

ANALISA LAJU KOROSI BAJA KARBON SEDANG PADA KELEMBABAN YANG TINGGI

Abdul Hasan Saragih, Riski Elpari Siregar

Lab Material dan Struktur, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan
Lembaga Penelitian UNIMED, Jalan Willen Iskandar Pasar V, Medan Esate, 20222, Indonesia

ahasansaragih@yahoo.co.id, riskielsir@yahoo.com

Abstract

This research aim to know the relation between rates of corrosion of medium carbon steel at high humidity environment. This research conducted by ASTM B268-68 method. The result of examination obtained that at environment with the high humidity accompanied with the current experience of fast of rate of corrosion, this is because carbon steel hitting by ion H^+ is non-stop over change by circulation, so that if a material medium carbon steel which be at the high humidity environment and experience of the stream of aqueous vapor by continue require to be paid attention to a more regular to take care of the possibility of the happening of fast effect of appliance damage by corrosion which quickly.

Keywords: Speed of corrosion, medium carbon steel, high humidity

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan semakin kompleks, hal ini disebabkan oleh karena keinginan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup dan meningkatkan taraf kehidupan. Dengan meningkatnya taraf kehidupan membuat manusia memiliki harapan hidup semakin panjang. Dengan semakin panjangnya harapan hidup manusia hal ini juga menuntut ke hal lain, seperti peningkatan mutu dan keselamatan penggunaan alat yang dipergunakan sehari-hari.

Untuk meningkatkan mutu dan keselamatan alat yang dibuat memerlukan pengetahuan tentang kondisi penggunaan bahan di lapangan dan baik itu kondisi lingkungan maupun gaya-gaya yang dikenakan pada alat. Dimana dengan diketahuinya kondisi dan gaya-gaya dan perlakuan pada alat serta akibatnya maka akan dapat dilakukan tindakan pencegahan atau perbaikan mutu. Sebab dengan mutu yang lebih baik tentu akan meningkatnya nilai produk atau alat.

Penggunaan dan daya tahan suatu produk dipengaruhi oleh lingkungan pemakaiannya. Jika suatu produk yang mudah mengalami korosi memerlukan penelitian mengenai korosi. Suatu baja karbon yang beroperasi pada lingkungan kelembaban sangat tinggi sangat beresiko terhadap korosi, dimana korosi ini dapat mengakibatkan kegagalan, yang berbahaya terhadap keamanan, keselamatan dan perawatan alat. Juga korosi dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang mengalami lingkungan asam seperti pada daerah

industry. Untuk mengetahui bagaimana proses korosi, laju korosi dan akibatnya perlu dilakukan pengujian.

Pengujian korosi dilakukan dengan mengendalikan beberapa faktor yaitu, faktor temperatur, faktor konsentrasi larutan, dan faktor kecepatan aliran. Untuk pengendalian ini lingkungan pengujian berdasar standar uji korosi ASTM B268-68.

Pengujian korosi diperlukan karena korosi sangat membebani peradapan manusia melalui tiga cara, yaitu dari segi biaya korosi itu sangat mahal, dalam kasus nyata pada tahun 1980 di Amerika Serikat, Institut Battelle manaksir bahwa setiap tahun perekonomian Amerika rugi 70 milyar dollar akibat korosi, korosi sangat memboroskan sumber daya alam, dalam kasus nyata hasil perhitungan di Inggris, 1 ton baja diubah seluruhnya menjadi karat setiap 90 detik. Disamping tesia-sianya logam itu, energi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 ton baja dari bijih besi cukup untuk memasok kebutuhan energi satu keluarga selama tiga bulan, dan korosi tidak nyaman bagi manusia, dan kadang-kadang bahkan mendatangkan maut, dalam kasus nyata tahun 1985, atap sebuah kolam renang berusia 13 tahun di Swiss telah rubuh, menewaskan 12 orang dan melukai banyak yang lainnya. Diperkirakan penyebab adalah korosi pada baja Nirkarat terbuka yang mendukung 200 ton atap beton bertulang. Korosi ini mungkin ditimbulkan oleh serangan klorin dalam atmosfer (Trethewey, 1991).

