

## EFEK LAMA PERENDAMAN LINGKUNGAN AIR LAUT SINTETIK DENGAN VARIASI TEMPERATUR PADA BAJA CARBON TERHADAP LAJU KOROSI

Ilyas Renreng<sup>1,\*</sup>, Syahrir Arief<sup>2</sup> dan Alfian Gandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Makassar, 90245, Indonesia.

ilyas.renreng @ gmail.com

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah menetapkan laju korosi pada baja carbon akibat pengaruh lama perendaman dalam lingkungan air laut sintetik dengan berbagai variasi temperature.

Spesimen adalah dari baja karbon, kemudian semua spesimen ditimbang sebagai berat awal dan dinotasikan sebagai spesimen normal. Spesimen lainnya direndam pada air laut sintetik dengan variasi temperatur 95°C, 75°C, 45°C, 23°C, 12°C dan 8°C. Dengan lama perendaman yang bervariasi yaitu 168 jam, 336 jam, 504 jam, 672 jam, 840 jam, 1008 jam, 1176 jam dan 1344 jam.

Selanjutnya semua spesimen yang telah mengalami perlakuan perendaman di keringkan pada temperatur ruangan selama 24 jam dan kemudian masing-masing spesimen ditimbang kembali sebagai berat akhir. Kemudian lanjut menghitung laju korosi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang mengalami laju korosi terkecil adalah yang direndam pada temperature sama dengan lama perendaman yang besar, dan sebaliknya specimen yang mengalami laju korosi terbesar adalah pada spesimen dengan temperature sama pada lama perendaman yang kecil. Demikian pula laju korosi terbesar ditemukan pada temperature besar dan laju korosi rendah pada temperatur rendah dengan lama perendaman yang sama.

**Kata kunci :** laju korosi, Baja Karbon, air laut sintetik, temperature, lama perendaman.

### Pendahuluan

Indonesia dengan perkembangan industry yang sangat pesat, perlu dibarengi inovasi teknologi semakin maju. Namun kenyataannya tidak bisa dipungkiri bahwa tiap-tiap industri tetap saja mempunyai masalah.. Masalah yang hampir selalu ada pada industry yang berhubungan dengan logam adalah korosi. Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekelilingnya. Adapun proses korosi yang terjadi disamping oleh reaksi kimia, juga diakibatkan oleh proses elektrokimia yang melibatkan perpindahan elektron-elektron, yaitu reduksi ion logam maupun

pengendapan pada logam dari lingkungan sekeliling [1].

Korosi dapat diartikan sebagai kerusakan, kausan atau degradasi penurunan mutu logam atau material yaitu merupakan salah satu proses perusakan akibat terjadinya reaksi logam tersebut dengan lingkungan di sekitarnya. Pada umumnya proses korosi tidak dapat dihentikan sama sekali karena merupakan suatu proses alami yang akan terjadi saat suatu logam kontak dengan lingkungannya.

Baja karbon adalah baja yang terdiri dari besi (*Fe*) dan karbon (*C*).saja tanpa adanya bahan pemuat dan unsure lain yang kadang terdapat pada baja karbon seperti *Si*, *Mn*, *P*, *S* hanyalah dengan prosentase yang sangat kecil yang biasa dinamakan impurities.[2].

Material baja karbon merupakan material yang sangat umum digunakan pada industri khususnya eksplorasi dan produksi gas alam. Digunakan sebagai material *flowline* dan *pipeline* untuk mengalirkan gas alam hasil eksplorasi untuk diproses lebih lanjut.[2]

Pada industri pengolahan gas alam, gas  $CO_2$  merupakan gas yang paling banyak terkandung di dalamnya, baik itu berasal dari sumur produksi maupun dari hasil pengolahan. Adanya interaksi antara gas  $CO_2$  dengan fasa liquid akan menyebabkan korosi internal pada material yang dikenal sebagai korosi  $CO_2$  ( $CO_2$  corrosion). Korosi  $CO_2$  ini merupakan masalah yang banyak dijumpai pada industri pengolahan gas alam terutama pada proses eksplorasi dan penyaluran gas alam [3]

Pada proses penyaluran gas alam, air laut merupakan media penyaluran gas alam hasil produksi dari sumur-sumur yang ada. Oleh karena itu, air laut sebagai media pada penyaluran gas alam harus benar-benar diperhatikan dalam pengendalian korosi akibat gas  $CO_2$ [3].

