

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi



Gambar 2. 1 Korosi Pada Lambung Kapal
(Sumber: Gastra.id, 2025)

Korosi merupakan salah satu bentuk kerusakan yang sering terjadi pada material logam akibat interaksi antara logam dan lingkungan di sekitarnya. Fenomena ini banyak dijumpai pada berbagai sektor industri, termasuk konstruksi dan perkapalan. Secara umum, korosi terjadi melalui reaksi elektrokimia yang berlangsung ketika logam bersentuhan dengan media tertentu, seperti air dan oksigen, sehingga menyebabkan material mengalami penurunan kualitas secara bertahap (Popa et al., 2021).

Pada proses korosi, terdapat reaksi oksidasi dan reduksi yang berlangsung secara bersamaan di permukaan logam. Daerah yang mengalami oksidasi akan bertindak sebagai anoda dan melepaskan elektron, sedangkan daerah lain berperan sebagai katoda yang menerima elektron tersebut. Reaksi ini menyebabkan logam secara perlahan mengalami kehilangan material dan membentuk produk korosi, seperti karat pada baja. Kecepatan terjadinya korosi dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, antara lain kelembapan, temperatur, nilai pH, serta keberadaan zat-zat tertentu seperti garam yang dapat mempercepat reaksi korosi (Popa et al., 2021).

Korosi dapat terjadi dalam beberapa bentuk tergantung pada kondisi lingkungan dan mekanisme yang menyebabkannya. Korosi seragam (uniform corrosion) merupakan jenis korosi yang terjadi secara merata pada seluruh permukaan logam. Selain itu terdapat korosi galvanik yang muncul akibat kontak antara dua logam berbeda, serta korosi lokal seperti pitting corrosion dan crevice corrosion yang menyerang area tertentu pada permukaan material. Beberapa kondisi juga dapat memicu terjadinya korosi yang disertai tegangan sehingga menyebabkan retakan pada material. Perbedaan mekanisme tersebut menunjukkan bahwa setiap jenis korosi memiliki karakteristik dan tingkat kerusakan yang berbeda.

Dampak korosi tidak hanya terlihat dari perubahan kondisi permukaan material, tetapi juga dapat menyebabkan penurunan kekuatan dan ketahanan

struktur. Seiring berjalannya waktu, korosi akan mengurangi ketebalan material sehingga kemampuan material dalam menahan beban menjadi berkurang. Pada struktur seperti kapal, pipa, tangki, maupun konstruksi baja lainnya, korosi yang tidak dikendalikan dapat meningkatkan risiko kerusakan dan menimbulkan kerugian dari segi keselamatan maupun biaya perawatan. Berbagai metode perlindungan korosi terus dikembangkan untuk memperpanjang umur pakai material dan memastikan struktur tetap berfungsi dengan baik selama digunakan (Nelvi Helmania Putri et al., 2024).

2.1.1 Mekanisme Korosi

Korosi pada logam umumnya terjadi melalui proses elektrokimia yang melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi. Reaksi ini berlangsung ketika permukaan logam bersentuhan dengan lingkungan yang dapat berfungsi sebagai elektrolit, seperti air laut. Pada kondisi tersebut akan terbentuk daerah anoda dan katoda pada permukaan logam.

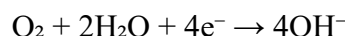
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa korosi pada logam terjadi melalui mekanisme elektrokimia yang melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan material. Ketika logam berada pada lingkungan yang mengandung elektrolit, akan terbentuk daerah anoda dan katoda yang menyebabkan terjadinya perpindahan elektron sehingga logam secara bertahap mengalami degradasi. Selain itu, kondisi lingkungan di sekitar permukaan logam dapat memengaruhi laju reaksi yang terjadi, termasuk perubahan konsentrasi oksigen, ion-ion terlarut, serta kondisi permukaan material itu sendiri (Martinelli-orlando, 2024).

Penelitian lain juga menjelaskan bahwa proses korosi berlangsung melalui reaksi anodik yang melepaskan elektron dan reaksi katodik yang mengonsumsi elektron tersebut. Interaksi kedua reaksi ini menentukan kecepatan kerusakan material, sehingga perubahan kondisi elektrolit maupun karakteristik permukaan logam dapat memengaruhi mekanisme korosi yang terjadi (Hageman et al., 2023).

