

Analisa Tingkat Korosi Atmosferik Pada Baja Struktural Dikawasan Aceh Barat dan Nagan Raya

Joli Supardi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Alue Penyareng, Meurebo, Meulaboh, Aceh, Indonesia
Email : joli.cmt@gmail.com

Abstract

The west coast of Aceh region is an area that is passed directly to the Indian Ocean, the Malacca Strait and the Gulf of Bengal. The tsunami that Aceh in December 2004 has led to the greater part of the coastal region of Aceh, including the region of Aceh Barat and Nagan Raya merged in seawater and the impact on the destruction of the environment around the coast. This condition causes the infrastructure in tsunami affected area becomes more susceptible to corrosion attack. This condition is exacerbated by the fact that the Aceh region is an area that is prone to earthquakes that have corroded infrastructure can suddenly collapsed during the earthquake occurred at a smaller scale. This study aims to look at the effect on the rate of corrosion of structural steel in the region of Aceh Barat and Nagan Raya. This research is done on location Peunaga Pasi For West Aceh region and village Kubang Gajah To Nagan Raya area. Testing methods to lose weight with the exposure time period of five months. The results showed that the corrosion rate of the highest value for western Aceh region ranged from 0.74 to 4.29 mpy and to Nagan Raya ranged from 0.85 to 2.61 mpy. For all types of steel in this region the level of corrosion rate is still relatively low.

Keyword : *Atmospheric Corrosion, Steel Construction, Corrosion rate.*

1. PENDAHULUAN

Aceh merupakan wilayah daratan dengan topografi berbukit, bergunung, dan berlembah, hal ini yang merupakan salah satu faktor terjadi cuaca lokal. Aceh berada pada ketinggian antara 0-1.205 meter di atas permukaan laut. Wilayah ini memiliki perairan umum yang berupa danau dan sungai. Iklim Aceh termasuk iklim tropis yang dipengaruhi oleh angin muson, dengan curah hujan tidak merata beragam antara 1.000-3.000 milimeter setiap tahun. Suhu udara beragam antara 33°C-37°C. [1]

Aceh bermusim kemarau pada awal bulan Maret sampai Agustus dan musim hujan di bulan September sampai dengan Februari. Kelembaban udara relatif di wilayah itu berkisar antara 70 sampai dengan 90 persen. Musim kemarau (Juni sampai September), dipengaruhi oleh masa udara kontinental Australian, dan musim hujan (Desember sampai Maret) yang dihasilkan masa udara dari daratan Asia dan Samudra pasifik. Perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan siklus dan kacanya iklim dunia yang diakibatkan oleh pemanasan global akibat efek rumah kaca. Hujan di musim kemarau sangat mungkin terjadi, demikian juga sebaliknya. Namun secara umum, musim penghujan menjadi lebih pendek dengan curah hujan yang lebih tinggi. [1]

Pengaruh temperatur dan kelembaban udara relatif terhadap laju korosi atmosferik ini penting dilakukan karena kondisi udara yang lembab akan membantu proses pengendapan

bahan pencemar, sebab dengan keadaan udara yang lembab maka beberapa bahan pencemar berbentuk partikel (misalnya debu) akan berikatan dengan air yang ada dalam udara dan membentuk partikel yang berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap ke permukaan material.[2]

Proses korosi yang paling nyata adalah reaksi logam dengan oksigen udara. Kendati reaksi dengan oksigen pada prinsipnya sangat sederhana, para ilmuwan di masa lampau mengalami kesulitan dalam memahami perubahan berat yang menyertai kalsinasi (oksidasi) logam di udara. Bahkan sekarang, pengkajian tentang oksidasi dan reaksi – reaksi temperatur tinggi lain menyangkut paduan – paduan moderen telah membuktikan bahwa proses yang dilibatkan kompleks sekali. Untuk mengetahui tingkat korosi pada baja konstruksi yang terekspose dilapangan dan sering digunakan dipasaran maka perlu dilakukan pengukuran tingkat laju korosi atmosferik guna untuk menghindari terjadinya kegagalan dini pada konstruksi yang menggunakan besi dengan menggunakan metode kehilangan berat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerugian Akibat Serangan Korosi