Salah satu jenis kerusakan akibat korosi yang terjadi pada alat yang dapat mengganggu sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Demikian juga pada daerah yang mengalami kelembaban tinggi seperti pada lingkungan air mancur penggunaan baja karbon sebagai pipa untuk air mancur juga dapat mengalami kegagalan.

Untuk mengantisipasi kerusakan akibat kegagalan operasi ini maka perlu diketahui laju korosi pada lingkungan kelembaban tinggi.



Gambar 1. Korosi yang terbentuk pada saluran pipa keluar
(www.mkplastics.com 2006)



Gambar 2. Kipas yang dirusak korosi akibat asam perclorit
(www.mkplastics.com 2006)

Sehubungan dengan itu dicoba dilakukan penelitian tentang baja karbon yang dipergunakan sehari-hari pada lingkungan yang mengalami kelembaban tinggi. Korosi dapat terjadi karena berhubungan dengan lingkungan. Korosi yang terjadi tidak dapat dihindari namun hanya dapat diminimalkan.

Korosi secara harfiah didefinisikan sebagai suatu peristiwa perusakan (destructive and unintentional attack) ataupun suatu peristiwa penurunan kualitas (degradation) dari material khususnya logam karena bereaksi secara kimia maupun elektrokimia dengan lingkungan.

Faktor utama penyebab korosi adalah adanya suatu reaksi kimia, dimana kecepatan korosi tergantung kepada beberapa aspek pendukung antara lain:

- Temperatur
- Konsentrasi reaktan
- Produk dari korosi itu sendiri
- Tegangan mekanik (mechanical stress)
- Erosi akibat gesekan juga memberikan kontribusi terhadap peristiwa korosi.

Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan laju korosi pada baja karbon sedang yang berada dalam lingkungan yang sangat lembab.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hampir sebagian besar peristiwa korosi yang terjadi disebabkan oleh reaksi elektrokimia karena logam pasti memiliki elektron bebas yang mampu menimbulkan sel elektrokimia pada skala kecil di dalam logam itu sendiri.

Sebagian besar logam akan terkorosi di dalam air dan atmosfer terbuka, sehingga semua lingkungan dapat dikatakan korosif pada skala tertentu.

Lingkungan korosif dapat dikategorikan berdasarkan tingkatannya:

- Udara dan uap air
- Air murni dan suling
- Air garam
- Lingkungan industri
 - o Gas-gas chlorine
 - o Amonia
 - o Asam Sulfat
 - o Gas-gas sisa hasil pembakaran bahan bakar termasuk didalamnya
 - o Minyak tanah.

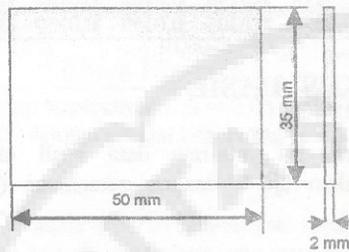
Kerugian akibat adanya korosi meliputi:

- Penampakan permukaan yang buruk
- Peningkatan ongkos pemeliharaan
- Adanya kontaminasi pada produk
- Berkurangnya factor keselamatan

Pada peristiwa reaksi elektrokimia korosi terjadi sebagai suatu reaksi anodik dan katodik.

Reaksi anodic adalah reaksi oksidasi dimana logam akan membentuk ion logamnya dan menghasilkan electron.

berat yang dialami logam selama proses korosi maka besarnya laju korosi dapat dihitung berdasarkan persamaan (Fontana; 1987).



Gambar 3. Ukuran Spesimen

$$MPY = \frac{534 \times W}{\rho A T}$$

Dimana:

MPY = millimeter per year sebagai kecepatan penetrasi logam

W = Kehilangan berat selama korosi (mg)

ρ = Berat jenis elektroda logam (gr/cm^3)

A = Luas permukaan elektroda (in^2)

T = Waktu proses korosi (jam)



Gambar 4: Setup Percobaan



Gambar 5: Spesimen Setelah diuji

Pemakaian ukuran MPY ini biasanya dilakukan untuk gejala korosi yang uniform dimana:

- Laju korosi 5 MPY menunjukkan sangat baik karena hanya sedikit material mengalami korosi.
- Laju korosi 5 – 50 MPY menunjukkan memuaskan karena untuk beberapa bagian yang tidak kritis laju korosi sebesar ini masih dapat ditolerir.
- Laju korosi diatas 50 MPY merupakan kecepatan korosi yang agak mengkhawatirkan terutama untuk bagian suku cadang yang kritis terhadap pembebanan.

