

PENGARUH JENIS MEDIA KOROSIF TERHADAP LAJU KOROSI BESI COR KELABU

Windarta
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jakarta
Email: windarta@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Abstract : Corrosion is one of dangerous-phenomenon which can generate a lot of loss. Grey cast iron is the most useful material by a human being to various industrial need and engineering. This use is triggered from advantage its use. The use of grey cast iron in various area causes grey cast iron has to deal with various environment. This research aim to determine corrosion rate of grey cast iron in corrosive media of the sea, condensation of NaCl 5 % concentration, and calcify condensation in concentration 5 %. Method used by taking data from appliance echem corrosion test. Result got to be analysed by softcorr 342 DC corrosion . Result of data analysis indicated that at corrosive media type sea smallest corrosion rate was 2,194 mpy and biggest 17,279 mpy. The smallest Corrosion rate at corrosive media of Nacl was 2,663 mpy and biggest 5,800 mpy. While corrosion rate at corrosive media of calcify condensation was 0,003 until 12,992 mpy. Corrosion type at the sea and salt condensation corrosive media was pitting corrosion.

Keywords : Media korosif, laju korosi, korosi sumuran.

1. PENDAHULUAN

Korosi telah menjadi kajian yang sangat menarik bagi ilmuwan, karena keberadaannya dapat dikatakan sebagai musuh besar yang dapat menimbulkan kerugian yang begitu banyaknya pada kehidupan manusia. Institut Battelle pernah menaksir kerugian yang diderita oleh Amerika Serikat akibat korosi mencapai 70 milyar dolar (Avner, 1987). Penelitian yang lain yang dilakukan di Inggris, diperkirakan 1 ton baja berubah menjadi karat pada setiap 90 detik (Allen, 1982). Sementara itu perlindungan terhadap korosi membutuhkan biaya yang sangat mahal (Editorial, 1980).

Karena adanya korosi ini maka setidaknya ada dua kerugian yang ditimbulkan yaitu : pertama pemakaian sumber daya alam menjadi sangat boros, dan kedua orang yang berada pada lingkungan yang bersifat korosi, juga akan

terganggu keamanan dan kenyamanan hidupnya. Contoh pertama, pada tahun 1761 lambung kapal fregat HMS Alarm telah mengalami kerusakan. Paku-paku besi yang digunakan untuk menempelkan lapisan tembaga ke kayu telah lapuk. Dari penyelidikan yang dilakukan menyimpulkan bahwa besi tidak boleh kontak langsung dengan tembaga dilingkungan air (Trethewey & Chamberlain, 1988). Contoh kedua, pada tahun 1985 atap kolam renang di Swiss yang baru berusia 13 tahun telah roboh dan menewaskan 12 orang serta melukai banyak yang lain. Setelah diselidiki ternyata penyebab kecelakaan itu adalah baja nirkarat yang menyangga atap beton bertulang terkena korosi sehingga keropos.

Salah satu logam yang banyak digunakan oleh manusia untuk keperluan industri dan rekayasa adalah besi cor kelabu (Surdia & Saito, 1984). Beberapa

contoh penggunaan besi cor kelabu antara lain dalam komponen otomotif, sudu untuk turbin, poros engkol, blok mesin dan lain sebagainya. Penggunaan besi cor kelabu secara luas banyak dipicu dari keuntungan penggunaannya. Perkembangan teknologi dewasa ini menuntut penggunaan suatu bahan harus memiliki kualifikasi tertentu misalnya : tahan aus, tahan panas, dan tahan korosi. Banyak usaha dilakukan untuk memperbaiki ketahanan korosi suatu bahan. Namun adakalanya bahan yang tahan korosi juga dapat terserang korosi karena lingkungan yang bersifat korosif.