Air laut dengan kandungan garam terlarut di dalamnya mengandung salinitas yang berbeda-beda. Dimana garam utama pada air laut diantaranya  $NaCl$ ,  $CaCl_2$  dan  $MgCl_2$ . Perbedaan ini mengakibatkan perbedaan laju korosi pada material. [4].

Baja mempunyai sifat yang bervariasi dari yang paling lunak dan mudah dibuat sampai yang paling keras dan kuat. Hampir dalam semua segmen kehidupan baja di gunakan, mulai dari yang paling sederhana sampai penggunaan yang paling rumit sebagai contoh bahan dalam pembangunan jembatan dan konstruksi-konstruksi.[2]

Korosi adalah reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut perkaratan. Contoh korosi yang paling

lazim adalah perkaratan besi. Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (*udara*) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida dan karbonat. Rumus kimia karat besi adalah  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ , suatu zat padat yang berwarna coklat-merah [1].

Korosi adalah suatu penyakit dalam dunia teknik, walaupun secara langsung bukan merupakan produk teknik. Adanya studi tentang korosi adalah usaha untuk mencegah dan mengendalikan kerusakan supaya serangannya serendah mungkin dan dapat melampaui nilai ekonomisnya, atau umur tahannya material lebih lama untuk bisa dimanfaatkan. Caranya dengan usaha preventif atau pencegahan dini untuk menghambat korosi.[1].

Korosi dapat disebabkan oleh banyak faktor, antara lain:

- a. Kelembaban udara
- b. Elektrolit
- c. Zat terlarut pembentuk asam
- d. Adanya  $O_2$
- e. Lapisan pada permukaan logam
- f. Letak logam dalam deret potensial reduksi

Proses korosi secara kimiawi adalah proses ionisasi yang terjadi secara alamiah akibat adanya interaksi dengan udara seperti kelembaban, keasaman daerah atau kondisi operasi tertentu. Dua buah logam yang memiliki sifat yang berbeda yang saling berdekatan akan menghasilkan ion positif dan negatif, kemudian apabila bersinggungan dengan udara maka akan terbentuk senyawa baru karena udara mengandung bermacam-macam unsur, salah satu yang paling berpengaruh adalah hidrogen yang merupakan penyebab terjadinya korosi yang disebut dengan *atmospheric corrosion*. Proses korosi karena perlakuan merupakan proses terjadinya korosi karena adanya unsur kesengajaan

Jenis-jenis korosi yaitu:

1. Korosi merata (*general*)
2. Korosi sumuran (*pitting corrosion*)
3. Korosi arus liar (*stray-current corrosion*)
4. Korosi celah
5. Korosi logam tak sejenis (*galvanik*)
6. Korosi erosi
7. Korosi intergranuler
8. Korosi tegangan (*stress corrosion*)
9. Korosi batas butir
10. Korosi pelepasan atau bobolan (*breakaway corrosion*)
11. Korosi panas (*hot corrosion*)
12. Korosi transkristalin

Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur besi (*Fe*) dan karbon (*C*) dengan sedikit unsur *Si*, *P*, *Mn*, *S* dan *Cu*. Unsur-unsur paduan diberikan dengan maksud memperbaiki atau memberi sifat yang sesuai dengan sifat yang diinginkan. Korosi yang terjadi dilingkungan air laut didorong oleh faktor-faktor :

Kadar gas dalam air laut (*aerosols*), hujan (*rain*), embun (*dew*), kondensasi (*condensation*) dan tingkat kelembaban (*humidity*) serta resistivitas.