3. METODE PENELITIAN

Spesimen

Bahan spesimen adalah Baja karbon sedang Mild Steel dengan komposisi kimia seperti tabel 1: dan dengan kekerasan 34 HRC (table)

Tabel 1. Komposisi Kimia Mild Stell

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
0,34	0,3	0,5	1,5	0,2	1,5	0,00	0,0

Persiapan Spesimen:

Lima belas buah spesimen dibersihkan dari segala kotoran maupun lemak secara seksama agar hasil pengukuran pengurangan berat akibat korosi dapat diukur dengan lebih baik.

Pengambilan data dilakukan berdasarkan ASTM B268-68, ASTM B287-62 serta BS1224, dimana waktu pengujian bervariasi dari 6 jam sampai 100 jam, bahkan lebih, pengaturan waktu ini berdasarkan tujuan dan jenis material uji, dengan setup alat uji seperti gambar 7.



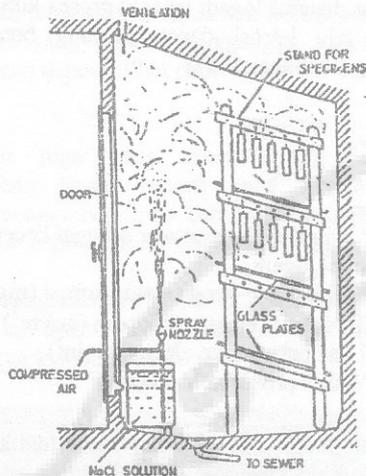
Reaksi katodik adalah reaksi reduksi dimana akan dikonsumsi sejumlah electron yang dilepas oleh anoda



Peristiwa korosi terjadi bilamana reaksi oksidasi dan reduksi harus berlangsung pada saat yang sama dengan laju yang sama pula.

Laju Korosi

Dengan memperhatikan banyaknya factor kehilangan



Gambar 6: Alat Uji dengan pengkabut udara (ASTM B287-62)

Tahapan persiapan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran dimensi spesimen awal sebelum dibersihkan.
2. Pembersihan permukaan spesimen dengan menggunakan kertas pasir secara bertingkat mulai dari grade 200, 400, 600, 800, 1000, 1200.
3. Pembersihan spesimen dengan menggunakan polish.
4. Pemberian label untuk identifikasi
5. Penimbangan berat spesimen.

Setup Pengujian:

Spesimen digantung pada alat uji sedemikian rupa seperti gambar 5, dan Setelah itu dilakukan pengujian selama dua puluh empat jam. Dimana pada tahap tertentu dilakukan pengamatan, dimana hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2.

Setelah pengujian selesai tahap berikutnya adalah proses pembersihan spesimen sebelum mengukur kembali berat untuk mengetahui berapa pengurangan berat akibat korosi.

3. HASIL PENGUJIAN

Tabel 2. Berat Spesimen Sebelum Pengujian

Posisi Spesimen	1	2	3	4	5
Atas	141,057	139,422	139,429	138,436	138,404
Tengah	137,397	137,375	137,157	136,662	136,185
Bawah	136,169	135,774	135,766	135,754	135,159

Tabel 3. Berat Spesimen Setelah Pengujian

Posisi Spesimen	1	2	3	4	5
Atas	140,750	139,422	139,429	138,361	137,970
Tengah	137,079	137,227	136,840	136,497	135,972
Bawah	135,141	135,468	135,607	135,595	134,929

Tabel 4. Selisih berat Spesimen Setelah Pengujian

Posisi Spesimen	1	2	3	4	5
Atas	0,0306	0,0196	0,0427	0,0075	0,0434
Tengah	0,0318	0,0148	0,0165	0,0165	0,0213
Bawah	0,1028	0,0305	0,0159	0,0159	0,0230

4. DISKUSI HASIL

Untuk menguji rata-rata data hasil eksperimen dipergunakan uji t, dengan persamaan (Wallpole, 1986):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left\{ \frac{\sum X_1^2 + \sum X_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right\} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \tag{1}$$

Dari hasil pengukuran pengurangan berat spesimen Setelah dilakukan pengolahan data diperoleh data seperti tabel 5

