,11 gram, kemudian meningkat menjadi 0,13 gram pada sudut 45°, dan mencapai 0,14 gram pada sudut 90°. Pola ini juga tercermin dalam perhitungan laju korosi, yaitu 78,585 mpy (lurus), 92,873 mpy (45°), dan 100,017 mpy (90°). Meskipun peningkatan laju korosi pada paku tidak sebesar plat besi, kecenderungan peningkatan tetap terlihat. Hal ini menunjukkan bahwa sudut penekukan secara signifikan memengaruhi kecepatan degradasi material, terutama untuk jenis baja karbon rendah. Penekukan atau perubahan sudut pada logam dapat menyebabkan perubahan distribusi tegangan dan aliran cairan di sekitar permukaan logam, yang berdampak pada proses korosi. Pada sudut yang lebih besar (misalnya 90°), bagian cekungan atau lipatan cenderung menjadi perangkap alami bagi air laut dan ion-ion agresif seperti klorida (Cl⁻). Hal ini menyebabkan genangan mikro dan memperpanjang waktu kontak antara permukaan logam dengan media korosif, sehingga mempercepat proses oksidasi.

Selain itu, sudut penekukan juga dapat menciptakan mikro-retakan atau deformasi plastis lokal pada permukaan logam, terutama pada titik tekukan. Area ini memiliki energi internal yang lebih tinggi dan struktur kristal yang terganggu, sehingga menjadi lebih reaktif terhadap reaksi korosi. Bagian yang tertekan atau tertarik selama proses penekukan juga bisa mengalami penipisan lapisan pelindung alami, membuatnya lebih rentan terhadap penetrasi ion-ion korosif. Kondisi ini mendukung terbentuknya genangan mikro dan sel galvanik lokal, mempercepat laju oksidasi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang diungkapkan oleh Sulaiman [3] yang menyatakan bahwa bahan mengalami pemendekan yang artinya mendapatkan tekanan yang lebih besar dibanding sudut lainnya.

B. Efek Sudut Penekukan terhadap Laju Korosi pada Air Muara Sungai

Tabel 3.
Perbandingan Laju Korosi Pada Perbedaan Sudut Penekukan Pada Perendaman Air Muara Sungai

Spesimen	Sudut	Δm (gr)
Plat Besi	Lurus	0.1
Paku	Lurus	0.05
Plat Besi	45°	0.1
Paku	45°	0.07
Plat Besi	90°	0.12
Paku	90°	0.08

Pada pengujian perendaman di air muara sungai, terlihat adanya perbedaan penurunan massa (Δm) pada spesimen plat besi dan paku yang ditekuk pada sudut berbeda. Spesimen plat besi dan paku yang diposisikan lurus mengalami penurunan massa masing-masing sebesar 0,1 gram dan 0,05 gram. Pada sudut 45°, penurunan massa tetap sebesar 0,1 gram untuk plat besi, namun meningkat menjadi 0,07 gram pada paku. Sementara itu, pada sudut 90°, plat besi menunjukkan penurunan massa tertinggi yaitu 0,12 gram, sedangkan paku sebesar 0,08 gram. Data ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut penekukan, maka kehilangan massa akibat korosi juga cenderung meningkat, baik pada plat maupun paku.



Gambar 4. Spesimen setelah perendaman air laut

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengurangan berat, maka dapat diolah menggunakan persamaan weight loss untuk

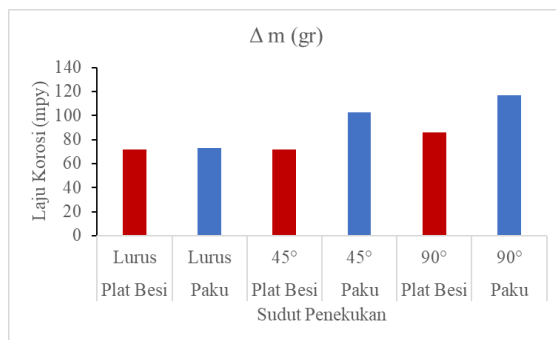
mendapatkan nilai laju korosi pada material, sebagai berikut:

$$CR_{A1} = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_s \times t}$$

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.
Perbandingan Laju Korosi Pada Material

Spesimen	Sudut	Laju korosi (mpy)
Plat Besi	Lurus	71.441
Paku	Lurus	73.155
Plat Besi	45°	71.441
Paku	45°	102.417
Plat Besi	90°	85.729
Paku	90°	117.048



Gambar 5. Perbandingan Laju Korosi Pada Perbedaan Sudut Penekukan

Grafik diatas menunjukkan nilai laju korosi pada masing-masing spesimen, hasil pengujian laju korosi pada spesimen plat besi dan paku yang dipasang pada berbagai sudut menunjukkan bahwa semakin besar sudut pemasangan, laju korosi yang terjadi cenderung meningkat.

