

EVALUASI KOROSI BAJA KARBON RENDAH ASTM A36 PADA LINGKUNGAN ATMOSFERIK DI KABUPATEN JEMBER

Sumarji¹

ABSTRACT

Atmospheric corrosion is corrosion or degradation of materials in the atmosphere that occurs naturally. The corrosion rate varies for different materials and is influenced by several environmental factors, such as: humidity, temperature, and pollutant (NO_x , SO_x , Cl , CO_2). This research studies the corrosion rate of low carbon steel ASTM A36 in kabupaten Jember environment with different area. The location of research was done in the side of beach (Watu Ulo), the centre of city (Gajah Mada street) and the mountain range (Rembangan). The dimension of test racks and specimens for atmospheric exposure were prepared in accordance with the ASTM G 50 – 76. The cleaning of all corrosion products were done in accordance with the ASTM G 1- 90. The result shows that the highest corrosion rate is in the Watu Ulo as big as 2,82 mpy, than Gajah Mada street as big as 0,919 mpy. The lowest corrosion rate is in Rembangan as big as 0,844 mpy. From the micro photographs, it is found that low carbon steel ASTM A36 corrode by uniform and pitting formation.

Keywords: atmospheric corrosion, uniform, pitting

PENDAHULUAN

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya yang berhubungan langsung dengan udara terbuka, sering disebut juga dengan korosi atmosfer (Trethewey et al.,1991). Hampir seluruh produk korosi disebabkan oleh lingkungan atmosfer. Hal ini dikarenakan pada umumnya logam selalu berhubungan dengan udara terbuka yang kelembaban dan kandungan polutannya dapat mempengaruhi korosifitas logam. Korosi atmosferik sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan iklim atau lingkungan. Faktor-faktor seperti temperatur, kelembaban dan kandungan bahan kimia dalam udara sangat menentukan laju korosi (Fontana, 1987; Agung, 2004). Sementara itu, komposisi logam, struktur metalurgi, dan proses pembuatan logam juga mempercepat timbulnya korosi. (American Galvanizers Association, 2000).

Lingkungan yang korosif memberikan pengaruh besar pada sifat mekanik dari logam. Kekuatan dan kekerasan logam seperti baja yang banyak digunakan untuk komponen-komponen pada mesin, pondasi beton, pipa minyak, tangki air, pipa gas, tangki minyak yang apabila berada pada lingkungan yang korosif akan dapat terserang korosi. Sekitar 13% besi/baja baru hasil pengolahan digunakan setiap tahunnya untuk mengganti besi yang terkorosi (Widharto, 1997).

Kabupaten Jember merupakan daerah yang memiliki lingkungan udara yang berbeda-beda diantaranya pegunungan, daerah pantai dan pusat kota. Daerah tersebut memiliki kandungan polutan dan kondisi atmosfer tersendiri yang berpengaruh terhadap korosifitas logam. Telah banyak dijumpai bahwa pengguna kebutuhan baja di daerah Kabupaten Jember cukup tinggi terutama pada daerah pusat kota yang digunakan sebagai tiang penerangan jalan, pagar taman, dan struktur pondasi jembatan. Logam tersebut menerima suhu dan cuaca yang berbeda, sehingga mempengaruhi umur dan nilai ekonomis. (Agung 2004, Asosiasi Galvanis Indonesia, 2006).

Penelitian ini diarahkan untuk mengetahui laju korosi baja pada lingkungan atmosfer kabupaten Jember. Apabila laju korosi pada suatu kondisi telah dapat diperkirakan maka prediksi umur baja, proses dan cara-cara perlindungannya akan menjadi lebih baik. Hal ini akan mengurangi kerugian teknis, ekonomis dan estetika

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

TINJAUAN PUSTAKA

Baja

Baja karbon adalah paduan dari sistem Fe dan C, biasanya tercampur juga unsur-unsur bawaan lain seperti silikon 0,20% - 0,70%, Mn 0,50%-1,00%, P < 0,60% dan S < 0.06% (www.besi baja.com). Menurut Saito (2000), baja karbon menurut komposisi kimianya dibedakan menjadi sebagai berikut:

- Baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,05-0,3% (low carbon steel). Sifatnya mudah ditempa dan mudah dimesin. Biasanya digunakan untuk bodi mobil, bus dan lain-lain.
- Baja karbon menengah dengan kadar karbon 0,3-0,5% (medium carbon steel). Kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas, dan dipotong. Penggunaannya untuk konstruksi bangunan, bahan pada komponen mesin, golok, pisau dan lain-lain.
- Baja karbon tinggi dengan kadar karbon 0,5-1,5% (high carbon steel). Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Penggunaannya seperti pada baja kawat, kabel tarik dan angkat, kikir, pahat, dan gergaji.

Baja yang kadar karbonnya sangat rendah yaitu kurang dari 0,025% disebut baja feritik, dan yang mengandung 0,8% disebut baja pearlitik. Baja Feritik hampir serupa dengan besi murni atau hanya sedikit mengandung karbon. Karbon member sifat kuat dan keras. Ferit sifatnya lemah tetapi mempunyai sifat ulet, hanya terbentuk pada temperatur rendah dan bersifat magnetik. Sementit adalah senyawa antara besi dengan karbon yang dikenal dengan besi karbida (Fe_3C), mengandung karbon 6,67 %, bersifat kuat dan keras serta magnetic. Perlit adalah baja yang fasanya terdiri dari campuran ferit dan sementit ($\alpha + Fe_3C$), bersifat keras dan magnetic (Saito, 2000).

Korosi Atmosferik

Korosi secara kimiawi korosi adalah reaksi pelarutan (dissolution) logam menjadi ion pada permukaan logam yang berinteraksi dengan lingkungan yang dapat bersifat asam atau basa melalui reaksi elektrokimia. Logam tersebut memiliki ion positif dan negatif, yang apabila berhubungan dengan udara maka akan membentuk senyawa baru. Hal ini dikarenakan udara mengandung bermacam-macam unsur, salah satunya hidrogen maka akan terjadi reaksi dengan logam sebagai oksidator. Korosi ini dapat disebut atmospheric corrosion (Graedel, 2001).

Korosi atmosfer, termasuk korosi yang terjadi pada temperatur udara antara -18 sampai 70°C pada lingkungan tertutup atau terbuka. Penurunan mutu logam akibat atmosfer biasanya juga dipengaruhi oleh cuaca. Korosi atmosfer memiliki tingkat korosifitas yang berbeda untuk setiap lingkungan. (www.key-to-metals.com).

Mekanisme Korosi

Menurut Trethewey (1991), mekanisme reaksi korosi pada besi dalam baja adalah sebagai berikut:

Pada anoda terjadi pelarutan besi (Fe) menjadi ion Fe^{2+} :



sedangkan pada katoda terjadi reaksi :



untuk lingkungan (larutan) netral maka reaksi yang terjadi sebagai berikut :



dan untuk lingkungan (larutan) asam maka reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi di atas terjadi secara bertahap dan sebenarnya terjadi juga berbagai reaksi lanjutan dalam larutan. Pada peristiwa korosi, ion ferro yang terbentuk di anoda akan teroksidasi

membentuk ferrokksida (gamma iron oxide) berbentuk lapisan sangat tipis menempel pada permukaan logam dan mencegah terlarutnya besi lebih lanjut :



Demikian juga pada katoda oksigen harus mencapai permukaan logam agar reaksi (1) dan (2) terjadi. Ion hidroksil yang terbentuk juga dapat terserap pada permukaan membentuk lapisan yang menghalangi penyerapan oksigen. Pada keadaan ini terjadi polarisasi katoda dan proses korosi berjalan lambat. Pada peristiwa korosi yang cepat, lapisan penghambat (pelindung) tersebut tidak sempat terbentuk, ion Fe bereaksi dengan ion hidroksil :



Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses korosi dilingkungan basah dapat terjadi apabila empat syarat terpenuhi yaitu ;

1. Ada anoda tempat reaksi anodik terjadi.
2. Ada katoda tempat reaksi katodik terjadi.
3. Ada media untuk transfer elektron / arus.
4. Ada lingkungan yang bersifat elektrolit.