Pada daerah anoda, atom besi mengalami oksidasi dengan melepaskan elektron dan berubah menjadi ion besi. Reaksi yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut:



Elektron yang dihasilkan kemudian bergerak menuju daerah katoda. Pada daerah katoda, elektron tersebut digunakan dalam reaksi reduksi oksigen yang terdapat di dalam air. Reaksi reduksi yang umum terjadi adalah:



Ion besi yang terbentuk dari reaksi anoda selanjutnya bereaksi dengan ion hidroksida dan menghasilkan senyawa oksida besi atau yang lebih dikenal sebagai karat. Korosi ini biasanya memiliki struktur yang rapuh dan tidak mampu memberikan perlindungan yang baik terhadap permukaan logam. Akibatnya, proses korosi dapat terus berlangsung selama masih terdapat kontak antara logam dan lingkungan korosif.

Pada lingkungan air laut, keberadaan ion-ion terlarut seperti ion klorida (Cl^-) dapat mempercepat terjadinya korosi. Ion tersebut membantu proses perpindahan muatan dalam reaksi elektrokimia sehingga laju korosi menjadi lebih tinggi dibandingkan pada air tawar.

2.1.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Korosi

Laju korosi pada suatu material dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari lingkungan maupun dari material itu sendiri. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kecepatan reaksi elektrokimia yang terjadi pada permukaan logam sehingga menentukan tingkat kerusakan material selama berada pada lingkungan korosif. Parameter lingkungan seperti kandungan oksigen, salinitas, temperatur, dan pH memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi logam, terutama pada lingkungan laut yang mengandung elektrolit dengan konduktivitas tinggi. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Kandungan Oksigen

Oksigen memiliki peran penting dalam proses korosi karena berperan dalam reaksi reduksi pada daerah katoda. Semakin tinggi kandungan oksigen terlarut dalam suatu media, maka reaksi korosi umumnya akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan oksigen berfungsi sebagai zat penerima elektron dalam reaksi katodik sehingga dapat mempercepat berlangsungnya proses korosi pada permukaan logam (Hageman et al., 2023).

2. Salinitas

Salinitas menunjukkan jumlah garam yang terkandung dalam air. Air laut memiliki tingkat salinitas yang cukup tinggi sehingga mampu meningkatkan konduktivitas media dan mempercepat terjadinya korosi. Kandungan ion klorida (Cl^-) yang tinggi juga dapat merusak lapisan pelindung pada permukaan logam dan mempercepat terjadinya serangan korosi (Chohan et al., 2024).

3. Temperatur

Kenaikan temperatur biasanya akan mempercepat reaksi kimia maupun elektrokimia. Oleh karena itu, laju korosi cenderung meningkat seiring bertambahnya suhu lingkungan (Chohan et al., 2024).

4. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH lingkungan dapat mempengaruhi kestabilan permukaan logam. Lingkungan yang lebih asam umumnya akan mempercepat proses korosi karena banyaknya ion hidrogen yang dapat mendukung berlangsungnya reaksi korosi (Chohan et al., 2024).

5. Kelembapan

Kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya lapisan air tipis pada permukaan logam. Lapisan ini dapat berfungsi sebagai elektrolit sehingga memungkinkan terjadinya reaksi korosi (Kassinis et al., 2025).

6. Jenis dan Komposisi Material

Setiap material memiliki tingkat ketahanan korosi yang berbeda-beda. Baja karbon seperti ASTM A36 memiliki ketahanan korosi yang relatif rendah jika dibandingkan dengan material yang memiliki unsur paduan khusus, sehingga membutuhkan perlindungan tambahan ketika digunakan pada lingkungan yang agresif (Kassinis et al., 2025).

7. Kondisi Permukaan Material

Permukaan material yang kasar, kotor, atau masih mengandung karat dapat mempermudah terjadinya korosi. Oleh karena itu, proses persiapan permukaan seperti *sandblasting* perlu dilakukan sebelum aplikasi *coating* agar daya lekat lapisan pelindung menjadi lebih baik (Kassinis et al., 2025).