Dari hasil ini dapat dilihat bahwa spesimen dengan deformasi (tekukan) cenderung mengalami laju korosi yang lebih besar dibandingkan spesimen lurus, terutama untuk baja karbon rendah. Penekukan atau perubahan sudut pada logam dapat menyebabkan perubahan distribusi tegangan dan aliran cairan di sekitar permukaan logam, yang berdampak pada proses korosi. Fenomena ini disebabkan oleh peningkatan akumulasi air dan ion-ion agresif seperti klorida di area tekukan, terutama pada sudut 90° yang membentuk cekungan yang lebih dalam dan memungkinkan terjadinya genangan mikro. Genangan tersebut memperpanjang waktu kontak antara logam dengan larutan korosif, sehingga mempercepat proses oksidasi. Selain itu, proses penekukan logam dapat menyebabkan deformasi plastis dan tegangan sisa pada permukaan spesimen, yang membuat lapisan pelindung alami logam rusak dan memperbesar potensi korosi.

Selain itu, sudut penekukan juga dapat menciptakan mikro-retakan atau deformasi

plastis lokal pada permukaan logam, terutama pada titik tekukan. Area ini memiliki energi internal yang lebih tinggi dan struktur kristal yang terganggu, sehingga menjadi lebih reaktif terhadap reaksi korosi. Bagian yang tertekan atau tertarik selama proses penekukan juga bisa mengalami penipisan lapisan pelindung alami, membuatnya lebih rentan terhadap penetrasi ion-ion korosif. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang diungkapkan oleh Sulaiman [3] yang menyatakan bahwa bahan mengalami pemendekan yang artinya mendapatkan tekanan yang lebih besar dibanding sudut lainnya.

C. Pembahasan

Media air laut cenderung mempercepat proses korosi dibandingkan air muara sungai. Hal ini diduga kuat disebabkan oleh tingginya kandungan salinitas (NaCl) dalam air laut. Ion klorida (Cl^-) dalam air laut mempercepat reaksi elektrokimia pada permukaan logam, sehingga mempercepat pembentukan produk korosi seperti karat [4]. Kondisi ini menyebabkan spesimen yang direndam di air laut mengalami kehilangan massa lebih besar dibandingkan dengan spesimen yang direndam di air muara sungai, di mana konsentrasi garam relatif lebih rendah.

Secara umum, spesimen yang direndam dalam air laut mengalami laju korosi lebih tinggi dibandingkan dengan air muara sungai. Hal ini terutama disebabkan oleh tingginya kandungan salinitas dan ion klorida dalam air laut, yang bersifat agresif terhadap logam. Ion Cl^- dapat menembus lapisan pelindung pasif logam dan mempercepat pembentukan produk korosi seperti Fe_2O_3 atau Fe_3O_4 . Air muara sungai, sebagai campuran antara air laut dan air tawar, memiliki salinitas lebih rendah dan pH yang lebih fluktuatif, sehingga meskipun tetap bersifat korosif, dampaknya tidak sekuat air laut.

Spesimen baja karbon rendah secara konsisten menunjukkan laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen paku. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi material, di mana baja karbon rendah lebih mudah mengalami reaksi oksidasi pada kondisi lingkungan yang korosif [5]. Selain itu, struktur mikro baja karbon rendah dapat lebih rentan terhadap serangan korosi dibandingkan paku, yang mungkin memiliki perlakuan pelindung tambahan seperti pelapisan seng (galvanisasi).

Tekukan pada spesimen, baik pada sudut 45° maupun 90°, terbukti memperbesar laju korosi. Area tekukan cenderung menjadi titik konsentrasi tegangan, yang dapat memicu terbentuknya retakan mikro dan meningkatkan area aktif korosi. Retakan ini mempermudah penetrasi ion korosif seperti klorida ke dalam

material, sehingga mempercepat proses degradasi. Semakin besar sudut tekukan, maka semakin tinggi pula kemungkinan terbentuknya kerusakan lokal yang mempercepat korosi [6].

Fenomena ini menunjukkan bahwa dalam aplikasi industri, struktur baja karbon rendah yang terpapar lingkungan laut perlu memperhatikan desain geometris material. Struktur dengan banyak tekukan atau sambungan harus diberi perlindungan tambahan terhadap korosi, misalnya melalui penerapan coating (pelapisan), penggunaan inhibitor korosi, atau desain yang meminimalkan konsentrasi tegangan. Perawatan berkala pada area-area kritis seperti sambungan dan tekukan sangat penting untuk memperpanjang umur pakai struktur dan mencegah kegagalan dini akibat korosi.

Dengan mempertimbangkan hasil-hasil pengujian yang telah dibahas sebelumnya, maka temuan ini secara langsung menjawab tujuan utama penelitian, yaitu untuk mengetahui kecepatan baja mengalami korosi dalam lingkungan yang mewakili kondisi atmosfer Gresik, khususnya melalui media korosif seperti air laut dan air muara sungai. Data laju korosi yang diperoleh dari masing-masing spesimen dan variasi sudut penekukan memberikan gambaran kuantitatif mengenai seberapa cepat baja karbon rendah mengalami degradasi. Dengan diketahui bahwa laju korosi cenderung meningkat pada sudut tekukan yang lebih besar, serta lebih agresif dalam media air laut, maka hal ini memperkuat kesimpulan bahwa desain geometris, kondisi lingkungan, dan jenis material memiliki pengaruh signifikan terhadap umur pakai suatu struktur logam.