Tabel 5: Data hasil perhitungan untuk analisa statistik

Posisi	Rerata \bar{x}	Variansi s	Standar deviasi σ
Atas	0,2817	0,0045	0,0675
Tengah	0,2370	0,0071	0,0847
Bawah	0,1686	0,01612	0,1271

Dari data di atas maka untuk menentukan apakah ada perbedaan rata-rata kehilangan berat menurut posisi maka dilakukan uji kesamaan variansi antar posisi menggunakan uji t, dimana untuk posisi atas dan tengah adalah sebagai berikut:

Variansi gabungan dari posisi atas dan tengah dicari dengan persamaan:

$$\left(\bar{x}_{ats} - \bar{x}_{tgh} \right) - t_{\alpha/2} S_p \sqrt{\frac{1}{n_{ats}} + \frac{1}{n_{tgh}}} < \mu_{ats} - \mu_{tgh} < \left(\bar{x}_{ats} - \bar{x}_{tgh} \right) + t_{\alpha/2} S_p \sqrt{\frac{1}{n_{ats}} + \frac{1}{n_{tgh}}} \tag{2}$$

dengan S_p adalah standar deviasi gabungan dengan variansi dicari dengan persamaan gabungan dicari dengan persamaan:

$$S_p^2 = \frac{(n_{ats} - 1)S_{ats}^2 + (n_{bwh} - 1)S_{bwh}^2}{n_{ats} + n_{bwh} - 2} \tag{3}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai dari hasil perhitungan sebelumnya maka diperoleh variansi gabungan

Tabel 6; Hasil perhitungan Uji T

Perbandingan	Sp	Hasil Uji t
atas-tengah	0,0765	$-0,02723 < \mu_{ast} - \mu_{tgh} < 0,116626$
atas-bawah	0,1018	$0,0175 < \mu_{ast} - \mu_{bwh} < 0,2087$
tengah-bawah	0,0778	$-0,00467 < \mu_{tgh} - \mu_{bwh} < 0,1415$

Dengan tahap kepercayaan $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $t_{0,025} = 2,101$ dengan derajat kebebasan $V = 18$,

Hasil uji t antara posisi atas-tengah menunjukkan bahwa jelas terjadi perbedaan rata-rata pada kedua spesimen dimana spesimen pada posisi atas lebih besar dari pada posisi tengah.

Hasil uji t antara posisi atas-bawah menunjukkan bahwa jelas terjadi perbedaan rata-rata pada kedua spesimen dimana spesimen pada posisi atas lebih besar dari pada posisi bawah.

Hasil uji t antara posisi tengah-bawah juga menunjukkan bahwa jelas terjadi perbedaan rata-rata pada kedua spesimen dimana spesimen pada posisi tengah lebih besar dari pada posisi bawah dimana rata-rata kehilangan massa pada posisi paling atas lebih besar dari pada posisi tengah dan bawah, dan kehilangan massa pada posisi tengah lebih besar dari pada posisi bawah.

Kejadian tersebut besar kemungkinan dikarenakan kehilangan berat tergantung pada seberapa banyak spesimen dikenai oleh air, yang dilihat sewaktu percobaan. Pada posisi tengah air dari ujung mengalir ke tengah disamping dikenai langsung oleh semprotan air, sehingga adalah wajar di tengah spesimen dikenai oleh air lebih banyak dari yang lain sehingga lebih banyak terkorosi. Namun yang menjadi pertanyaan di posisi antara tengah dan ujung, korosi terjadi cukup jauh bedanya dengan posisi ujung dan tengah. Hal ini mungkin karena tidak meratanya semprotan air ke posisi secara horizontal. Kalau secara vertical semprotan air memang berkurang di bagian bawah karena berada agak menjauh dari sumber semprotan air.

