

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Baja**

Pengertian baja adalah besi komersial yang mengandung karbon dalam jumlah berapapun hingga sekitar 1,7 persen sebagai penyusun paduan penting, mudah dibentuk bila dalam kondisi yang sesuai, dan dibedakan dari besi tuang oleh kelenturannya dan kandungan karbon yang lebih rendah. (Merriam-Webster)

Untuk sifat dari baja itu sendiri adalah:

- tangguh dan ulet
- mudah di proses
- mudah di bentuk (ditempa), dan elastis

Selain sifat-sifat yang sudah di sebutkan sebelumnya, baja juga mempunyai beberapa bentuk, diantaranya :

- Baja Batang
- Baja Pipa
- Baja Plat
- Baja Strip
- Baja Sheet

Berdasarkan bentuknya, untuk penelitian ini menggunakan Baja Plat. Karena untuk mempermudah mengetahui tingkat korosi pada permukaan baja tersebut.

### 2.1.1 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja yang dapat diubah sifat mekanisnya dengan cara perlakuan panas (*Heat Treatment*). Sumiyanto (2012: 1) Paduan besi karbon yang unsur karbonnya sangat menentukan sifat-sifatnya biasa disebut baja karbon, baja karbon itu sendiri mengandung karbon sampai maksimum 2%.

### 2.1.2 Klasifikasi Baja Karbon

Baja karbon, untuk klasifikasinya bisa di bagi menjadi 3 sesuai dengan kandungan serta sifatnya, antara lain:

#### 1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,008% – 0,3% C. Baja karbon rendah dalam pasaran biasanya dibuat dalam bentuk plat baja, baja batang, dan *progril*. Rusmardi (2009: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- Baja karbon rendah yang mengandung 0,5% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- Baja karbon rendah yang mengandung 0,008% – 0,1% C dijadikan baja-baja plat atau *strip*.
- Baja karbon rendah yang mengandung 0,2% – 0,3% C digunakan untuk membuat baut-baut dan paku-paku keling atau untuk keperluan konstruksi.
- Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% – 0,25% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan atau dijadikan baja-baja konstruksi

## 2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0,3% – 0,6% C. Baja karbon ini banyak dipergunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian-bagian dalam mesin. Rusmardi (2009: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung baja, maka baja karbon sedang dapat digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Mengandung 0,5% C digunakan untuk membuat roda-roda gigi, martil, dan *clamp* (alat penjepit).
- Mengandung 0,4% C digunakan untuk keperluan industri kendaraan, misalnya untuk bahan membuat baut, mur, poros engkol, batang torak, atau poros-poros dan lain sebagainya.
- Mengandung 0,55% – 0,6% C dipergunakan untuk membuat pegas.

## 3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0,7% – 1,3% C, baja-baja jenis ini biasanya dipergunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang mengalami panas. Rusmardi (2009: 37) menyebutkan berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalamnya baja karbon tinggi dapat digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Mengandung karbon 1% – 1,5% C dipergunakan untuk pembuatan kikir, pisau-pisau cukur
- Mengandung kira-kira 0,9% C dipergunakan untuk pembuatan pegas-pegas, alat perkakas seperti paron/landasan, palu, gergaji, dan pahat potong.

### 2.1.3 Baja Paduan

Baja paduan merupakan baja dengan kandungan satu atau lebih unsur penyusun lain. Kandungan tersebut antara lain kromium, tembaga, mangan, nikel, silikon, atau vanadium. Elemen penyusun tersebut yang membedakan dengan baja lain dan memberikan sifat

atau kemampuan tambahan, yaitu lebih kuat, lebih keras, lebih tangguh, dan lebih tahan lama daripada baja karbon.

#### **2.1.4 Baja Khusus**

Merupakan baja dengan kandungan unsur-unsur yang tinggi. Baja khusus diantaranya adalah baja tahan karat, baja perkakas, baja tahan panas, dan baja listrik. Baja-baja tersebut umumnya unsur-unsur penyusunnya adalah Krom

### **2.2 Korosi**

#### **2.2.1 Pengertian Korosi**

Korosi atau perkaratan biasa disebut dengan suatu reaksi antara logam dengan alam / lingkungan, yang menghasilkan senyawa bersifat merusak (*deteorisasi*). Logam yang terkena korosi menjadikan logam tersebut rawan akan rusak, patah, hancur, ataupun kerusakan-kerusakan lain. Serta menurunkan mutu / kemampuan dari logam tersebut. Masalah korosi itu sendiri sangat merugikan dan sering dialami oleh industri-industri yang menggunakan logam baik untuk bahan bakunya maupun untuk infrastrukturnya.