Toifur (1998) menjelaskan pengaruh implantasi ion argon dapat menurunkan laju korosi dengan aquatridest sebagai media korosifnya. Sutjipto (1990) menerangkan bahwa asam klorida sebagai media korosif terbukti memiliki laju korosi lebih tinggi dibanding dengan aquatridest sebagai media korosifnya. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, masih terbatas pada penelitian dengan media korosif bahan dari laboratorium. Sehingga penelitian dengan media korosif yang mendekati lingkungan dimana bahan tersebut dipakai mutlak diperlukan.

Penelitian dilakukan terhadap besi cor kelabu dengan media korosif air laut, larutan garam NaCl 5 %, dan larutan kapur 5 %. Pemilihan air laut sebagai media korosif karena air laut banyak mengandung unsur organik dan anorganik. Air laut bersifat asam sehingga mempunyai pH dibawah 7. Larutan garam NaCl 5 % dan larutan kapur 5 % dianggap dapat mewakili lingkungan garam dan basa.

Toifur (1998) menjelaskan laju korosi pada media korosif aquatridest sebagai fungsi dari dosis ion. Perlambatan terhadap korosi ketika korosi berjalan juga dapat terjadi dengan terbentuknya lapisan pelindung. Daerah yang menunjukkan terbentuknya lapisan pelindung disebut daerah pasivasi. Setelah daerah pasivasi, korosi dapat berjalan kembali, daerah ini

disebut daerah transpasivasi (Dieter, 1990).

Lapisan pelindung yang terbentuk, berupa endapan jumlahnya diduga ada hubungannya dengan keasaman media korosifnya. Sutjipto (1990) menerangkan laju korosi dengan media korosif asam klorida mempunyai laju korosi lebih tinggi dibanding dengan aquatridest sebagai media korosif. Dari penelitian yang terdahulu dapat disimpulkan media korosif diduga berpengaruh terhadap laju korosi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh media korosif terhadap laju korosi besi cor kelabu.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh jenis media korosif terhadap laju korosi, jenis korosi dan derajat kerusakan akibat korosi pada besi cor kelabu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah besi cor kelabu dengan kandungan karbon 3 % yang dibentuk menjadi lingkaran-lingkaran berdiameter 10 mm, ketebalan 3 mm sebanyak 15 buah. Agar diperoleh permukaan yang lebih halus dan homogen, maka permukaan besi cor kelabu digosok dengan kertas abrasif bernomor 160, 400, 800 dan 1200. Selanjutnya untuk lebih memperhalus dan mengkilapkan permukaannya, dipoles dengan autosol dan dibersihkan dengan alkohol.

Jenis media korosif yang digunakan dalam penelitian adalah air laut, larutan garam NaCl 5 %, dan larutan kapur 5 %. Pemilihan air laut sebagai media korosif karena air laut banyak mengandung unsur organik dan anorganik. Air laut bersifat asam sehingga mempunyai pH dibawah 7. Larutan garam NaCl 5 % dan larutan kapur 5 % dianggap dapat mewakili lingkungan garam dan basa.

2.2. Alat Uji Korosi ECHEM

Alat ini menyediakan fasilitas sampel bentuk lingkaran dengan diameter 10 mm. Lama korosi dapat diatur, demikian juga tegangan katoda dan anoda. Untuk mengatur tegangan dipakai Potensiostat M273. Sebagai katoda digunakan sel korosi K047 yang dilengkapi elektroda pembanding kalomel jenuh, elektroda pembantu grafit dan sarana pemasukan gas inert.

2.3. Jalan Penelitian

Sampel yang telah telah dipoles ditempatkan pada sel korosi K047, dilanjutkan dengan pengukuran potensiodinamik polarisasi anodik dengan perangkat lunak softcorr 342 DC corrosion measurement. Setiap pengukuran dimulai dari E awal = -250 mV terhadap E kor dan berakhir di E akhir = 1600 mV lawan Eref. Kecepatan pelarisan potensial = 2 mV/detik. Media korosif diaduk dengan pengaduk magnetik pada skala posisi 4. selanjutnya dari data yang diperoleh berupa E (potensial) dan I (arus), diolah sehingga diperoleh laju korosi (mpy) dengan menggunakan persamaan (1).