Laju Korosi

Kecepatan korosi dapat dihitung dengan pertambahan berat persatuan waktu persatuan luas dapat juga dihitung dengan tebalnya oksidasi yang terbentuk persatuan waktu (Suhartanti, 2005). Sering pula penunjukkan korosi dibuat dengan grafik penambahan atau pengurangan berat sebagai fungsi dari waktu. Seperti yang digunakan oleh Neuveld (1999) untuk mengetahui tingkatan laju korosi baja pada berbagai kondisi atau musim.

Menurut Agung (2004) apabila data yang mempengaruhi tingkat korosivitas lingkungan atmosfer tidak tersedia maka dapat diprediksi dengan model matematik hubungan laju korosi dengan faktor iklim dan polutan.

Menurut Graedel (2001), parameter yang digunakan untuk mengukur tingkatan rata-rata laju korosi dapat dihitung dengan persamaan berikut : .

$$\text{Lajukorosi} = (\text{KxW}) / (\text{AxTxD}) \quad (7)$$

dengan:

K = ketetapan(dalamASTM G-31-72,2004)

T = waktu pengujian (jam)

W = pengurangan berat (gr)

D = density g/cm^3

A = luasan permukaan spesimen (cm^2)

Tabel 1 Nilai Ketetapan Laju Korosi (K) Tiap Laju Korosi yang Diinginkan

Unit Laju Korosi yang Diinginkan	Nilai Ketetapan Laju Korosi (K)
Mil per tahun	3.45×10^6
Inchi per tahun	3.45×10^3
Inchi per bulan	2.87×10^2
Millimeter per tahun	8.76×10^4
Mikrometer per tahun	8.76×10^7
Gram per meter persegi per jam ($\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$)	$1.00 \times 10^4 \times \text{D}^A$

Sumber: Graedel 2001

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi Atmosferik

Korosi atmosferik dapat disebabkan oleh kabut dan pengembunan yang bisa mendatangkan bahaya korosi dari udara karena dapat membasahi seluruh permukaan termasuk yang tersembunyi. Lapisan-lapisan tipis air dari kabut dan embun tidak akan mengalir dan akan tetap disitu sampai menguap oleh hembusan angin atau meningkatnya temperatur (Trethewey, 1991). Faktor korosifitas ditentukan oleh polutan pada daerah industri, pantai, kelembaban, suhu

(terutama dipengaruhi dengan tinggi rendahnya tingkat pengembunan, penguapan kelembaban) dan curah hujan (www.key-to-metals.com).

Laju kimia termasuk reaksi korosi, akan semakin besar dengan naiknya temperatur sehingga terjadinya reaksi oksidasi pada logam atau meningkatkan kemampuan lingkungan untuk mengoksidasi logam. Kenaikan temperatur berbanding lurus dengan kenaikan konstanta laju reaksi. Pada suhu kamar konstanta laju reaksi naik 2-50 kali pada setiap kenaikan suhu 10°C (Trethewey, 1991).

Menurut Trethewey (1991), kebanyakan logam seperti seng, baja, besi, nikel dan tembaga mengalami korosi jika kelembaban relatif lebih dari 60%. Jika kelembaban lebih dari 89%, karat pada besi dan baja menjadi higroskopik (menyerap air) dan dengan demikian laju serangan akan lebih meningkat lagi. Perubahan temperatur berpengaruh terhadap kelembaban relatif dan dapat menyebabkan titik embun. Jika temperatur turun lebih rendah dari titik embun, udara menjadi jenuh dengan uap air dan titik-titik air akan mengendap pada setiap permukaan logam yang terbuka.