Secara alami lingkungan air laut mengandung ion khlorida (*chloride ions*) dengan kombinasi tingginya penguapan (*moisture*), unsur yang terkandung dalam air laut persentasi oksigen terkandung yang juga turut memperparah korosi karena air laut. Korosi pada air laut sangat tergantung pada :

1. Kadar khlorida
2. pH
3. Kadar Oksigen
4. Temperatur

Air laut merupakan lingkungan yang korosif untuk besi dan baja, terutama karena resistivitas air laut sangat rendah ( $+ 25 \text{ Ohm-cm}$ ) dibandingkan resistivitas air tawar ( $+ 4000 \text{ Ohm-cm}$ ). Proses korosi air laut merupakan proses elektrokimia. Mikroorganisme yang menempel di lambung kapal menimbulkan pertukaran zat yang menghasilkan zat-zat agresif seperti :  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan atom-atom yang agresif, selanjutnya akibat reaksi elektrokimia terbentuklah gas oksigen. Gas oksigen dengan proses *chlorophile* akan membentuk sulfit dan sulfat yang menghasilkan zat yang berpengaruh terhadap terjadinya korosi air laut.

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Satu contoh air laut sebesar atau seberat 1000 gram akan berisi kurang lebih 35 gram senyawa-senyawa yang terlarut secara kolektif disebut garam. Dengan kata lain, 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat terlarut disebut salinitas. Ilmuan dalam bidang teknologi laut atau oseanografi, pada umumnya lebih suka menyatakan salinitasi dengan satuan per seribu ( $^{\circ}/_{\text{OO}}$ ). Oleh karena itu suatu sampel air laut yang khas seberat 1000 gram yang mengandung 35 gram senyawa-senyawa terlarut mempunyai salinitas sebesar  $35^{\circ}/_{\text{OO}}$ . Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup dan gas-gas terlarut.

Dengan beberapa penjelasan yang terurai diatas maka perlu dilakukan suatu penelitian tentang korosi yang berkorelasi dengan kondisi alam di bumi ini terkait dengan fluktuasi temperature. Untuk mengetahui korosi yang terjadi pada suatu material logam yang umum dihitung adalah laju korosi. Sehingga material dengan perlakuan yang diberikan dapat diketahui secara pasti.

### Penentuan laju korosi

Laju korosi adalah kecepatan penipisan atau kerusakan logam yang diakibatkan

oleh proses korosi. Parameter utama yang digunakan untuk menentukan laju korosi adalah penyusutan berat per skala waktu. Terdapat beberapa cara untuk menentukan laju korosi. Cara yang paling sederhana adalah penentuan berdasarkan penyusutan berat per luas permukaan yang terserang perskala waktu. Bila susut berat, luas permukaan dan waktu dinyatakan dengan W, A, dan T serta masing-masing mempunyai mg, cm<sup>2</sup> dan hari, maka laju korosi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Laju Korosi} &= \frac{\text{Berat dibagi luas permukaan}}{\text{Waktu}} \\ &= \frac{W/A}{T} \\ &= \frac{\text{mg/cm}^2}{\text{Hari}} \end{aligned}$$

Penentuan dengan cara ini secara praktis memberikan gambaran luasnya serangan korosi pada permukaan logam. Ini memungkinkan jika serangan korosi terjadi secara merata di seluruh permukaan logam (Uniform Attack). Namun demikian penentuan dengan cara ini tidak dapat secara langsung memberikan gambaran mengenai penetrasi yang terjadi, terutama jika korosi yang terbentuk merupakan korosi yang bersifat lokal, misalnya pada kasus korosi sumur.

Cara baku yang umum digunakan adalah menyatakan laju korosi dengan satuan panjang perskala waktu, yaitu mpy (mills per year). Persamaannya adalah sebagai berikut

$$\text{mpy} = \frac{534 \times W}{D \times A \times T}$$

Di mana :

534 = Faktor konversi satuan

W = Penyusutan berat

D = Berat jenis logam (gram/cm<sup>3</sup>)

A = Luas permukaan spesimen (in<sup>2</sup>)

T = Waktu penyusutan (jam)

### Metode Penelitian.

Penelitian ini menggunakan medium carbon steel sebagai bahan penelitian dengan dimensi panjang, lebar dan tinggi (20x10x10)cm, Aquades, NaCl 35 gr/ltr.

Di bersihkan terlebih dahulu semua spesimen yang akan di gunakan dalam penelitian kemudian di timbang berat awal untuk mengetahui berat awal spesimen yang akan di gunakan. Kemudian dilakukan proses pengkorosian.

Spesimen di rendam pada cairan air garam sintetis didalam tabung dengan jumlah 7 spesimen. Spesimen-spesimen tersebut direndam dengan temperatur yang berbeda-beda. Kemudian cara membuat konstan temperatur pada temperatur tinggi menggunakan termo rilay, sedangkan pada temperatur rendah menggunakan sirkulasi dengan perbedaan pembukaan valve.