Perhitungan Kehilangan Berat Pertahun

Dari persamaan kecepatan penetrasi korosi logam pertahun (Fontana, 1987)

$$MPY = \frac{534 \times W}{\rho AT} \quad (4)$$

Dimana:

W = Kehilangan berat selama korosi (mg) diambil dari rata-rata kehilangan berat specimen =

0,2817 (untuk atas), 0,2370 (untuk tengah), dan 0,1686 (untuk bawah)

$$\begin{aligned} \rho &= \text{Berat jenis elektroda logam (gr/cm}^3) = 7,8 \text{ gr/cm}^3 \\ A &= (5/2,54 \times 3,6 \times 2) + (5/2,54 \times 2 \times 2) + (3,6/2,54 \times 2 \times 2) \\ &= 27,716 \text{ in}^2 \\ T &= 24 \text{ jam.} \end{aligned}$$

Dengan memasukkan data ke dalam persamaan diperoleh data laju kehilangan berat untuk tiap posisi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Posisi Atas} \quad MPY_{\text{atas}} &= 0,028992 \\ \text{Posisi Tengah} \quad MPY_{\text{tengah}} &= 0,024392 \\ \text{Posisi Bawah} \quad MPY_{\text{bawah}} &= 0,017352 \end{aligned}$$

Dari data diketahui bahwa penetrasi karat tertinggi diperoleh pada posisi specimen paling atas, dan dari besarnya di bawah 5 MPY menunjukkan bahwa laju pemakaian baja karbon sedang mild steel tidak berbahaya di pakai pada daerah air mancur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

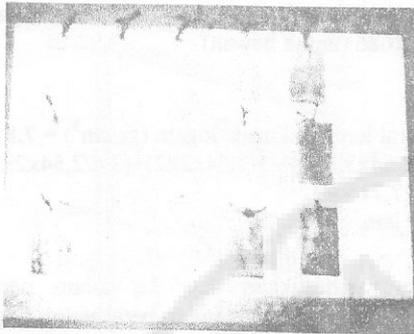
Korosi lebih cepat terjadi pada media yang lembab dibanding jika berada pada udara bebas.

1. Dari pengujian diketahui ada kehilangan berat baja karbon sedang akibat dari terjadinya korosi.
2. Korosi lebih cepat terjadi pada baja karbon yang dikenai langsung oleh pancuran air.
3. Hasil perhitungan MPY menunjukkan pemakaian baja karbon sedang pada lingkungan air mancur aman.

B. SARAN:

Pada daerah yang langsung kena semprotan air untuk melindungi dari korosi yang lebih cepat perlu diberi perlindungan yang lebih baik.

- Dilihat dari gambar 8, Permukaan baja terkorosi lebih banyak pada posisi atas,
- Pada posisi atas tersebut *mass loss* juga bervariasi, dimana spesimen pada posisi tengah lebih banyak *mass loss*nya.
- Dan pada posisi antara tengah dan ujung *mass loss* paling kecil
- Pada daerah yang langsung kena semprotan air untuk melindungi alat korosi yang lebih cepat perlu diberi perlindungan yang lebih baik.



Gambar 7: Spesimen setelah 24 jam

Dari kondisi terjadinya korosi tersebut di atas, *mass loss* tergantung pada seberapa banyak spesimen dikenai oleh air, yang dilihat sewaktu percobaan. Pada posisi tengah air dari ujung mengalir ke tengah disamping dikenai langsung oleh semprotan air, sehingga adalah wajar ditengah spesimen dikenai oleh air lebih banyak dari yang lain sehingga lebih banyak terkorosi. Namun yang menjadi pertanyaan di posisi antara tengah dan ujung, korosi terjadi cukup jauh bedanya dengan posisi ujung dan tengah. Hal ini mungkin karena tidak meratanya semprotan air ke posisi secara horizontal. Kalau secara vertical semprotan air memang berkurang di bagian bawah

karena berada agak menjauh dari sumber semprotan air.

DAFTAR ACUAN

- [1] Dieter E. George, 1986, *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [2] Fontana, G. Mars, 1987, *Corrosion Engineering*, 3rd McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- [3] Roberge R. Pierre 2000, *Hand Book of Corrosion Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York
- [4] Roberge R. Pierre 2000, *Hand Book of Corrosion Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [5] Treathey KR. Chamberlain J, 1991, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, Gramedia Jakarta.
- [6] Voort Vander., *Material Science and Engineering Series; "Metallography Principles and Practice"*, McGraw-Hill Book Company, 1984.
- [7] Walpole Ronald E., Myers Raymond H., Penerjemah R.K. Sembiring, 1986 "Ilmu Peluang dan Statistik Untuk Insinyur dan Ilmuwan," Penerbit ITB Bandung,