2.4. Cara Analisa Korosi

Korosi adalah kerusakan atau penurunan nilai guna dari material disebabkan oleh lingkungannya, secara kimia ataupun secara elektrokimia. Jadi korosi bukan kerusakan material akibat pengaruh mekanik secara langsung. Berdasarkan definisi diatas material akan rusak atau mengalami korosi apabila bereaksi dengan lingkungannya. Lingkungan sekeliling ini bisa berupa air, larutan asam, larutan basa, larutan garam, udara dan sebagainya. Semua lingkungan pada dasarnya bersifat korosif, pada udara yang kelihatan bersih inipun logam bisa mengalami korosi. Perbedaan lingkungan satu dengan lainnya adalah daya rusaknya terhadap material.

Media korosif asam bersifat paling korosif. Semakin kecil pH dari asam tersebut, maka asam ini bersifat semakin korosif. PH dari suatu asam tergantung dari konsentrasi asam dalam larutan. Reaksi korosi pada asam dapat berlangsung baik dengan adanya oksigen ataupun tanpa oksigen berlainan dengan reaksi korosi pada garam dan basa. Laju korosi dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Laju korosi} = \frac{0,13 i \text{ kor (E. W) (mpy)}}{A_d}$$

Dimana :

E. W = berat ekuivalen (g/eq)

d = massa jenis besi cor kelabu (g/cm³)

A = luas penampang sampel (cm²)

Ada beberapa variabel lingkungan yang lebih umum untuk dipertimbangkan berkaitan dengan korosi, yaitu efek oksigen dan oksidasi, laju korosi, temperatur, dan konsentrasi korosif. Oksidasi dapat menaikkan laju korosi. Selain itu kandungan klorida, kandungan karbon, kelembaban, dan curah hujan dapat mempengaruhi korosi. Ion klorida dapat menurunkan potensial kerusakan lapisan pasif dan menyebabkan korosi besi cor, mulai konsentrasi 0,05 M hingga 0,6 M (batas konsentrasi klorida dalam air laut). Potensial kerusakan lapisan pasif ion klorida ternyata lebih rendah dibandingkan besi cor yang terkorosi air laut.

3. HASIL & PEMBAHASAN

Hasil pengukuran potensiodinamik disajikan dalam tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 berikut :

Tabel 1. Tabel Data Pengukuran potensiodinamik Polarisasi Anodik dari Besi Cor Kelabu di dalam media korosif air laut.

No	Waktu (jam)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi (mpy)	Daerah pasivasi (mV)
1	168	-685,17	86,811	5,338	-325 s.d. 800
2	336	-727,02	218,052	13,409	-325 s.d. 1550
3	504	-805,02	35,691	2,194	50 s.d. 1550
4	672	-740,02	74,400	4,575	50 s.d. 1550
5	840	-737,83	280,997	17,279	-25 s.d. 550

Hasil pengamatan pengujian laju korosi besi cor kelabu dengan media korosif larutan garam NaCl konsentrasi 5 % disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Data Pengukuran potensiodinamik Polarisasi Anodik dari Besi Cor Kelabu di dalam media korosif larutan garam NaCl konsentrasi 5 %.

No	Waktu (jam)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi (mpy)	Daerah pasivasi (mV)
1	168	-803,05	49,457	3,041	-100 s.d. 1075
2	336	-723,34	64,014	3,936	-125 s.d. 1425
3	504	-685,76	43,317	2,663	-25 s.d. 1525
4	672	-745,82	55,138	3,390	-100 s.d. 1425
5	840	-693,60	94,330	5,800	-200 s.d. 1425

Hasil pengamatan pengujian laju korosi besi cor kelabu dengan media korosif air kapur konsentrasi 5 % disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Data Pengukuran potensiodinamik Polarisasi Anodik dari Besi Cor Kelabu di dalam media korosif air kapur konsentrasi 5 %.