2.1.3 Laju Korosi

Laju korosi menunjukkan tingkat kerusakan material akibat proses korosi dalam periode waktu tertentu. Parameter ini digunakan untuk mengetahui seberapa cepat suatu material mengalami penurunan kualitas ketika berada pada lingkungan yang bersifat korosif. Semakin besar nilai laju korosi, semakin cepat material mengalami kehilangan ketebalan dan penurunan umur pakai.

Besarnya laju korosi dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari material maupun lingkungan. Faktor lingkungan yang umum memengaruhi laju korosi antara lain temperatur, kelembapan, nilai pH, kandungan oksigen terlarut, serta keberadaan ion klorida. Pada lingkungan laut, ion klorida memiliki peran yang cukup besar dalam mempercepat reaksi korosi karena dapat meningkatkan aktivitas elektrokimia pada permukaan logam. Selain faktor lingkungan, kondisi permukaan material dan jenis logam yang digunakan juga berpengaruh terhadap kecepatan terjadinya korosi (Mahmuddin et al., 2025).

Pengukuran laju korosi dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti metode kehilangan massa (*weight loss*), metode elektrokimia,

maupun metode pengukuran kehilangan ketebalan material. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan keterbatasan sesuai dengan tujuan pengujian yang dilakukan. Pada penelitian ini, laju korosi ditentukan berdasarkan perubahan ketebalan spesimen sebelum dan sesudah perendaman yang diukur menggunakan *Ultrasonic Thickness Gauge* (UTG). Data kehilangan ketebalan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung laju korosi dalam satuan mm/tahun sehingga dapat diketahui tingkat kerusakan material pada setiap variasi jarak *spray coating*.

Tabel 2. 1 Satuan Laju Korosi

Satuan Laju Korosi	Konversi dari 1 mpy
Inch per year (ipy)	0,001 ipy
Milimeter per tahun (mm/tahun)	0,0254 mm/tahun
Mikrometer per tahun (μm /tahun)	25,4 μm /tahun
Inch per bulan (in/bulan)	$8,33 \times 10^{-5}$ in/bulan
Nanometer per jam (nm/jam)	2,90 nm/jam

2.1.4 Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Kehilangan Ketebalan

Perhitungan laju korosi pada penelitian ini dilakukan berdasarkan kehilangan ketebalan material setelah proses perendaman. Metode ini digunakan karena perubahan ketebalan merupakan salah satu indikator yang dapat menunjukkan tingkat kerusakan material akibat korosi. Pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan *Ultrasonic Thickness Gauge* (UTG) yang bekerja dengan metode *pulse-echo* sehingga pengukuran dapat dilakukan tanpa merusak spesimen. Menurut ASTM E797/E797M, metode pengukuran ketebalan ultrasonik banyak digunakan untuk memantau penipisan dinding material yang disebabkan oleh korosi maupun erosi pada berbagai komponen logam.

Laju korosi dihitung berdasarkan selisih ketebalan spesimen sebelum dan sesudah perendaman dalam jangka waktu tertentu. Semakin besar penurunan ketebalan yang terjadi, maka laju korosi yang dialami material juga semakin tinggi. Sebaliknya, penurunan ketebalan yang lebih kecil menunjukkan bahwa material memiliki ketahanan korosi yang lebih baik atau lapisan *coating* yang digunakan mampu memberikan perlindungan yang efektif terhadap lingkungan korosif. Metode ultrasonik banyak digunakan untuk mengukur perubahan ketebalan karena dapat dilakukan tanpa merusak material serta mampu memberikan hasil pengukuran yang cukup akurat.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung laju korosi adalah sebagai berikut:

Rumus:

$$CR = \frac{\Delta t \times 365}{T}$$

Keterangan:

- a) CR = Corrosion Rate (laju korosi) dalam mm/tahun
- b) Δt = kehilangan ketebalan (mm)
- c) 365 = jumlah hari dalam 1 tahun
- d) T = lama pengujian (hari)

2.2 Baja ASTM A36



Gambar 2. 2 Baja ASTM A36
(Sumber: Leeco Steel, 2025)

