

# Efek Temperatur Terhadap Laju Korosi

Sumanto<sup>1</sup>, Rofila El Maghfiroh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Industri S1, <sup>2</sup>Prodi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Industri ITN Malang

e-mail: <sup>a</sup>sumanto@lecturer.itn.ac.id, <sup>b</sup>rofila@lecturer.itn.ac.id

## Abstrak

*Korosi merupakan proses alami terhadap logam sebagai akibat dari reaksi redoks antara logam dengan zat-zat yang berada di lingkungannya. Proses korosi terjadi jika logam bersentuhan langsung dengan air atau udara (oksigen). Logam yang mengalami korosi akan mengalami keropos sehingga terjadi pelemahan dalam arti kekuatannya akan berkurang. Penggunaan keran sebagai bagian dari instalasi air minum yang bersentuhan langsung dengan air mulai menuai masalah, di mana ada beberapa penduduk yang menggunakan keran dengan merk tertentu melaporkan adanya pengeroposan akibat korosi. Waktu antara pemasangan keran pertama kali dengan timbulnya karat terjadi pada selang waktu yang tidak terlalu lama, bahkan ketika keran diputar langsung patah. Ini terjadi di Desa Torongrejo yang menggunakan air dari sumber air Telogo Towo Desa Pandanrejo Kota Batu. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur laju korosi bahan logam pada instalasi air yang berasal dari sumber air Telogo Towo Desa Pandanrejo Kota Batu. Metode yang digunakan adalah dengan pengurangan massa. Laju korosi pada masing-masing sampel tidak sama, meskipun dibuat oleh pabrik yang sama dengan merk dagang yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi bahan sampel yang mempengaruhi laju korosi. Laju korosi masing-masing sampel adalah: Sampel A sebesar 0,005 gram/bulan, sampel B sebesar 0,025 gram/bulan, sampel C sebesar 0,055 gram/bulan, sampel D sebesar 0,007 gram/bulan dan sampel sebesar 0,017 gram/bulan.*

**Kata Kunci** : corrosion, metal, water source telogo towo

## 1. PENDAHULUAN

Korosi merupakan proses alami terhadap logam sebagai akibat dari reaksi redoks antara logam dengan zat-zat yang berada di lingkungannya. Proses korosi terjadi jika logam bersentuhan langsung dengan air atau udara (oksigen). Logam yang mengalami korosi akan mengalami keropos sehingga terjadi pelemahan dalam arti kekuatannya akan berkurang.

Penggunaan logam dalam kehidupan sehari-hari tidak dapat dihindari. Besi digunakan sebagai bahan bangunan, pagar, pipa air minum dan sebagainya. Termasuk keran yang berfungsi sebagai alat untuk menutup atau membuka aliran air. Karena keran terbuat dari logam maka keran juga berpotensi mengalami korosi. Cepat lambatnya proses korosi pada suatu logam ditentukan oleh parameter-parameter sebagai berikut:

- A. Kandungan air
- B. Tingkat aerasi (kandungan oksigen)
- C. pH
- D. Potensial redoks
- E. Kandungan ion klorida dan sulfat
- F. Kehadiran bakteri. (Syawaldi)

Penggunaan keran sebagai bagian dari instalasi air minum yang bersentuhan langsung dengan air mulai menuai masalah, di mana ada beberapa penduduk yang menggunakan keran dengan merk tertentu melaporkan adanya pengeroposan akibat korosi. Waktu antara pemasangan keran pertama kali dengan timbulnya karat terjadi pada selang waktu yang tidak terlalu lama, bahkan ketika keran diputar langsung patah. Ini terjadi di Desa Torongrejo yang menggunakan air dari sumber air Telogo Towo Desa Pandanrejo Kota Batu.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, peneliti akan menentukan seberapa cepat laju korosi yang terjadi pada keran-keran dengan merek tertentu dan dicari penyebab utama cepatnya korosi yang terjadi Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju korosi pada keran yang terpasang pada instalasi jaringan pipa air bersih di Desa Torongrejo Kota Batu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Korosi

Logam memiliki kecenderungan alami untuk kembali ke bentuk gabungan. Selama proses ini sebagian besar, oksida terbentuk meskipun dalam beberapa kasus sulfida, karbonat dan lain- lain dapat diakibatkan karena adanya kotoran. Setiap proses kerusakan dan kerugian material logam padat oleh serangan kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya disebut korosi.