Korosi merupakan proses degradasi bahan yang tidak bisa dihindari, dan telah menjadi permasalahan dunia yang mengakibatkan kerugian besar secara ekonomi [1]. Kerugian akibat korosi ini telah mencapai 3-4% GDP negara-negara industri [2]. U.S. *Federal Highway Administration* (FHWA) melaporkan estimasi total biaya tahunan korosi di Amerika Serikat sekitar \$276 milyar (kira-kira 3.1% dari U.S. GDP) [3]. Di Indonesia, sekitar 20 triliun rupiah diperkirakan hilang percuma setiap tahunnya karena proses korosi [4].

Korosi infrastruktur seperti bangunan, jembatan, jalan, pabrik, jaringan pipa dan tangki, merupakan masalah korosi yang paling serius dihadapi dunia pada saat ini. Utamanya terhadap infrastruktur yang berumur (*aging infrastructure*) yang telah mendekati umur desainnya, yang mana perawatan dan upaya untuk memperpanjang umur pemakaiannya menjadi perhatian utama [3]. Kemudian, kegagalan dini berbagai infrastruktur seperti jalan, jembatan, dermaga dan transmisi perpipaan sering disebabkan oleh korosi infrastruktur tersebut [5].



Gambar 1. Jembatan layang (highway) yang ambruk di Quebec , Kanada, tahun 2006 yang salah satunya disebabkan oleh efek korosi [6]

Contoh kegagalan infrastruktur yang pernah terjadi akibat serangan korosi seperti ambruknya struktur jembatan layang di Kanada yang diperlihatkan dalam Gambar 1 dan ambruknya struktur Wahana Atlantis, Taman Impian Jaya Ancol, Jakarta, pada bulan September 2011 yang ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Wahana Atlantis, Taman Impian Jaya Ancol, Jakarta, pada tanggal 25 September 2011 yang salah satunya disebabkan oleh efek korosi [7]

2.2. Korosi atmosferik

Korosi atmosferik merupakan degradasi dan pengrusakan bahan logam karena berinteraksi dengan atmosfer (lingkungan) dan diperparah dengan adanya polutan seperti gas-gas atau zat garam yang terkandung di udara [6].

Efek dari korosi atmosferik yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Gambar 1 menunjukkan contoh/fenomena korosi atmosferik.



Gambar 3. Korosi atmosferik pada atap rumah

Data korosivitas pada suatu kawasan sangat diperlukan. Data tersebut nantinya dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan bahan logam pada perencanaan tata ruang suatu kawasan. seperti pemilihan perencanaan lokasi, perawatan dan untuk menghindari kerusakan dini berbagai bahan baja konstruksi infrastruktur akibat serangan korosi.

2.3. Potensi Bencana Provinsi Aceh

Provinsi Aceh merupakan daerah yang rawan bencana alam seperti gempa bumi, gunung berapi, longsor, banjir dan badai. Gempa bumi yang sering terjadi di provinsi ini adalah sebagai akibat posisi geologis Aceh yang berada di jalur penunjaman dari pertemuan lempeng Asia dan Australia, serta berada di bagian ujung patahan besar Sumatera (sumatera fault/transform) yang membelah pulau Sumatera dari Aceh sampai Selat Sunda yang dikenal dengan Patahan Semangko [8].

Selain itu, zona patahan aktif yang terdapat di wilayah Aceh adalah wilayah bagian tengah, yaitu di Kabupaten Aceh Besar, Pidie, Pidie Jaya, Aceh Tengah, Gayo Lues, Aceh Tenggara, Aceh Barat, Nagan Raya, Aceh Barat Daya, dan Aceh Selatan. Hal ini dapat

menyebabkan Aceh mengalami bencana geologis yang cukup panjang [8].