Derajat keasaman mempengaruhi proses korosi karena pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ dalam air dan menghasilkan pelepasan elektron oleh logam pada reaksi anodik. Asam adalah salah satu indikator yang menyebabkan terjadinya korosi pada logam, dengan polutan SO_2 , SO_3 , NO_2 dan HNO_3 , butir-butir air hujan membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang menjadikan pH air berkurang dari 5,60. Lebih dari 90% emisi sulfur dan nitrogen berasal dari aktivitas manusia. Unsur-unsur yang terkandung dalam air, seperti oksigen terlarut, sodium klorida (NaCl), kalsium sulfat (CaSO_4), dan kalsium karbonat (CaCO_3) akan ikut mempengaruhi proses korosi pada material (Fontana, 1987).

Embun pagi saat ini umumnya mengandung aneka partikel aerosol, debu serta gas-gas asam seperti NO_x dan SO_x . Di dalam udara kedua gas tersebut dapat berubah menjadi asam nitrat (HNO_3) dan asam sulfat (H_2SO_4). Oleh sebab itu, udara menjadi terlalu asam dan bersifat korosif dengan terlarutnya gas-gas asam tersebut di dalam udara. Udara yang asam ini tentu dapat berinteraksi dengan apa saja, termasuk komponen-komponen kecil di dalam peralatan elektronik. Jika hal itu terjadi, maka proses korosi tidak dapat dihindari lagi. Sementara itu amoniak (NH_3) merupakan bahan kimia yang cukup banyak digunakan dalam kegiatan industri. Pada suhu dan tekanan normal, bahan ini berada dalam bentuk gas dan sangat mudah terlepas ke udara. Penguapan dan pelepasan bahan-bahan korosif tersebut ke udara dapat mempercepat proses korosi. (Graedel, 2001)

Kendaraan bermotor menyumbang 10.000 - 40.000 ppm CO yang bersifat asam, padahal udara dikatakan bersih jika mengandung CO sebesar 0,1 ppm. Gas ini disebabkan dari proses pembakaran pada mesin kendaraan yang tidak sempurna. Hal tersebut akan mempercepat terjadinya korosi. Air hujan yang bersifat asam dapat mempengaruhi laju korosi, dikategorikan netral jika pH-nya 7. Hujan dikategorikan hujan asam jika angka pH-nya dibawah 5,6 (Pustekkom, 2005).

Air laut mengandung 35 gram garam per liternya paling banyak NaCl , kemudian MgSO_4 , dan MgCl_2 karena kandungan garam tinggi maka air laut sangat korosif. Lingkungan dekat laut memiliki agresivitas terhadap logam sangat tinggi akibat terbawanya ion-ion Cl^- ke udara. (Graedel, 2001).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Jember dengan kondisi atmosfer yang berbeda diantaranya untuk lingkungan tepi pantai dipilih daerah pantai Watu Ulo, di pegunungan dengan lokasi kawasan Rembangan dan pusat kota di sekitar jalan Gajah Mada. Penimbangan, dan pengamatan struktur mikro permukaan dilakukan di Lab. Desain dan Uji Bahan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember. Sedangkan waktu penelitian bulan Oktober 2010 sampai dengan April 2011.