Peristiwa korosi pada logam bisa dilihat secara kasat mata. Munculnya zat padat yang berwarna coklat kemerahan dan bersifat rapuh merupakan ciri-ciri umum logam yang terkena korosi. Apabila hal tersebut dibiarkan, lama-lama logam tersebut akan habis menjadi karat.

Dampak dari peristiwa korosi akan berpengaruh besar dalam kehidupan manusia, sebagai contoh dari segi ekonomi. Tingginya biaya perawatan untuk memperbaiki suatu logam yang terkena korosi menjadikan PR tersendiri. Apabila tidak segera diperbaiki dikhawatirkan akan menjadi lebih buruk dan menimbulkan masalah untuk kedepannya

## **2.2.2 Korosi Pada Karbon**

Baja karbon merupakan baja campuran atau baja dengan kandungan karbon berkisar antara 0,12-2,0 % dengan unsur campuran seperti Besi (Fe) dan Carbon ( C ) serta tambahan unsur kimia lain seperti fosfor (P), sulfur (S), mangan (Mn),slikon (Si), dan unsur-unsur lain sesuai dengan produk yang diinginkan. Baja karbon juga sering dipakai dalam industri-industri pembuatan komponen otomotif, komponen mesin, perkapalan, perpipaan ataupun alat berat.

Penelitian kali ini menggunakan baja tipe Q235B dan merupakan jenis baja karbon rendah. Dan untuk pembuatan peti kemas, bentuknya termasuk ke dalam jenis baja plat dan memiliki sifat yang ulet dan tangguh, mampu mesin dan mampu las yang baik, serta mudah dibentuk

Namun, baja itu sendiri juga memiliki kelemahan. Salah satunya yaitu mudah berkarat atau mengalami korosi. Mutu atau kemampuan dari baja tersebut akan turun apabila terlalu sering mengalami kontak langsung dengan lingkungan yang korosif. Apabila hal tersebut dibiarkan, akan menjadi masalah yang serius untuk kedepannya

## **2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Korosi**

Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu peristiwa korosi, diantaranya:

### **1. Elektrolit / Larutan Elektrolit**

Merupakan larutan atau media yang dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik dan merupakan tempat transfer muatan. Sebagai contoh, Air laut mengandung garam (NaCl) sedangkan air hujan mengandung Asam. Keduanya merupakan factor yang dapat mempercepat terjadinya korosi apabila bertemu atau bercampur dengan permukaan logam.

## 2. Permukaan Logam

Permukaan suatu logam, apabila tidak rata akan menimbulkan suatu kutub-kutub muatan dan kutub-kutub tersebut akan berperan sebagai anode dan katode. Adapun sebaliknya, apabila permukaan suatu logam terbilang halus atau licin akan meminimalisir terbentuknya kutub-kutub muatan, sehingga menyebabkan peristiwa korosi susah terjadi.

## 3. Air (H<sub>2</sub>O) dan Oksigen (O<sub>2</sub>)

Faktor terjadinya korosi sangat dipengaruhi oleh adanya air dan oksigen (kelembapan udara). Hal tersebut dikarenakan udara mengandung uap air, sehingga bisa mempercepat terjadinya peristiwa korosi. Banyak sedikitnya air / uap air, akan mempengaruhi percepatan terjadinya korosi. Apabila semakin banyak, peristiwa korosi akan lebih cepat terjadi

## 4. Jenis Logam

Jenis logam sangat mempengaruhi terjadinya korosi. Logam yang murni cenderung lebih tahan dibandingkan dengan logam campuran. Namun, ada logam campuran yang tahan korosi yaitu *Stainless Steel*

## 5. Kandungan Ph

Larutan asam umumnya yang kandungan Ph lebih kecil daripada 7, akan mempercepat terjadinya korosi pada logam

## 6. Kandungan Bakteri / Mikroba

Kandungan dari bakteri yang terdapat di lingkungan ataupun larutan dapat mempengaruhi cepat tidaknya proses korosi. Salah satu contohnya yaitu bakteri *Thiobacillus thiooxidans* ( tidak mampu mengoksidasi ) dan *Thiobacillus ferrooxidans* ( mampu mengoksidasi besi ).