Baja ASTM A36 merupakan salah satu jenis baja karbon yang paling sering digunakan, terutama dalam bidang konstruksi dan fabrikasi. Alasan utamanya karena baja ini memiliki sifat yang cukup seimbang antara kekuatan dan kemudahan dalam pengerjaan. Secara mekanik, baja A36 memiliki tegangan luluh minimum sekitar 250 MPa dan kuat tarik di kisaran 400–550 MPa. Salah satu keunggulannya baja ASTM A36 adalah kandungan karbonnya yang rendah, sehingga baja ini lebih mudah dilas, dipotong, dan dibentuk tanpa perlu perlakuan khusus. Hal ini tentu mempermudah proses fabrikasi di lapangan dan meningkatkan efisiensi proses fabrikasi serta menekan biaya produksi (Santosa et al., 2023). Baja ASTM A36 tersedia secara luas di industri dan tersedia dalam berbagai bentuk seperti pelat dan profil, sehingga fleksibel untuk berbagai kebutuhan.

Baja ASTM A36 memiliki beberapa keterbatasan, terutama pada ketahanannya terhadap korosi. Dibandingkan dengan beberapa jenis baja yang mengandung unsur paduan, baja ini lebih mudah mengalami korosi saat digunakan pada lingkungan yang lembap atau bersifat korosif. Perlindungan tambahan berupa pengecatan atau *coating* sering diterapkan untuk meningkatkan umur pakainya. Kebutuhan perlindungan tersebut tidak mengurangi daya tarik baja ASTM A36 karena biaya penggunaannya masih relatif ekonomis. Material ini digunakan sebagai struktur utama maupun komponen pendukung, seperti pelat sambungan, rangka sederhana, dan dudukan mesin. Kemudahan fabrikasi, biaya yang terjangkau, serta sifat mekanik yang cukup baik menjadikan baja ASTM A36 tetap banyak

dimanfaatkan pada berbagai kebutuhan konstruksi (Arief Alkahfi & Pratiwi, 2022).

Tabel 2. 2 Komposisi kimia baja ASTM A36

Unsur Kimia	Simbol	Komposisi
Karbon	C	0,25 %
Mangan	Mn	0,80 – 1,20 %
Fosfor	P	0,04 %
Sulfur	S	0,05 %
Silikon	Si	0,40 %

2.3 Spray Coating



Gambar 2. 3 *Spray Coating*
(Sumber: Izolacija, 2019)

Pada proses pelapisan baja, salah satu metode yang banyak digunakan adalah *spray coating*. Metode ini dilakukan dengan menyemprotkan material *coating* ke permukaan benda kerja menggunakan alat semprot bertekanan sehingga terbentuk lapisan pelindung yang relatif merata. Metode ini banyak digunakan pada industri manufaktur, konstruksi, maupun perkapalan karena mampu menghasilkan lapisan yang relatif merata serta dapat diaplikasikan pada berbagai bentuk permukaan. Selain itu, proses pelapisan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan beberapa metode aplikasi *coating* lainnya.

Tujuan utama penerapan *coating* adalah memberikan perlindungan terhadap material dari pengaruh lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan, khususnya korosi. Lapisan *coating* berfungsi sebagai penghalang antara permukaan logam dan lingkungan sehingga kontak langsung dengan air, oksigen, maupun zat korosif lainnya dapat diminimalkan. Dengan adanya lapisan pelindung tersebut, proses korosi dapat diperlambat dan umur pakai material dapat ditingkatkan (Kenteurachmat et al., 2024).

Kualitas lapisan *coating* yang dihasilkan dipengaruhi oleh berbagai parameter selama proses aplikasi. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan

antara lain kondisi permukaan material, tekanan penyemprotan, ukuran nozzle, sudut penyemprotan, serta jarak antara nozzle dan permukaan benda kerja. Apabila parameter tersebut tidak sesuai, lapisan *coating* yang terbentuk dapat menjadi tidak merata sehingga efektivitas perlindungan terhadap korosi menjadi berkurang.

2.3.1 Airless Spray



Gambar 2. 4 *Airless Spray* Graco Xtreme 630
(Sumber: Go Industrial, 2025)

Metode *airless spray* banyak digunakan pada proses pelapisan baja karena mampu menghasilkan lapisan *coating* yang lebih merata dan efisien. Metode ini berbeda dengan *spray* konvensional karena tidak menggunakan bantuan udara bertekanan untuk memecah material *coating*, melainkan memanfaatkan tekanan tinggi. Material *coating* dipompa menuju *nozzle* dengan tekanan tertentu sehingga keluar dalam bentuk partikel-partikel halus yang kemudian menempel pada permukaan benda kerja.