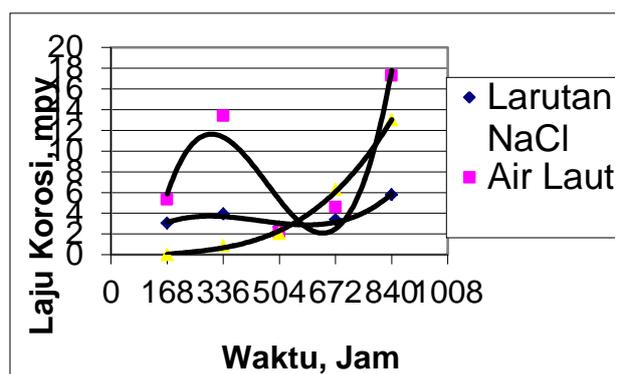
No	Waktu (jam)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi (mpy)	Daerah pasivasi (mV)
1	168	-745,82	0,048	0,003	-100 s.d. 900
2	336	-693,60	14,082	0,866	-200 s.d. 1425
3	504	-633,91	33,038	2,031	-250 s.d. 1425
4	672	-564,97	102,023	6,273	-250 s.d. 1425
5	840	-393,23	211,277	12,992	-450 s.d. 1600

Dari ketiga tabel diatas menunjukkan bahwa secara umum proses korosi dikontrol oleh reaksi katoda. Hal tersebut ditunjukkan oleh harga potensial korosi (E_{kor}) yang negatif (tabel 1,2,3 kolom 2). Nilai E_{kor} menunjukkan besarnya potensial yang ditimbulkan oleh rangkaian katoda-anoda jika $R = \infty$, sedang nilai dari I_{kor} menunjukkan besarnya arus yang timbul jika $R = 0$. Harga I_{kor} juga menunjukkan ionisasi yang terjadi pada anoda. Kedua variabel ini juga menentukan struktur permukaan besi cor, namun bukan yang paling menentukan. E_{kor} yang besar berarti untuk menimbulkan arus korosi diperlukan tegangan yang besar sedang jika E_{kor} kecil berarti untuk menimbulkan arus I_{kor} cukup diperlukan tegangan yang kecil.

Laju korosi menunjuk langsung pada kecepatan suatu bahan untuk terkorosi. Laju korosi dinyatakan dengan satuan mili inchi per tahun (mpy). Gambar 1 menunjukkan grafik laju korosi besi cor kelabu pada media korosif air laut, larutan garam NaCl konsentrasi 5 % dan air kapur konsentrasi 5 %. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa laju korosi terkecil

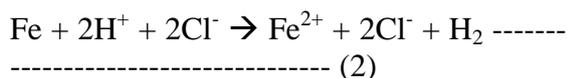
terdapat dalam media korosif air kapur, dan laju korosi terbesar terdapat dalam media korosif air laut.

Perlambatan terhadap laju korosi ketika korosi berjalan juga dapat terjadi dengan terbentuknya lapisan pelindung. Daerah yang menunjukkan terbentuknya lapisan pelindung disebut daerah pasivasi. Setelah daerah pasivasi, korosi dapat berjalan kembali, daerah ini disebut daerah transpasivasi (Dieter dan Djaprie, 1990). Potensial transpasivasi menyatakan besarnya potensial yang diperlukan untuk menghilangkan lapisan pelindung yang melekat pada bahan.



Gambar 1. Grafik laju korosi besi cor kelabu terhadap waktu

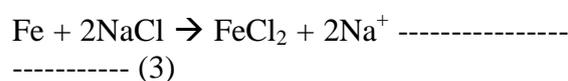
Dari gambar diatas menunjukkan bahwa pada lingkungan air laut terjadi laju korosi yang paling besar. Yang menunjukkan bahwa pada lingkungan air laut adalah media paling korosif. Hal ini disebabkan karena pada air laut banyak terdapat zat-zat yang bersifat asam, antara lain ion klorida. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



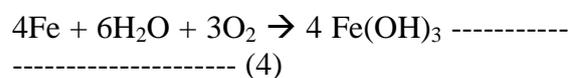
Dari persamaan reaksi diatas (2) logam besi cor kelabu mengalami oksidasi sedangkan ion H^+ mengalami reduksi. Pada persamaan reaksi diatas ion klorida tidak mengambil bagian secara langsung dalam reaksi, karena ion klorida ada pada ruas kiri dan ruas kanan. Disini ion klorida

sebagai katalisator yang fungsinya mempercepat terjadinya reaksi korosi.