Bahan penelitian yang digunakan adalah baja karbon rendah ASTM A36 dengan komposisi kimia : 0,2 % Cu, 0,8-1,2 % Mn, 0,15-0,4 % Si, 0,29% C, 0,05% P, 0,05% S dan %Fe bal.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rak untuk penempatan spesimen uji koiosi dibuat sesuai dengan ASTM G50-76 (*Standart Practicefor Conducting Atmospheric Corrosion Test on Metal*). Ukuran untuk tiap spesimen uji adalah panjang 150 mm, lebar 100 mm dan tebal 4 mm dan ukuran rak uji dengan panjang 1800 mm. Jarak penempatan specimen dengan tanah minimal 760 mm dan arah penempatan menghadap ke utara dengan sudut 30 derajat arah horizontal.
2. Menimbang berat dan mengukur dimensi permukaan sebelum dilakukan uji korosi.
3. Pembersihan spesimen dari kotoran atau minyak yang melekat pada spesimen.
4. Meletakkan spesimen pada rak di daerah Watu ulo, Jl. Gajah Mada dan Rembangan.
5. Pengambilan spesimen setiap 2 minggu sekali secara periodik selama 24 minggu.
6. Melakukan penimbangan spesimen untuk mengetahui berat yang hilang sesuai standar ASTM G1-90 (*Standard Practice for Preparing, Cleaning-and Evaluating Corrosion Test Specimens*). Pembersihan dilakukan dengan metode *chemical cleaning* menggunakan larutan *acid pickling* (500 ml asam klorida, *hexamethylane tetramine* 3,5 g yang telah dicampur dengan aquades sampai menjadi 1000 ml, dilakukan pada temperatur kamar, dengan waktu 10 menit)..Setelah dicelup dan disikat dengan sikat halus, specimen dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan dengan *hairdryer*.
7. Melakukan pengamatan struktur mikro setelah terkorosi dengan mikroskop optik, yang sebelumnya telah digergaji dan dimounting. Spesimen setelah dimounting kemudian diampelas, dipoles dan dietsa sesuai dengan ASTM E 407-70 (*Standard Methods for Microetching, Metals and Alloys*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Korosi

Data hasil pengujian korosi atmosferik di daerah Rembangan, Watu Ulo, dan jalan Gajah Mada dapat dilihat pada tabel 2 dalam satuan mil (0,001 inc) *penetration per years (mpy)*.

Tabel 2. Laju Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 di Kabupaten Jember (mpy)

Daerah Pengamatan	Minggu ke -											
	2	4	6	11	10	12	14	16	18	20	22	24
Rembangan	0,35	0,47	0,8112	0,9242	0,9389	1,006	1,001	0,9924	0,9235	0,922	0,9164	0,8724
Watu Ulo	0,9708	1,1703	2,642	3,3247	3,3353	3,4422	3,509	3,5192	3,3676	3,096	3,05	2,9324
Gajah Mada	0,4122	0,4787	0,7092	0,9508	0,9655	1,0151	1,1266	1,1254	1,0875	1,0838	1,0542	1,0184

Dari tabel 2 menunjukkan pada minggu ke 2 sampai ke-14 laju korosi baja karbon rendah ASTM A36 tiap - tiap daerah mengalami peningkatan laju korosinya. Peningkatan laju korosi ini akibat dari lamanya interaksi material dengan lingkungan yang akan memperbesar probabilitas kehilangan berat yang terjadi sehingga laju korosipun akan semakin meningkat. Selanjutnya laju korosi mengalami penurunan di minggu 14 -24. Penurunan laju korosi ini akibat adanya produk korosi yang menempel pada permukaan spesimen dan akan menghambat kontak logam dengan elektrolit sehingga laju korosi agak terhambat.

Daerah tepi pantai Watu Ulo mengalami laju korosi yang paling tinggi dengan rata-rata laju korosinya 2,82 mpy, selanjutnya daerah jalan Gajah Mada dengan rata-rata laju korosinya 0,919 mpy, dan yang paling rendah laju korosinya adalah Rembangan dengan rata-rata laju korosinya 0,844 mpy. Kondisi lingkungan atmosfer di daerah tepi pantai Watu Ulo sangat besar peranannya dalam peningkatan laju korosi. Suhu daerah tepi pantai Watu Ulo berkisar antara 25-32⁰C dengan tingkat kelembaban sebesar 62-90 % setiap tahunnya. Hal ini yang menjadikan logam sangat korosif terutama pada material baja karbon rendah ASTM A36. Kadar karbon pada baja yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,29 %, dimana karbon sangat reaktif terhadap asam maupun udara bebas. Percikan air laut yang mengandung NaCl terbawa oleh udara akan menempel pada permukaan logam. Kotoran yang menempel pada permukaan akan bereaksi