Metode *airless spray* banyak digunakan pada proses pelapisan struktur baja karena mampu menghasilkan lapisan *coating* dengan ketebalan yang relatif seragam serta memiliki efisiensi transfer material yang cukup tinggi. Selain itu, proses aplikasi dapat dilakukan lebih cepat sehingga metode ini sering diterapkan pada pekerjaan pelapisan berskala besar, seperti konstruksi baja, tangki penyimpanan, dan struktur kapal (Z. Wu et al., 2023).

Kualitas hasil pelapisan menggunakan metode *airless spray* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tekanan pompa, ukuran nozzle, viskositas *coating*, dan jarak penyemprotan. Pengaturan parameter yang tepat diperlukan agar lapisan yang terbentuk memiliki ketebalan yang sesuai dan mampu memberikan perlindungan yang optimal terhadap material.

2.3.2 Parameter Spray Coating

Keberhasilan proses *spray coating* tidak hanya ditentukan oleh jenis *coating* yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa parameter selama proses aplikasi berlangsung. Parameter-parameter tersebut perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi ketebalan lapisan, tingkat rata-rata *coating*, daya lekat, serta kemampuan lapisan dalam melindungi material dari korosi. Jika parameter penyemprotan tidak sesuai, lapisan *coating* yang dihasilkan dapat menjadi tidak merata dan menurunkan kualitas perlindungan yang diberikan (Z. Wu et al., 2023). Parameter *spray coating* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Jarak Penyemprotan (*Spray Distance*)

Jarak penyemprotan merupakan jarak antara *nozzle spray gun* dengan permukaan material yang akan dilapisi. Parameter ini menjadi salah satu faktor penting karena berpengaruh langsung terhadap distribusi *coating* dan ketebalan lapisan yang terbentuk. Jarak yang terlalu dekat dapat menyebabkan penumpukan *coating* pada satu area sehingga lapisan menjadi terlalu tebal dan berpotensi mengalami *sagging* atau meleleh. Sebaliknya, jarak yang terlalu jauh dapat menyebabkan sebagian partikel *coating* kehilangan momentum atau mengering (Z. Wu et al., 2023).

2. Tekanan Penyemprotan

Tekanan penyemprotan berfungsi untuk mengubah *coating* menjadi partikel-partikel kecil sebelum mencapai permukaan material. Tekanan yang terlalu rendah dapat menghasilkan partikel berukuran lebih besar sehingga lapisan *coating* menjadi kurang rata dan memiliki permukaan yang lebih kasar. Tekanan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan *overspray* dan menyebabkan penggunaan material *coating* menjadi lebih boros. Pengaturan tekanan penyemprotan perlu disesuaikan dengan jenis *coating* serta spesifikasi alat yang digunakan agar kualitas lapisan yang dihasilkan tetap baik (Z. Wu et al., 2023).

3. Sudut Penyemprotan

Sudut penyemprotan memengaruhi kualitas lapisan *coating* yang dihasilkan. *Spray gun* umumnya diarahkan tegak lurus atau mendekati sudut 90° terhadap permukaan material. Posisi ini membuat *coating* tersebar lebih merata pada permukaan yang dilapisi. Sudut penyemprotan yang terlalu miring dapat menyebabkan ketebalan lapisan menjadi tidak seragam karena terdapat bagian permukaan yang menerima material *coating* lebih banyak dibandingkan bagian lainnya (Z. Wu et al., 2023).

4. Kecepatan Gerakan *Spray Gun*

Kecepatan gerakan *spray gun* selama proses pelapisan memengaruhi ketebalan lapisan *coating* yang terbentuk. Gerakan yang terlalu lambat dapat menyebabkan penumpukan *coating*

sehingga lapisan menjadi terlalu tebal. Gerakan yang terlalu cepat dapat menghasilkan lapisan yang lebih tipis dan mengurangi kemampuan perlindungannya terhadap lingkungan korosif. Kecepatan gerakan *spray gun* perlu dijaga tetap konstan agar ketebalan lapisan lebih seragam dan hasil pelapisan menjadi lebih baik (Z. Wu et al., 2023).