### 2.2 TEORI KOROSI

Ada tiga teori korosi: (i) teori asam, (ii) korosi kering atau kimia dan (iii) elektrokimia atau korosi basah.

#### (i) Teori Asam

Teori ini menunjukkan bahwa korosi dari logam (besi) adalah karena adanya asam di sekitarnya. Menurut teori ini, besi berkarat disebabkan oleh karbon dioksida, kelembaban dan oksigen. Produk korosi adalah campuran  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Reaksi kimianya diberikan di bawah ini:

Teori ini didukung oleh analisis karat yang memberikan ion  $(\text{CO}_3)_2^-$ . Selanjutnya, proses pengkaratan berkurang dengan adanya kapur dan soda kaustik (keduanya dapat menyerap  $\text{CO}_2$ , sehingga mengurangi korosi).

#### (ii) Korosi Kimia (Kering)

Jenis Korosi ini terjadi terutama melalui aksi kimia langsung dari gas yang ada di atmosfer seperti  $\text{O}_2$ , halogen,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2$  dan cairan anorganik anhidrat dengan permukaan logam di dekatnya secara langsung. Tiga jenis korosi kimia adalah sebagai berikut:

##### a. Korosi Oksidasi

Korosi ini diakibatkan oleh oksigen secara langsung pada suhu rendah atau tinggi pada logam dalam ketiadaan air di logam. Pada suhu biasa sangat sedikit logam yang mengalami korosi ini, kecuali

alkali dan alkali logam tanah. Pada suhu tinggi semua logam teroksidasi. pengecualian adalah Ag, Au dan Pt.

#### **b. Korosi oleh Gas Lain (Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>)**

Dalam kondisikering, gas-gas ini bereaksi dengan logam dan membentuk produk korosi yang dapat melindungi atau non-protective. Cl<sub>2</sub> kering bereaksi dengan Ag dan membentuk AgCl yang merupakan lapisan pelindung, sementara SnCl<sub>4</sub> adalah volatile. Dalam industri minyak bumi pada suhu tinggi, H<sub>2</sub>S menyerang baja membentuk FeS yang berfori dan mengganggu operasi normal.

#### **c. Korosi Liquid Logam**

Dalam beberapa industri, logam cair melewati pipa logam dan menyebabkan korosi akibat pembubaran atau karena penetrasi internal. Misalnya, merkuri (logam cair) larut dalam kebanyakan logam dengan membentuk amalgam, sehingga membuat mereka terkorosi.

#### **(iii) Korosi Basah atau Elektrokimia**

Ini adalah jenis umum dari korosi logam di lingkungan korosif berair. Jenis korosi terjadi ketika logam dalam kontak dengan cairan konduktif atau ketika dua logam berbeda direndam atau dicelupkan sebagian dalam air. Menurut teori ini, ada pembentukan sel galvanik pada permukaan logam. Beberapa bagian dari tindakan permukaan logam sebagai anoda dan sisanya bertindak sebagai katoda.

Kimia dalam lingkungan lembab bertindak sebagai elektrolit. Oksidasi bagian anodik terjadi dan menghasilkan korosi pada anoda, sementara pengurangan berlangsung di katoda. Produk korosi terbentuk pada permukaan logam antara anoda dan katoda. Untuk memahami teori korosi basah, mari kita ambil contoh korosi besi. Oksidasi logam berlangsung di anoda sedangkan proses reduksi berlangsung di katoda. Dengan

mengambil karat besi sebagai contoh, reaksi dapat dijelaskan sebagai mana yang mungkin terjadi dalam dua cara:

#### **a. Evolusi Hidrogen**

Jenis korosi terjadi dalam medium asam misalnya, logam Fe, reaksi anodik adalah disolusi besi sebagai ion besi dengan pembebasan elektron. Elektron dirilis mengalir melalui logam dari anoda ke katoda, sedangkan ion H<sup>+</sup> larutan asam dieliminasi sebagai gas hidrogen. Jenis korosi menyebabkan perpindahan ion hidrogen dari larutan dengan ion logam. Semua logam di atas hidrogen dalam seri elektrokimia memiliki kecenderungan untuk mendapatkan terlarut dalam larutan asam dengan evolusi simultan dari gas H<sub>2</sub>. Anoda adalah daerah yang luas, sedangkan katoda adalah daerah kecil.