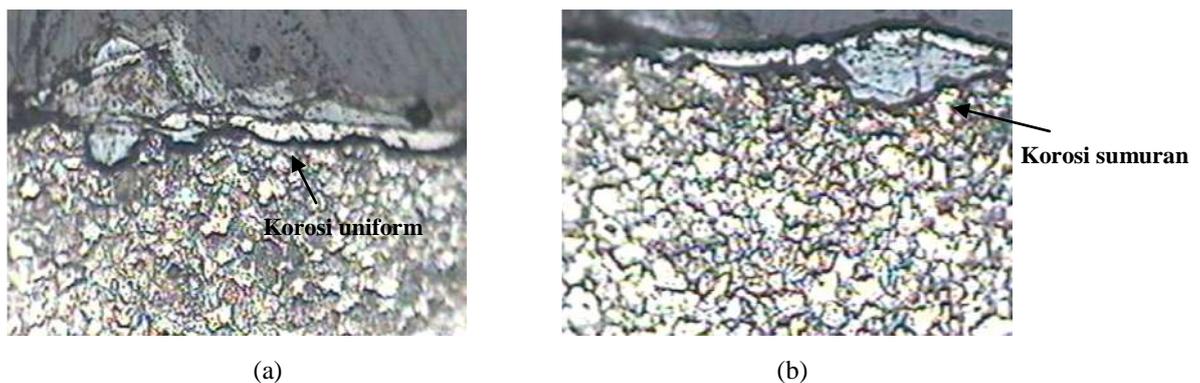
dengan elektrolit yang berasal dari embun. Ion Cl^- sangat agresif terhadap logam dimana peranan ion ini merusak ikatan logam. Dengan rusaknya ikatan logam maka akan memudahkan pelepasan ion logam yang bersangkutan sehingga logam akan cepat terkorosi.

Lingkungan daerah Gajah Mada merupakan daerah perkotaan faktor pencemar dan cuaca yang panas dengan kelembaban cukup tinggi. Pada daerah ini juga rawan korosi. Ion SO_2 dan NO_2 yang berasal dari asap kendaraan akan membentuk H_2SO_4 dan HNO_3 yang bersifat asam. Hal ini membuat laju korosi baja karbon rendah ASTM A36 agak tinggi. Pegunungan Rembangan memiliki ketinggian 600 meter di atas permukaan laut dengan suhu $18-25^{\circ}C$, hal tersebut memenuhi syarat terjadinya korosi atmosfer yaitu korosi dapat terjadi pada suhu $18-70^{\circ}C$ (*key to metal.com*). Menurut Dinas Infokom Kabupaten Jember bahwa pada bulan Nopember sampai pertengahan April adalah bulan basah terutama di daerah pegunungan. Rata-rata curah hujan yang terjadi berkisar antara 346,25 mm/ tahun (Muhkamahmad,2006). Karena udara di daerah pegunungan Rembangan yang bebas dari kawasan industri membuat laju korosi baja karbon rendah ASTM A36 lebih rendah.