2.3.3 Pengaruh *Jarak Spray* terhadap Kualitas *Coating*

Jarak penyemprotan merupakan salah satu parameter yang memengaruhi kualitas lapisan *coating* pada permukaan material. Material *coating* yang keluar dari *nozzle* akan bergerak menuju permukaan benda kerja dalam bentuk partikel-partikel halus. Jarak antara *nozzle* dan permukaan material menentukan pola sebaran partikel serta jumlah material yang menempel pada permukaan. Jarak penyemprotan yang terlalu dekat dapat menyebabkan *coating* terkonsentrasi pada area tertentu sehingga lapisan yang terbentuk menjadi lebih tebal. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan permukaan lapisan kurang rata dan memunculkan cacat seperti *sagging* atau penumpukan *coating* pada beberapa bagian. Jarak penyemprotan yang terlalu jauh dapat menyebabkan sebagian partikel *coating* kehilangan energi atau mengering sebelum mencapai permukaan material. Lapisan yang dihasilkan menjadi lebih tipis dan kemampuan penutupannya terhadap permukaan baja berkurang (Z. Wu et al., 2023).

Jarak *spray* juga memengaruhi keseragaman distribusi *coating*. Ketebalan lapisan yang seragam dapat memberikan perlindungan yang lebih baik karena seluruh permukaan material tertutup dengan merata. Area yang menerima *coating* dalam jumlah lebih sedikit berpotensi menjadi lokasi awal terjadinya korosi saat material berada pada lingkungan korosif (Rakhadilov et al., 2024).

2.4 *Surface Preparation*

Surface preparation merupakan tahap persiapan permukaan yang dilakukan sebelum proses pelapisan atau *coating*. Tahap ini bertujuan untuk membersihkan permukaan material dari berbagai kontaminan seperti karat, debu, minyak, sisa cat, maupun kotoran lain yang dapat mengganggu proses pelapisan. Selain membersihkan permukaan, *surface preparation* juga dilakukan untuk menghasilkan tingkat kekasaran tertentu agar *coating* dapat menempel dengan lebih baik pada material.

Dalam proses *coating*, kondisi permukaan sangat memengaruhi kualitas lapisan yang dihasilkan. Permukaan yang masih terkontaminasi atau kurang bersih dapat menurunkan daya lekat *coating* sehingga lapisan pelindung lebih mudah rusak atau terkelupas. Permukaan yang bersih dan memiliki profil kekasaran yang sesuai membantu *coating* menempel lebih kuat pada material serta meningkatkan efektivitas perlindungan terhadap korosi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas *surface preparation* berkaitan

langsung dengan daya lekat *coating* dan ketahanan korosi pada baja ASTM A36 (Wijaya et al., 2024).

2.4.1 Sandblasting

Sandblasting merupakan salah satu metode *surface preparation* yang paling umum digunakan dalam proses pelapisan baja. Metode ini dilakukan dengan menembakkan partikel abrasif berkecepatan tinggi ke permukaan material menggunakan tekanan udara. Tujuannya adalah untuk menghilangkan karat, mill scale, lapisan cat lama, maupun kontaminan lainnya yang menempel pada permukaan logam. Selain berfungsi sebagai proses pembersihan, *sandblasting* juga menghasilkan profil kekasaran permukaan yang dapat meningkatkan daya lekat *coating*. Permukaan yang sedikit kasar memungkinkan *coating* mengisi celah-celah kecil pada permukaan material sehingga terbentuk ikatan mekanis yang lebih baik antara *coating* dan logam dasar. Karena alasan tersebut, *sandblasting* banyak digunakan pada industri perkapalan, konstruksi baja, tangki penyimpanan, maupun struktur yang membutuhkan perlindungan korosi dalam jangka panjang.

Hasil penelitian pada baja ASTM A36 menunjukkan bahwa metode *surface preparation* yang mampu menghasilkan tingkat kebersihan dan kekasaran permukaan yang baik cenderung memberikan performa *coating* yang lebih optimal. Lapisan *coating* menjadi lebih melekat pada permukaan material dan mampu memberikan perlindungan korosi yang lebih baik dibandingkan permukaan yang tidak dipersiapkan secara maksimal (Wijaya et al., 2024).