Informasi ini menjadi sangat penting dalam konteks industri, khususnya di wilayah seperti Gresik yang memiliki aktivitas industri padat dan berdekatan dengan wilayah pesisir. Ketika laju korosi dapat diidentifikasi secara akurat, maka dapat dilakukan estimasi umur pakai material serta ditentukan langkah-langkah pencegahan dan perlindungan korosi yang tepat, seperti pemilihan pelapis yang sesuai, teknik desain yang meminimalkan area tekukan atau sambungan kritis, dan jadwal inspeksi yang lebih terarah. Upaya-upaya ini secara langsung akan mengurangi risiko kegagalan struktur, menekan biaya perawatan dan penggantian, serta mempertahankan aspek keselamatan dan estetika pada infrastruktur maupun fasilitas industri.

Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi akademik terkait pemahaman mekanisme korosi pada baja karbon rendah, tetapi juga memiliki nilai praktis tinggi bagi sektor industri di Gresik dan daerah pesisir

lainnya, dalam rangka pengelolaan material yang lebih efisien dan berkelanjutan.

4. Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa media air laut memiliki pengaruh korosif yang lebih besar dibandingkan air muara sungai, yang diduga kuat disebabkan oleh tingginya kandungan salinitas (NaCl) dan ion klorida yang mempercepat reaksi oksidasi pada permukaan logam. Selain itu, spesimen baja karbon rendah (M) menunjukkan laju korosi yang secara konsisten lebih tinggi dibandingkan spesimen paku (P), yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi material, mikrostruktur, dan perlakuan permukaan (misalnya galvanisasi pada paku). Variasi sudut penekukan (baik 45° maupun 90°) secara signifikan meningkatkan laju korosi pada kedua jenis spesimen, yang berkaitan erat dengan konsentrasi tegangan pada area tekukan serta terbentuknya genangan mikro yang memperpanjang waktu kontak dengan media korosif.

Pendekatan eksperimental melalui metode pengukuran kehilangan massa dan perhitungan laju korosi (weight loss method) terbukti efektif untuk menggambarkan perilaku korosi dalam kondisi nyata, dan memberikan kontribusi nyata terhadap pemahaman pengaruh geometri serta lingkungan terhadap ketahanan material. Namun, studi ini memiliki keterbatasan, antara lain belum mempertimbangkan pengaruh waktu perendaman jangka panjang, fluktuasi suhu dan pH secara dinamis, serta belum mengamati mikrostruktur hasil korosi melalui uji lanjut seperti SEM atau EDX.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengamatan jangka panjang dalam kondisi lingkungan alami, termasuk analisis topografi dan produk korosi secara mikroskopik untuk mengetahui jenis dan laju pertumbuhan korosi lebih mendalam. Selain itu, dapat dikembangkan simulasi numerik yang mengintegrasikan pengaruh geometri, tegangan sisa, dan kondisi lingkungan terhadap prediksi umur material. Penelitian juga dapat diperluas dengan menguji berbagai jenis pelindung permukaan dan teknik mitigasi korosi, sehingga hasilnya lebih aplikatif dalam konteks industri, khususnya untuk wilayah pesisir seperti Gresik yang rawan terhadap kerusakan akibat korosi.

Daftar Pustaka

- [1] Utomo B. Jenis korosi dan penanggulangannya. *Kapal: J Ilmu Pengetah Teknol Kelautan*. 2012;6(2):138–141.
<https://doi.org/10.14710/kpl.v6i2.2731>

- [2] Akbar TD, Pranatal E, Perkapalan JT, Adhi T, Surabaya T. Analisa laju korosi baja A36 sebagai bahan lambung kapal pada lingkungan perairan Kenjeran Surabaya menggunakan metode weight loss. 2023:1–7.
- [3] Sualiman. Influence of bending process and line heating of ship steel plate AISI E 2512 on hardness value and corrosion rate [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2010.
- [4] Afandi YK, Arief IS. Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan coating. J Tek ITS. 2015;4(1).
- [5] Qusayyi AA, Santosa AWB. Analisis pengaruh salinitas air dan waktu penyemprotan sandblasting terhadap laju korosi dengan coating dan tanpa coating pada baja ST 60. J Tek Perkapalan. 2024;12(3).
- [6] Jalaluddin, Ishak, Rosmayuni. Efektifitas inhibitor ekstrak tanin kulit kayu akasia (*Acacia mangium*) terhadap laju korosi baja lunak (ST.37) dalam media asam klorida. J Teknol Kimia Unimal. 2015;4(1). Available from:
http://ft.unimal.ac.id/teknik_kimia/jurnal