#### **b. Penyerapan Oksigen**

Misalnya, besi berkarat dalam larutan netral elektrolit ketika berhadapan oksigen dalam atmosfer. Biasanya permukaan besi dilapisi dengan film tipis oksida besi. Jika film berkembang retak, daerah anodik tercipta di permukaan. Sedangkan bagian logam bertindak sebagai katoda. Hal ini menunjukkan bahwa anoda adalah daerah kecil, sedangkan bagian sisanya logam membentuk katoda besar. Produk ini disebut dengan karat kuning sesuai dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · xH<sub>2</sub>O

#### **Konsentrasi sel Korosi**

Jenis korosi akibat proses elektrokimia pada permukaan logam yang terkena elektrolit dari berbagai konsentrasi atau dari berbagai aerasi. Jenis yang paling umum dari korosi sel konsentrasi adalah diferensial aerasi korosi yang terjadi ketika salah satu bagian dari logam terkena konsentrasi udara yang berbeda dari bagian lain. Hal ini menyebabkan perbedaan potensial antara daerah berbeda di angin-anginkan. Eksperimental telah

diamati bahwa bagian oksigen miskin anodik. Aerasi diferensial logam menyebabkan aliran arus disebut arus diferensial.

### Differential Aerasi Korosi

Hal ini terjadi ketika permukaan logam sebagian tenggelam dalam elektrolit dan sebagian terkena udara. Logam yang miskin oksigen menjadi anodik dan mengalami oksidasi. Nah bagian oksigen menjadi katodik. Pada katoda,  $O_2$  mengambil elektron untuk membentuk ion  $OH^-$ .

Jika logam misalnya, Zn sebagian direndam dalam larutan encer dari garam netral misalnya, NaCl dan solusinya tidak terganggu dengan benar, maka bagian atas dan berdekatan dengan permukaan air yang sangat aerasi menjadi katodik. Sedangkan bagian terendam menunjukkan konsentrasi oksigen yang lebih kecil dan menjadi anodik. sehingga ada perbedaan potensial yang menyebabkan aliran arus antara dua daerah berbeda-beda aerasi dari logam yang sama. Zn akan larut di daerah anodik dan oksigen akan mengambil elektron di daerah katodik membentuk ion hidroksil. Berikut ini adalah fakta-fakta tentang diferensial aerasi korosi:

- a. Bagian oksigen Kurang anoda, oleh karena itu retakan menjadi fokus korosi.
- b. Korosi dipercepat di bawah akumulasi kotoran atau kontaminasi lainnya. Ini membatasi akses oksigen untuk menghasilkan anoda pada akumulasi lebih besar. Hasilnya korosi yang terlokalisasi.
- c. Logam terkena media air menimbulkan korosi di bawah balok kayu atau kaca yang membatasi akses oksigen

### Deret Galvani

Reaksi elektrokimia yang diprediksi oleh seri elektrokimia. Sebuah logam

memiliki posisi yang lebih tinggi dapat menggantikan (mengurangi) logam lain yang memiliki posisi lebih rendah dalam seri. Maka dari itu seng akan mengalami korosi lebih cepat daripada tembaga. Beberapa pengecualian telah diamati dalam generalisasi ini. Misalnya, Ti kurang reaktif dari Ag. deret Galvanic adalah seri logam yang dibuat dengan tetap melihat proses korosi logam dalam suasana tertentu, yaitu air laut. Dalam seri galvanik, potensi oksidasi logam diatur dalam urutan penurunan aktivitas serangkaian logam.

### 2.3 Logam

Logam adalah “elemen”, senyawa atau paduan yang mempunyai sifat konduktor listrik/thermal yang baik. Berpenampilan mengkilat, ulet dan bisa dibentuk (malleable). Dalam kimia, sebuah logam atau metal (bahasa Yunani: Metallon) adalah sebuah unsur kimiayang siap membentuk ion (kation) dan memiliki ikatan logam, dan kadangkala dikatakan bahwa ia mirip dengan kation di awan elektron. Metal adalah salah satu dari tiga kelompok unsur yang dibedakan oleh sifat ionisasi dan ikatan, bersama dengan metaloid dan nonlogam. Dalam tabel periodik, garis diagonal digambar dari boron (B) ke polonium (Po) membedakan logam dari nonlogam. Unsur dalam garis ini adalah metaloid, kadangkala disebut semi-logam; unsur di kiri bawah adalah logam; unsur ke kanan atas adalah nonlogam. Nonlogam lebih banyak terdapat di alam daripada logam, tetapi logam banyak terdapat dalam tabel periodik. Beberapa logam terkenal adalah aluminium, tembaga, emas, besi, timah, perak, titanium, uranium, dan zink.