Pada penelitian ini, proses *surface preparation* dilakukan menggunakan metode *sandblasting* sebelum aplikasi *coating*. Tahapan tersebut bertujuan untuk memperoleh permukaan baja ASTM A36 yang bersih dan memiliki tingkat kekasaran yang sesuai sehingga lapisan *coating* dapat menempel dengan baik dan memberikan perlindungan yang optimal selama proses perendaman dalam media air laut.

2.5 Pengujian Ultrasonik

Pengujian ultrasonik merupakan salah satu metode *Non-Destructive Testing* (NDT) yang digunakan untuk memeriksa kondisi material tanpa merusak benda uji. Metode ini memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang dipancarkan ke dalam material untuk memperoleh informasi mengenai kondisi atau karakteristik material yang diperiksa. Pengujian ultrasonik banyak digunakan pada berbagai bidang industri karena mampu memberikan hasil yang relatif cepat dan akurat dalam mengevaluasi kondisi material (R. Wu et al., 2021).

Prinsip kerja pengujian ultrasonik didasarkan pada perambatan gelombang ultrasonik di dalam material. Gelombang yang dipancarkan oleh transduser akan merambat melalui material dan dipantulkan kembali ketika mencapai batas material atau permukaan belakang benda uji. Pantulan

gelombang tersebut kemudian diterima kembali oleh transduser dan diolah menjadi data yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi maupun ketebalan material. Karena dapat dilakukan dari satu sisi permukaan, metode ini sering digunakan untuk inspeksi struktur baja yang sulit dijangkau secara langsung.

Dalam penelitian ini, pengujian ultrasonik digunakan untuk mengukur ketebalan spesimen baja ASTM A36 setelah proses *sandblasting* dan setelah perendaman dalam media air laut selama 21 hari. Hasil pengukuran ketebalan tersebut digunakan untuk mengetahui kehilangan ketebalan material akibat korosi yang selanjutnya menjadi dasar dalam perhitungan laju korosi pada setiap spesimen (Asih Supriyanto & Syafrizal, 2022).

2.5.1 Ultrasonik Thickness Gauge



Gambar 2. 5 Ultrasonik Thickness Gauge TIME 2170 (TT700)
(Sumber: Velmas LLC, 2026)

Ultrasonic Thickness Gauge (UTG) merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui ketebalan material dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Alat ini banyak digunakan pada inspeksi material logam karena mampu melakukan pengukuran tanpa merusak benda uji serta dapat digunakan hanya dari satu sisi permukaan material. Pengukuran ketebalan menggunakan UTG dilakukan berdasarkan metode *pulse-echo*. Gelombang ultrasonik dipancarkan dari probe menuju material, kemudian dipantulkan kembali oleh permukaan belakang material. Waktu tempuh gelombang dari probe menuju permukaan belakang dan kembali lagi ke probe digunakan untuk menghitung ketebalan material berdasarkan kecepatan rambat gelombang pada material tersebut (Kažys & Tumšys, 2021).

Agar hasil pengukuran akurat, diperlukan proses kalibrasi sebelum pengujian dilakukan. Selain itu, penggunaan *couplant* pada permukaan benda uji juga diperlukan untuk membantu transmisi gelombang ultrasonik dari probe ke material sehingga kehilangan sinyal dapat diminimalkan. Faktor lain seperti kondisi permukaan material dan posisi probe juga dapat memengaruhi hasil pengukuran.

Dalam penelitian ini, pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan *Ultrasonic Thickness Gauge* TIME 2170. Alat tersebut

digunakan untuk mengukur ketebalan spesimen setelah proses *sandblasting* dan setelah perendaman selama 21 hari. Data hasil pengukuran kemudian digunakan untuk menentukan kehilangan ketebalan material dan menghitung laju korosi pada masing-masing spesimen.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu bagian penting dalam penyusunan penelitian karena dapat memberikan gambaran mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu, kajian terhadap penelitian terdahulu juga membantu dalam menemukan celah penelitian (*research gap*) sehingga penelitian yang dilakukan memiliki arah dan kontribusi yang lebih jelas.