Proses penimbangan spesimen setelah perendaman. Yaitu setelah proses perendaman spesimen dikeringkan selama 24 jam kemudian di lakukan proses penimbangan dengan tujuan agar kadar air pada permukaan spesimen hilang.

### Teknik Pengambilan Data

Penelitian ini akan menghasilkan data-data berupa berat awal dan berat akhir sebelum dan setelah perendaman. Kemudian data penelitian ini dikelompokkan berdasarkan jenis pengujian spesimen, selanjutnya di hitung menggunakan rumus dan hasil penghitungannya di gambarkan dalam bentuk grafik.

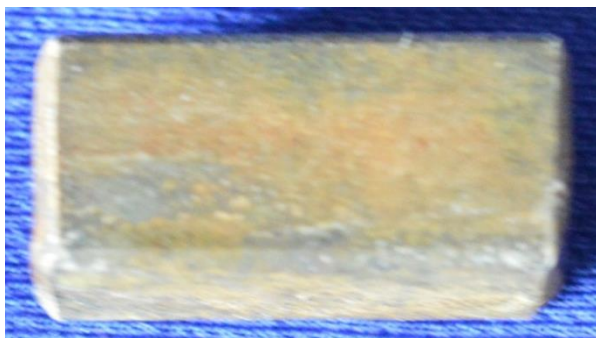
### Hasil

Dari grafik 1 pada lampiran memperlihatkan bahwa spesimen yang normal, spesimen yang diberikan perlakuan panas dan spesimen yang diberikan perlakuan dingin terdapat perbedaan tingkat laju korosi. Pada spesimen dengan

perlakuan perendaman air laut sintetis dengan temperatur rendah yakni 8°C hingga 23°C dengan lama perendaman yang sama mengalami laju korosi yang rendah jika dibandingkan dengan perlakuan normal (suhu ruangan) dan sebaliknya dengan perendaman pada air laut sintetis pada temperatur tinggi yakni 45°C hingga 95°C dengan lama perendaman yang sama mengalami laju korosi yang tinggi.

Lama waktu perendaman juga mempengaruhi laju korosi, dimana semakin lama waktu perendaman maka laju korosi semakin rendah, dapat dilihat pada semua spesimen dengan perlakuan temperatur yang berbeda – beda. Hal itu diperjelas pada grafik yaitu memperlihatkan bahwa laju korosi tertinggi ditemukan pada lama (waktu) perendaman yang rendah dengan temperature sama dan sebaliknya. terdapat laju korosi terendah terdapat pada spesimen dengan perendaman air laut sintetis dengan lama perendaman yang besar.

Foto specimen memperlihatkan bahwa korosi yang terjadi pada penelitian ini adalah korosi merata (uniform)



**Gambar 1 Foto specimen perendaman temp 95°C lama perendaman 168 jam**

temperature yang makin tinggi dengan lama perendaman sama. Demikian pula diperlihatkan makin lama perendaman makin kecil laju korosi pada temperatur yang sama.

### **Referensi**

- [1] Zulkifli Djafar, Analisa Laju Korosi Material St37 Dalam Lingkungan Air Tawar dan Air Laut, Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang (1998)
- [2] Landiano Dito.. Baja karbon adalah baja yang hanya terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C) tanpa adanya bahan pemuat dan unsure lain yang kadang terdapat pada baja karbon seperti Si, Mn, P, P hanyalah dengan prosentase yang sangat kecil yang biasa dinamakan impurities. Depok : Universitas Indonesia. (2011)
- [3] Lebang Tomi, Arma Hakim Lukmanul,. Efektifitas Cat Terhadap Laju Korosi Pelat Baja Karbon Dalam Lingkungan Atmosfir Kota dan Atmosfir Air Laut. Ujung Pandang : Universitas Hasanuddin.(1998)
- [4] Nova Satria M.K, Misbah Nurul. Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. Surabaya : Fakultas Teknologi Kelautan Institut. (2012).

### **Lampiran**

### **Kesimpulan**

Korosi yang terjadi pada penelitian ini adalah korosi merata dengan laju korosi tertinggi diperlihatkan pada trend