Alotrop logam cenderung mengkilap, lembek, dan konduktor yang baik, sementara nonlogam biasanya rapuh

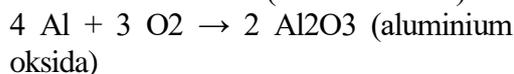
(untuk nonlogam padat), tidak mengkilap, dan insulator.

### **Sifat-sifat Logam**

#### **Sifat Kimia**

Logam biasanya cenderung untuk membentuk kation dengan menghilangkan elektronnya, kemudian bereaksi dengan oksigen di udara untuk membentuk oksida basa.

Contohnya:



Logam-logam transisi seperti besi, tembaga, seng, dan nikel, membutuhkan waktu lebih lama untuk teroksidasi. Lainnya, seperti palladium, platinum dan emas, tidak bereaksi dengan udara sama sekali. Beberapa logam seperti aluminium, magnesium, beberapa macam baja, dan titanium memiliki semacam "pelindung" di bagian paling luarnya, sehingga tidak dapat dimasuki oleh molekul oksigen.

Proses pengecatan, anodisasi atau plating pada logam biasanya merupakan langkah-langkah terbaik untuk mencegah korosi.

#### **Sifat Fisika**

Sifat fisik dalam logam misalnya konduktivitas listrik, konduktivitas termal, sifat luster dan massa jenis. Logam yang mempunyai massa jenis, tingkat kekerasan, dan titik lebur yang rendah (contohnya Logam pada umumnya mempunyai angka yang tinggi dalam logam alkali dan logam alkali tanah) biasanya bersifat sangat reaktif. Jumlah elektron bebas yang tinggi di segala bentuk logam padat menyebabkan logam tidak pernah terlihat transparan.

Mayoritas logam memiliki massa jenis yang lebih tinggi daripada nonlogam. Meski begitu, variasi massa jenis ini perbedaannya sangat besar, mulai dari litium sebagai logam dengan massa jenis

paling kecil sampai osmium dengan logam dengan massa jenis paling besar.

#### **Paduan Logam**

Paduan logam merupakan pencampuran dari dua jenis logam atau lebih untuk mendapatkan sifat fisik, mekanik, listrik dan visual yang lebih baik. Contoh paduan logam yang populer adalah baja tahan karat yang merupakan pencampuran dari besi (Fe) dengan Krom (Cr).

#### **Penggunaan Logam**

Umumnya, logam bermanfaat bagi manusia, karena penggunaannya di bidang industri, pertanian, dan kedokteran. Contohnya, merkuri yang digunakan dalam proses klor alkali. Proses klor alkali merupakan proses elektrolisis yang berperan penting dalam industri manufaktur dan pemurnian zat kimia. Beberapa zat kimia yang dapat diperoleh dengan proses elektrolisis adalah natrium, kalsium, magnesium, aluminium, tembaga, seng, perak, hidrogen, klor, fluor, natrium hidroksida, kalium bikromat, dan kalium permanganate. Proses elektrolisis larutan natrium klorida tersebut merupakan proses klor-alkali.

Elektrolisis larutan NaCl menghasilkan natrium hidroksida di katode (kutub positif) dan gas klor di anode (kutub negatif). Pada industri angkasa luar dan profesi kedokteran dibutuhkan bahan yang kuat, tahan karat, dan bersifat noniritan, seperti aloi titanium. Sebagian jenis logam merupakan unsur penting karena dibutuhkan dalam berbagai fungsi biokimiawi. Pada zaman dahulu, logam tertentu, seperti tembaga, besi, dan timah digunakan untuk membuat peralatan, perlengkapan mesin, dan senjata.

#### **Logam Mulia**

Secara umum logam mulia berarti logam-logam termasuk paduannya yang

biasa dijadikan perhiasan, antara lain emas, perak, tembaga dan platina. Logam-logam tersebut memiliki warna yang bagus, tahan karat, lunak dan terdapat dalam jumlah yang sedikit di alam. Emas dan perak memiliki sifat penghantar listrik yang sangat baik sehingga banyak dipakai untuk melapisi konektor-konektor pada perangkat elektronik.

### Logam Berat

Logam berat (heavy metal) adalah logam dengan massa jenis lima atau lebih, dengan nomor atom 22 sampai dengan 92. Logam berat dianggap berbahaya bagi kesehatan bila terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh. Beberapa di antaranya bersifat membangkitkan kanker (karsinogen). Demikian pula dengan bahan pangan dengan kandungan logam berat tinggi dianggap tidak layak konsumsi.