## 7. Suhu / Temperatur

Apabila suhu udara semakin tinggi, hal tersebut akan mempercepat proses terjadinya peristiwa korosi. Meningkatnya suhu lingkungan akan berpengaruh kepada energy kinetik pada partikel penyusun korosi tersebut.

### 2.2.4 Jenis Korosi

Untuk jenis-jenis dari korosi itu sendiri, di bagi menjadi berbagai macam. Diantaranya:

#### 1. Korosi Tegangan ( *Stress Corrosion* )

Jenis korosi ini merupakan akibat dari kombinasi antara lingkungan yang korosif dan tegangan / beban (*stress*). Peristiwa ini bisa terjadi apabila logam menerima beban yang melebihi minimum *stress* level. Dimulai dari retakan kecil, dan kemudian akan menjalar. Hal tersebut sangat merugikan dan lambat laun logam tersebut akan rapuh pada titik tersebut dan kemudian patah. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Retakan Pada Pipa

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

## 2. Korosi Erosi ( *Erosion Corrosion* )

Korosi ini hampir sama dengan proses abrasi, yaitu tingkat proses atau kerusakannya dikarenakan adanya gerakan antara cairan (*fluida*) bersifat korosif yang bersentuhan langsung dengan permukaan logam. Lapisan (*coating*) pada permukaan logam lambat laun akan terkikis. Hal tersebut menjadikan peristiwa korosi bisa terjadi pada permukaan logam tersebut ( yang dilalui *fluida* ). Contohnya pada pipa bawah laut. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Korosi Erosi pada Pipa

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

## 3. Korosi Celah ( *Crevice Corrosion* )

Korosi yang terjadi apabila suatu logam dengan bahan yang sama bertemu / disatukan, namun memiliki kadar oksigen yang berbeda dengan lingkungan luarnya. Hal tersebut dapat menimbulkan korosi. Ditandai dengan adanya lubang / titik-titik kecil pada celah tersebut. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Korosi Celah

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

#### 4. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Korosi ini terjadi pada bagian logam tertentu, dan bisa mengakibatkan lubang pada logam tersebut. Biasanya ditandai dengan adanya lubang kecil pada permukaan logam yang tertutup produk korosi. Dikarenakan sangat kecil, korosi ini sangat merugikan karena menurunnya kemampuan / masa dari logam tersebut akibat adanya lubang-lubang kecil. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Korosi Sumuran

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

#### 5. Korosi Galvanik ( *Galvanic Corrosion* )

Korosi Galvanik disebabkan oleh beda potensial pada logam yang berada pada suatu fluida / cairan yang bersifat korosif. Dengan demikian, logam yang memiliki ketahanan korosi tinggi akan sukar terjadi peristiwa korosi, begitu dengan sebaliknya apabila logam tersebut memiliki ketahanan korosi rendah, maka logam tersebut akan mudah korosi. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.5



*Gambar 2.5 Korosi Galvanik pada Fluida*

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

#### 6. Korosi Merata ( *Uniform Corrosion* )

Merupakan korosi, dimana permukaan logam yang diserang. Hal tersebut terjadi karena reaksi kimia atau elektro kimia yang terjadi di permukaan logam tersebut. Logam akan menipis karena terkena korosi yang bersifat merusak. Lambat laun logam akan tipis dan tidak kuat menahan suatu beban. Retakan pada pipa dapat dilihat pada gambar 2.6



*Gambar 2.6 Korosi Merata pada Permukaan Logam*

Sumber = <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

## 2.3 Larutan NaCl

NaCl atau biasa disebut sodium klorida ( garam ) merupakan gabungan dari Na (*Natrium*) dan Cl (*Klorida*) yang berbentuk seperti serbuk kristal putih dan bisa dilarutkan. NaCl mempunyai kandungan yang sama dengan air laut. Dikarenakan banyak logam yang berada di wilayah pesisir ( khususnya peti kemas ) menjadikan logam tersebut sering terkena air laut. Lambat laun logam peti kemas tersebut akan terkena korosi