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, penelitian mengenai korosi baja, *coating*, dan pengujian ultrasonik telah banyak dilakukan dengan berbagai fokus penelitian. Penggunaan lapisan pelindung (*coating*) diketahui mampu menurunkan laju korosi serta meningkatkan ketahanan baja karbon pada lingkungan yang mengandung ion klorida. Namun, penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada jenis *coating* yang digunakan dan belum membahas pengaruh parameter aplikasi *coating*, khususnya jarak penyemprotan (Pratikno et al., 2021).

Metode pengujian ultrasonik juga telah banyak digunakan untuk mengukur kehilangan ketebalan material akibat korosi. Metode ini dinilai mampu mendeteksi perubahan ketebalan secara akurat tanpa merusak spesimen sehingga efektif digunakan untuk memantau kondisi material yang masih beroperasi. Akan tetapi, penelitian tersebut belum menghubungkan hasil pengukuran ultrasonik dengan proses pelapisan *coating* maupun tingkat perlindungan yang diberikan coating terhadap material (Wu et al., 2021).

Penelitian mengenai parameter *spray coating* menunjukkan bahwa tekanan penyemprotan, jarak spray, dan jumlah lapisan memiliki pengaruh terhadap ketebalan serta keseragaman lapisan *coating* yang dihasilkan. Semakin tepat parameter yang digunakan, semakin baik kualitas lapisan pelindung yang terbentuk. Namun, penelitian tersebut belum mengevaluasi pengaruh kualitas lapisan terhadap ketahanan korosi material (Santosa et al., 2023).

Kualitas lapisan *coating* yang diaplikasikan menggunakan metode *airless spray* juga dipengaruhi oleh parameter penyemprotan. Variasi parameter aplikasi dapat memengaruhi nilai *Dry Film Thickness* (DFT), daya lekat, dan tingkat porositas lapisan *coating*. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum mengkaji dampak perubahan kualitas *coating* terhadap laju korosi pada lingkungan laut (Kenteurachmat et al., 2024).

Lingkungan yang mengandung ion klorida diketahui dapat mempercepat proses korosi pada baja karbon. Peningkatan konsentrasi ion klorida

menyebabkan laju korosi semakin tinggi sehingga kehilangan material menjadi lebih besar. Namun, penelitian tersebut tidak membahas penggunaan *coating* sebagai metode perlindungan korosi (Chi et al., 2024).

Pemanfaatan metode ultrasonik untuk evaluasi korosi juga terus berkembang. Pengujian ultrasonik dinilai memiliki tingkat akurasi yang baik dalam mengukur kehilangan ketebalan material akibat korosi serta dapat digunakan sebagai metode inspeksi *non-destruktif* yang efektif. Akan tetapi, penelitian tersebut belum mengaitkan hasil pengukuran dengan kualitas lapisan *coating* maupun parameter aplikasinya (Shah et al., 2025).

Korosi pada baja karbon merupakan proses elektrokimia yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti temperatur, pH, dan kandungan ion agresif dalam lingkungan. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam menentukan tingkat kerusakan material akibat korosi. Namun, penelitian tersebut belum membahas efektivitas penggunaan *coating* sebagai upaya perlindungan terhadap korosi (Popa et al., 2021).

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dikaji, dapat dilihat bahwa penelitian mengenai korosi baja karbon, *coating*, dan pengujian ultrasonik telah berkembang cukup luas. Sebagian penelitian berfokus pada karakteristik korosi material, sebagian membahas kualitas lapisan *coating*, dan sebagian lainnya mengkaji metode pengukuran korosi menggunakan pengujian ultrasonik.

Namun, penelitian yang secara khusus menghubungkan ketiga aspek tersebut masih relatif terbatas. Hingga saat ini, penelitian mengenai pengaruh variasi jarak *spray coating* terhadap tingkat korosi baja ASTM A36 pada media air laut menggunakan metode pengujian ultrasonik masih jarang ditemukan. Sebagian besar penelitian hanya membahas kualitas lapisan *coating* tanpa mengevaluasi laju korosi, atau hanya mengukur korosi tanpa mengaitkannya dengan parameter aplikasi coating.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi jarak *spray coating* terhadap tingkat korosi baja ASTM A36 pada media air laut menggunakan metode pengujian ultrasonik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai hubungan antara parameter aplikasi *coating*, kualitas lapisan pelindung yang terbentuk, dan tingkat korosi yang terjadi pada material di lingkungan laut.