Korosi yang terjadi pada larutan NaCl terlihat bahwa laju korosi relatif lebih stabil dibanding dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena pada lingkungan garam larutan garam mengoksidasi logam besi, seperti pada reaksi berikut :



Dari persamaan ini terlihat bahwa hasil reaksi adalah logam besi bereaksi menghasilkan ferroklorida, pada keadaan ini besi terkorosi. Sedangkan pada lingkungan air kapur besi terkorosi bila terdapat cukup oksigen. Dalam lingkungan air kapur besi tidak bisa terkorosi tanpa bantuan oksigen. Persamaan reaksinya :



Jenis korosi yang terjadi pada media korosif air laut dan garam NaCl adalah korosi sumuran. Yaitu jenis korosi yang menyebabkan lubang-lubang pada permukaan logam. Lubang-lubang ini bisa besar ataupun kecil. Biasanya lubang tersebut adalah kecil. Korosi sumuran ini sulit dideteksi karena tertutup oleh produk korosi. Lubang-lubang kecil ini bisa menembus dari sisi satu ke sisi yang lain. Apabila lubang yang tembus ini banyak maka bisa menyebabkan konstruksi patah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari analisa data-data hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Laju korosi hasil penelitian dengan media korosif air laut adalah 2,194 – 17,279 mpy, media korosif larutan NaCl 5 % laju korosinya 2,663 – 5,800 mpy sedangkan dengan media korosif air kapur 0,003 – 12,992 mpy.
 - b. Media air laut merupakan media paling korosif sedangkan air kapur merupakan media paling tidak korosif.
 - c. Jenis korosi yang terjadi adalah korosi sumuran. Yaitu korosi yang menyebabkan lubang-lubang kecil pada permukaan logam.
 - d. Pada saat korosi sedang berlangsung terdapat daerah pasivasi. Yaitu daerah dimana laju korosi mengalami penurunan. Sesudah itu bila laju korosi meningkat lagi maka daerah ini disebut daerah transpasivasi.
 - e. Persamaan reaksi korosi merupakan persamaan reaksi elektrokimia. Hal ini karena melibatkan reaksi ion-ion yang teroksidasi maupun tereduksi.
4. Editorial, 1980, *Corrosion Prevention and Control*, 32 (3): 41, London.
 5. Surdia, T., dan Saito, S., 1984, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
 6. Sutjipto, 1990, *Pengaruh Striping pada Korosi Al 1100F*, Tesis, Program Pasca Sarjana MIPA UGM.
 7. Toifur, M., 1998, Korositas Aluminium 1100F yang Diimplantasi dengan Ion Argon, *Jurnal Media Almamater*, KOPERTIS Wilayah V, Yogyakarta.
 8. Trethewey, KR., dan Chamberlain, J., 1988, *Corrosion for Student Science and Engineering*, Longman Group UK Limited, London.
 9. Uhlig, H., 1971, *Corrosion and Corrosions Control*, John Wiley & Sons, New York.

4.2. Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pengaruh kecepatan aliran media korosif, perbedaan temperatur media korosif guna penyempurnaan penelitian ini.
- b. Waktu perendaman dalam media korosif perlu dilakukan lebih lama guna mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Allen, M. D., & Ames, D. W., 1982, *Interaction and Stray Current Effect on Buried Pipelines Six Case Histories*, The present Status, Institution of Corrosion Science & Technology, Science Division, London.
2. Avner, S.H., 1987, *Introduction to Physical Metallurgy*, Mc Graw-Hill Inc., Singapore.
3. Dieter, G.E., & Djaprie, S., 1990, *Metalurgi Mekanik*, Erlangga, Jakarta.