Larutan NaCl merupakan variable dalam penelitian ini. Penggunaan larutan NaCl dikarenakan kandungan larutan tersebut sama dengan air laut, yang notabene nya merupakan faktor penyebab terjadinya peristiwa korosi. Serbuk dan Larutan NaCl bisa dilihat pada gambar 2.7 dan gambar 2.8



Gambar 2.7 Serbuk NaCl



Gambar 2.8 Larutan NaCl

Sumber = <https://www.jagadkimia.com/2017/12/membuat-500-ml-larutan-nacl-01-m-01-n.html>  
<https://www.klikdokter.com/info-sehat/covid-19/medfact-cuci-hidung-pakai-nacl-kurangi-risiko-covid-19>

## 2.4 Perhitungan Laju Korosi

Peristiwa korosi bisa diketahui dengan cara menghitung laju korosinya. Dan salah satu metode untuk menghitung laju korosi adalah metode *weight loss* (kehilangan berat / massa suatu logam). Untuk menghitungnya dengan prinsip menghitung berat sampel sebelum dan sesudah di rendam pada larutan NaCl. Namun, proses sebelumnya yaitu dengan di amplas / di gosok permukaan logam tersebut dengan alat.

Hasil dari metode ini bisa dilihat berupa data berat sampel sesudah dan sebelum uji perendaman. Data tersebut kemudian bisa dikonversikan menjadi laju korosi dengan pertimbangan massa jenis, waktu perendaman, luas permukaan, dan kehilangan berat (massa). Dan hasilnya bisa dilihat setelah beberapa waktu perendaman. Proses tersebut dapat dihitung dengan persamaan pada 2.1

$$\text{Laju Korosi} = \frac{K.W}{D.A.T} \quad (2.1)$$

Keterangan : K = Konstanta ( 0,00327 mmpy )

W = Kehilangan berat (gram)

D = Densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

A = Luas permukaan (cm<sup>2</sup>)

T = Waktu perendaman ( jam )

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Astuti, P., & Fahma, R. K. (2022). pada beton bertulang digunakan pada penelitian ini, dikarenakan memiliki permasalahan dibagian durabilitasnya, yaitu mudah terkena korosi yang dapat mengurangi nilai kemampuan dari beton tersebut. Untuk metode pencegahan korosi penelitian ini sebelum fabrikasi benda uji, dilakukan pelapisan cat anti korosi berbasis *Bituminous* pada permukaan tulangan baja tersebut.

Benda uji korosi tersebut dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x15cm x15cm dengan dua buah tulangan yang diletakkan pada 3cm dan 5cm dari tepi benda uji untuk mensimulasikan tebal selimut beton. Pengujian mekanik beton juga dilakukan pada penelitian ini meliputi *flow table*, tarik belah, kuat tekan, densitas, dan susut. Pengamatan korosi dilakukan menggunakan metode *half-cell potential* dan berlangsung selama 28 hari dengan metode perendaman dalam air. Berdasarkan hasil pengujian korosi dihasilkan bahwa tulangan baja yang diberikan cat antikorosi berbasis *bituminous* memiliki nilai potensi korosi lebih rendah dibandingkan dengan spesimen tanpa pelapisan (*coating*). Selain itu ketebalan selimut juga mempengaruhi hasil dari penelitian tersebut. Untuk ketebalan 5 cm memberikan nilai potensi korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen dengan ketebalan selimut 3 cm.

Selain itu, ada juga penelitian yang dilakukan oleh, Syaiful Rifai (2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis cat primer yang paling efektif untuk mengendalikan laju korosi dan mengetahui nilai laju korosi pada spesimen uji, serta mengetahui pengendalian laju korosi apabila dipengaruhi oleh temperatur oven. Eksperimen *One Step Case Study* merupakan metode pada penelitian kali ini, karena ditunjukkan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis cat primer dan

temperatur terhadap laju korosi. Pada penelitian ini menggunakan temperatur suhu  $40^{\circ}f$  dan  $60^{\circ}f$  dan pengeringan catnya menggunakan oven (*spray booth*).

Setelah dilakukan penelitian, dihasilkan bahwa cat primer jenis epoxy primer merupakan cat primer yang paling efektif dalam mengendalikan laju korosi dengan nilai laju korosi paling rendah di bandingkan dengan cat primer jenis lain yaitu sebesar 8,4 mpy untuk suhu oven  $40^{\circ}f$  dan untuk suhu oven  $60^{\circ}f$  dengan nilai laju korosi 7,8 mpy, sedangkan untuk spesimen yang mempunyai ketahanan karat paling buruk adalah spesimen yang dilindungi oleh cat wash primer dengan nilai laju korosi 34,2 mpy untuk suhu oven  $40^{\circ}f$  dan laju korosi 26,8 mpy untuk suhu oven  $60^{\circ}f$ .

Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai laju korosi yang paling baik pada spesimen yang dilindungi dengan cat primer yaitu jenis epoxy primer sebesar 7,8 mili per tahun dengan suhu oven  $60^{\circ}f$ , yang artinya cat primer jenis epoxy primer dengan suhu oven  $60^{\circ}f$  merupakan cat primer yang paling efektif untuk mengendalikan laju korosi.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Nuraditya, Dhimas Rizky (2019). Penelitian ini menggunakan baja A36 sebagai spesimennya, Metode *weight loss* digunakan dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai laju korosi yang kemudian dianalisis nilai laju korosinya menggunakan larutan NaCl 5% dan larutan HCl 5%. Penelitian ini menggunakan variasi waktu perendaman selama 6, 12, 18, 24 dan 30 hari. Larutan HCl memiliki laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan larutan NaCl pada baja yang telah dicat. Larutan HCl juga memiliki laju korosi tertinggi dengan rata-rata sebesar 1078,405 mm/tahun dan terlihat pada hari ke-6, sedangkan laju korosi terendah sebesar 323,95 mm/tahun terlihat pada hari ke-30. Selain Larutan HCl, Larutan NaCl juga memiliki laju korosi rata-rata tertinggi sebesar 13.701 mm/tahun pada hari ke-30, dan laju korosi terendah sebesar 5.016 mm/tahun pada hari ke-6.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Afandi (2015). Pelat baja karbon rendah digunakan pada penelitian kali ini, seperti pelat baja yang digunakan pada kapal laut. Lingkungan laut yang korosif, membuat pelat baja tersebut rawan terkena korosi. Oleh karena itu dilakukan pelapisan (*coating*) agar terhindar dari yang namanya korosi.

Untuk penelitian ini menggunakan cat Epoxy dengan sistem tiga lapis dan cat Alkyd dengan sistem dua lapis. Hasil pengujian tertinggi pada system pengecatan dua lapis pada spesimen A didapatkan nilai laju korosi sebesar 0.020262 mm/yr dengan ketebalan coating 248 $\mu$ m menggunakan cat Alkyd. Hal tersebut terjadi karena adanya kecacatan berupa *blistering* (pelepuhan / menggelembung) dan *wrinkling* (kerutan). Kemudian untuk cat dengan sistem tiga lapis dihasilkan laju korosi sebesar 0.00011677mm/yr pada spesimen B dengan ketebalan *coating* 971 $\mu$ m memakai cat Epoxy. Hal ini terjadi karena adanya kecacatan berupa *drying trouble* (susah mengering).

Dari penelitian tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa, semakin tebal lapisan (*coating*) memiliki kegagalan *coating* yang lebih besar pula serta tidak menjamin terlindungi dari peristiwa korosi secara sempurna, sebagai contoh kegagalan tersebut diantaranya seperti berkurangnya fleksibilitas, pengerutan, atau pengeringan yang tidak sempurna.

Prakoso, B., & Dwisetiono. (2022) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada pelat baja grade A36 khususnya pada body kapal, yang notabenenya selalu terkena air laut dan lingkungan yang sanitasinya tinggi atau lingkungan korosif, dan lambat laun bisa menimbulkan kerusakan pada body kapal. Penelitian kali ini menggunakan metode semprot (*spray*). Dengan menggunakan alat berupa Air spray gun, dan Air Blotter Check dan tekanan kompresor tangki.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa cat yang mengandung *Urethane* lebih baik sekitar 450% dari cat yang mengandung *Zinc Chromate*. Dikarenakan cat yang mengandung *Urethane* memiliki tingkat kelekatan yang cukup baik dibandingkan pada cat yang mengandung *Zinc Chromate*. Material yang dilapisi cat mengandung *Zinc Chromate* memiliki laju korosi sebesar 1,59 mpy dan kurang baik dari material yang dilapisi cat yang mengandung *Urethane* dengan laju korosi yang rendah yaitu 0,35mpy.