Kasus-kasus pencemaran lingkungan menyebabkan banyak bahan pangan mengandung logam berat berlebihan. Kasus yang populer adalah sindrom Minamata, sebagai akibat akumulasi raksa (Hg) dalam tubuh ikan konsumsi.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur laju korosi bahan logam pada instalasi air yang berasal dari sumber air Telogo Towo Desa Pandanrejo Kota Batu. Metode yang digunakan adalah dengan pengurangan massa. Sampel yang digunakan sebagai specimen adalah keran paduan logam dengan merek tertentu. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah (1) Sampel (specimen) dibersihkan dari kotoran, (2) Sampel ditimbang dan dicatat massanya, (3) Sampel dimasukkan ke dalam air yang berasal dari sumber air Telogo Towo di Desa Pandanrejo Kota Batu, (4) Setelah 3 (tiga) bulan perendaman, sampel diangkat dan dikeringkan kemudian ditimbang. Analisis data untuk

menentukan laju korosi logam dilakukan dengan perhitungan berkurangnya massa kran.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Data hasil penelitian disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil penelitian

Sampel	Massa (gram)		
	Awal	Akhir	Selisih
A1	1.907	1.893	0.014
A2	2.128	2.120	0.008
A3	2.079	2.076	0.003

A1 = sampel dipanaskan hingga 60°C

A2 = sampel dipanaskan hingga 45°C

A3 = sampel dipanaskan hingga 30°C

### PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel mengalami pengurangan massa meskipun sangat kecil.

Pengurangan massa terbesar dialami oleh sampel yang dipanaskan sampai dengan temperature 60°C yaitu 0,014 gram. Pengurangan massa sampel yang dipanaskan hingga temperature 45°C mencapai 0,008 gram dan sampel yang dipanaskan hingga 30°C mengalami pengurangan massa 0,003 gram.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa pemanasan yang lebih tinggi mengalami korosi lebih besar dari pada temperature rendah.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah laju korosi pada masing-masing sampel tidak sama, dan pemanasan yang lebih tinggi menyebabkan

korosi lebih besar dari pada temperature rendah.

### Saran

Untuk mengetahui penyebab laju korosi yang berbeda maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang melibatkan banyak aspek di antaranya komposisi bahan dan keasaman air.

### DAFTAR PUSTAKA

- Febrianto dkk. 2010. Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Inhibitor Korosi Pada Pipa Sekunder Reak Tor Rsg-Gas . Seminar Nasional Vi Sdm Teknologi Nuklir Yogyakarta, 18 November 2010 ISSN 1978-0176
- Jon Affi. 2013. Dasar-Dasar Ilmu Logam. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas.  
[http://www.academia.edu/8373956/Dasar\\_dasar\\_Ilmu\\_Logam](http://www.academia.edu/8373956/Dasar_dasar_Ilmu_Logam)
- Linda Silvia, dkk. 2015. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Pasir Besi dalam Resin Epoksi pada Sifat Korosi Besi Karbon. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya Volume 11, Nomor 3 Oktober 2015
- Logam.  
<https://id.wikipedia.org/wiki/Logam>
- P.V. Narayana Reddy. Science of Corrosion. Siddartha Institute of Science Technology Puttur.
- Syawaldi. 2013. Analisa Laju Korosi Pada Sistem Pemipaan Bawah Tanah PT. Chevron Pacific Indonesia. JURNAL APTEK Vol. 5 No. 1 Januari 2013.
- Widi K. A., Wardana I.N.G., Suprpto W., Irawan Y. S., 2016. The Role of Diffusion Media in Nitriding Process on Surface Layers Characteristics of AISI 4140 with and without Hard Chrome Coatings, *Tribology in Industry*, Vol. 38, No. 3 308-317
- Widi K. A., Wardana I.N.G., Suprpto W., Irawan Y. S., 2017. White Layer Control on AISI 316L Using Temperature and Gas Nitriding Diffusion Stage Process, *International Review of Mechanical Engineering (I.R.E.M.E.)*
- Yuda Kurniawan A. dkk. 2015. Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN 2337-3539 (2301-9271 Printed)  
. Pengertian Korosi.  
[https://www.academia.edu/6633215/Pengertian\\_KOROSI?auto=download](https://www.academia.edu/6633215/Pengertian_KOROSI?auto=download)