Metalografi

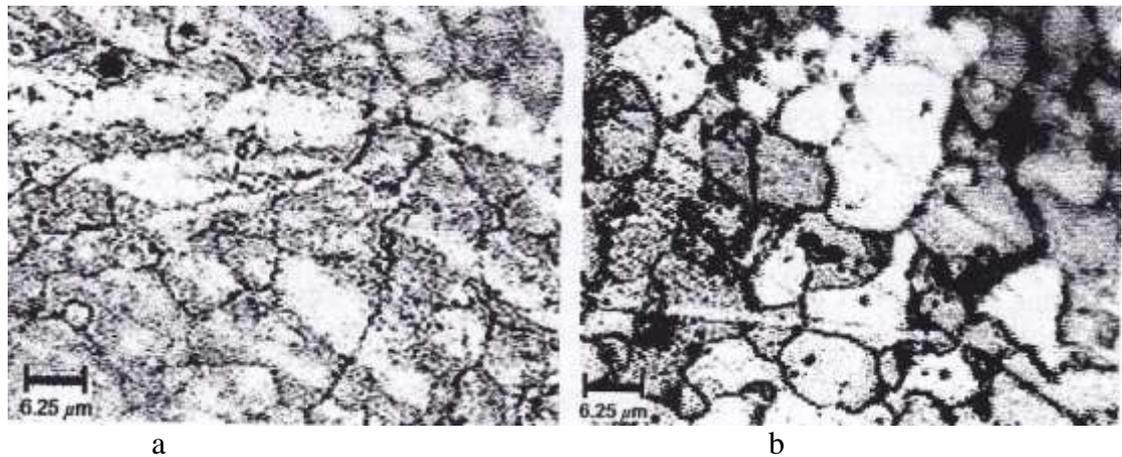
Produk korosi yang terbentuk pada permukaan baja karbon rendah ASTM A36 seperti gambar 1. dibawah ini. Baja karbon sangat mudah bereaksi dengan ion H^+ dari lingkungan yang mengandung asam dan adanya O_2 yang larut dari udara. Reaksi tersebut menjadi oksida hydrate atau yang disebut juga dengan karat.

Secara berangsur-angsur produk korosi mengakibatkan permukaan logam menjadi tidak rata, hal ini dapat menimbulkan terlepasnya lapisan film pada permukaan sehingga akan terjadi korosi pada anoda yang menjadikan logam menjadi higroskopik. Batas butir pada logam mempunyai energi yang lebih tinggi dari pada tengah butir maka bila terdapat elektrolit serangan korosi akan dimulai pada batas butir.



Gambar 1. Foto lintang struktur mikro produk korosi

Sampai akhir dari pengujian korosi atmosfer, produk karat yang terbentuk seperti pada gambar 1. Korosi yang terjadi pada permukaan logam umumnya seragam atau dapat disebut juga dengan korosi *uniform* (gambar 1a) dan ada di sebagian permukaan ada berbentuk menyerupai cekungan atau dapat disebut korosi sumuran dengan orientasi lebar dan dangkal (gambar 1b). Hal ini terjadi karena butir air menggenang lebih lama diatas permukaan atau dapat disebut juga dengan mekanisme sumuran akibat aerasi diferensial. Ion hidroksil di daerah katoda terdifusi dengan ion besi, sehingga terjadi pengendapan produk korosi yang tidak larut disekitar butir air. Karena oksigen berkurang maka permukaan di daerah butir air menjadi anoda akibatnya logam larut di bagian tengah butir air dan meningkatkan laju korosi, reaksi ion logam dengan ion hidroksil menghasilkan *hidroksida ferrous* ($Fe(OH)^-$) dan menyebabkan penumpukan produk korosi berwarna karat-merah Fe_2O_3 . Endapan produk korosi $Fe(OH)_3$ tidak larut dalam air oleh karena itu mengendap yang disebut juga dengan karat, terdapat dalam besi di lingkungan udara (Jones, 1992).



Gambar 2 Foto strukturmikro ASTM A36 sebelum (a) dan setelah terkorosi (b)

Gambar 2.b menunjukkan struktur mikro baja karbon rendah ASTM A36 setelah terkorosi. Dengan pembesaran 500x nampak awal terjadinya korosi terjadi di daerah batas antar butir. Di daerah antar batas butir tersebut mempunyai potensial elektroda yang berbeda dari dalam butir, maka terjadilah anoda dan katoda. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Godard (1969) bahwa sel tegangan, daerah batas butir dapat dianggap bertegangan karena atom-atom tidak berada dalam keadaan stabil atau energy terendah. Bercak hitam yang terdapat di tengah butir adalah rangan sulfida yang tersebar secara acak diseluruh permukaan material. Adanya kandungan mangan sulfida dan silikon cenderung mengurangi laju korosi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan laju korosi atmosferik pada baja karbon rendah ASTM A36 di Kabupaten Jember, maka dapat disimpulkan bahwa laju korosi tercepat di daerah tepi pantai Watu Ulo, rata-rata sebesar 2,62 mpy, Gajah Mada rata-rata laju korosinya sebesar 0,919 mpy dan Rernbangan rata-rata laju korosinya sebesar 0,844 mpy. Korosi yang terbentuk adalah *uniform* dan *pitting corrosion*.

Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang korosi atmosfer di Kabupaten Jember ini dengan menyertakan data klimatologis pada saat pengujian berlangsung, sehingga model matematis dari konstanta laju korosi dapat diketahui. Juga rentang waktu penelitian diperpanjang selama satu tahun sehingga di dapat data musim hujan dan kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- _____ 2446. *Corrosion of Metals and Their Alloys*. <http://www.key-to-metals.com/Article40.htm>. 27 (April 2006).
- _____ ASTM G1-90. 1994. *Standart Practice for Prepting, Cleaning and Evaluating Corrosion Test Specimens*. ASTM International, Annual Book of ASTM Standart, USA, 1994.
- _____ ASTM E 407-70 *Standart Methods for Microetching Metals and Alloys*. ASTM International, Annual Book of ASTM Standart, USA, 1986.
- _____ ASTM G50-76. 1994. *Standart Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Test on Metal*. ASTM Internasional, Annual Book of ASTM Standard, USA,1994.
- Agung, 2004. *Pengaruh Korosivitas Lingkungan Atmosferik*. Seminar Korosi Hal. 2-9, 23 (April,2004).
- American Galvanizers Association, 2000. *Hot-Dip Galvanizing for Corrosion Protection of steel*. www.galvanizeit.org. 2000.
- Assosiasi Galvanis Indonesia. 2006. *Introduction*. <http://www.besi baja.com>. 30 (Mei,2006).

- Fontana M.G. 1987. *Corrosion Engineering*. 3rd ed McGraw-Hill, New York
- Godard, H.P. 1969. *Localized Corrosion*. NACE Basic Corrosion Course. Houston, Texas.
- Graedel T.E., Leygraf, C. 2001. *Scenario's for Atmospheric Corrosion in the 21st Century*. The Electrochemical Society. [http:// www.potentiostat.com](http://www.potentiostat.com). Atmospheric. 1 (Mei 2006).
- Hariyono, H., Tjitro, S., Juliana Anggono. 1999. "Pengaruh Lingkungan Terhadap Efisiensi Inhibisi Asam Askorbat (Vitamin C) Pada Laju Korosi Tembaga". *Jurnal Teknik Mesin*, Vol 1, No. 2. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Petra. Hal. 100-107. (Oktober 1999).
- Jones, A, 1992. *Principle and Prevention of Corrosion*. Maxwell Macmillan International Publishing Group, New York.
- Key to Metals Task Force & INI International. 2006. *Corrosion of Carbon Steel*. [http://www.key to metals.com/](http://www.keyto metals.com/) Article 40.htm 27(April 2006).
- Muhkamahad, 2006. *Prakiraan BMG Awal Musim Hujan di Jatim terjadi di Jember*. Dinas Informasi dan Komunikasi Pemda Jatim. info@-infokom-jatim.go.id, 7 (November 2006).
- Neufeld, A. L., Ganther, W. D. 1999. "Zinc and Mild Steel Corrosion in Vietnam". <http://www.zinc corrosion.com>. 1 I (April, 2006)
- Pustekkom. 2005. *Pencemaran Udara*. Lembaran Publikasi Pustelfrom. <http://intra.metalurgi.lipi.go.id/> Publikasi/korosi/okt03/,htm new page 2, 26 (April,2005).
- Saito,S., Surdia T 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramitha, Jakarta
- Suhartanti, D. 2005. "Laju Korosi Baja di Kawasan PLTP Kamojang". Seminar Nasional MIPA. Universitas Indonesia Depok.
- Trethewey, K. R., Chambedain, J. 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Widharto, S. 1999. *Karat dan Pencegahannya*. Pradnya Paramitha, Jakarta