Gempa bumi yang terjadi selama kurun waktu 2007-2010 di Aceh sebanyak 97 kali dengan kekuatan 5 sampai dengan 7,5 Skala Richter. Kejadian diprediksi akan berulang karena Aceh berada diatas tumbukan lempeng dan patahan. Dampak yang ditimbulkan selama kurun waktu tersebut yaitu korban jiwa sebanyak 62 orang, kerusakan harta benda diperkirakan mencapai 25–50 Milyar rupiah, kerusakan sarana dan prasarana 20–40 persen, sedangkan cakupan wilayah yang terkena gempa sekitar 60–80 persen, dan 5 persen berpengaruh terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat. Kabupaten/Kota yang diperkirakan akan terkena dampak adalah: Banda Aceh, Aceh Jaya, Aceh Barat, Nagan Raya, Simeulue, Aceh Barat Daya, Aceh Singkil, Aceh Selatan, Subulussalam, Sabang, Aceh Besar, Pidie, Aceh Tengah, Gayo Lues dan Aceh Tenggara [8].

2.4 Pengukuran Laju Korosi

Pengukuran laju korosi atmosferik dapat dilakukan dengan dua metode, Tergantung kepada perspektif dalam menentukan korosi atmosferik, apakah dari perspektif bahannya atau dari faktor-faktor penyebabnya [9].

Pengujian berdasarkan perspektif yang pertama melibatkan spesimen secara langsung, dengan mengukur kehilangan massa yang diakibatkan oleh korosi. Metode ini melibatkan proses eksposur (*exposure*) sampel bahan pada udara terbuka, hingga sampel bahan tersebut terkorosi. Sampel bahan ini biasanya dipotong dalam bentuk-bentuk yang praktis disebut kupon (*coupon*). Seiring waktu, spesimen akan mengalami penipisan akibat kehilangan massa. Pengukuran kehilangan massa dalam interval waktu tertentu (per hari, minggu atau bulan, bergantung kepada laju korosinya secara visual) dilakukan, dan laju korosi atmosferik pada lokasi tersebut, untuk bahan logam yang diuji, dapat ditentukan dan direpresentasikan dalam satuan penetrasi per tahun (seperti mils per tahun atau milimeter pertahun), melalui persamaan berikut [10]:

2.5. Pengujian Laju Korosi

Pengukuran laju korosi atmosferik dapat dilakukan menggunakan metode *exposure*, yaitu dengan cara mengekspos sejumlah spesimen logam keudara terbuka pada rak pengujian hingga spesimen tersebut terkorosi. Spesimen kemudian dibersihkan dari produk korosi dan ditimbang untuk mendapatkan data kehilangan berat. Data laju korosi dapat ditentukan dengan Persamaan (1) dapat merujuk kepada ASTM G1 – 03

$$\text{Laju korosi (mpy)} = \frac{W}{A \cdot T \cdot D} \quad (1)$$

dimana:

K = konstanta $3,45 \times 10^6$

W = kehilangan massa, gram

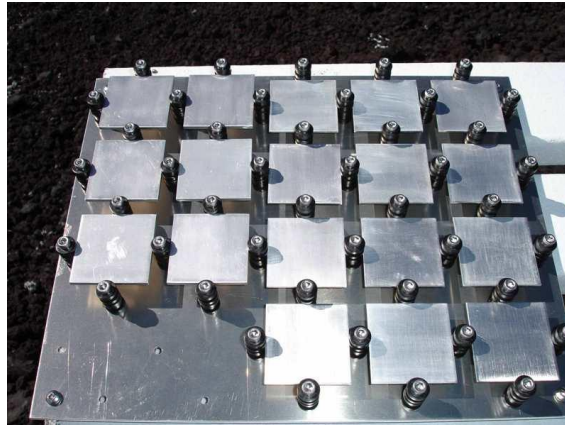
A = luas spesimen terkorosi, cm^2

T = waktu ekspos, jam

D = massa jenis, gram/cm^3

Tabel 1. Nilai K untuk persamaan (1)

Satuan laju korosi yang diinginkan	Nilai K
Mils per tahun (mpy)	$3.45 \cdot 10^6$
Milimeter per tahun (mm/y)	$8.76 \cdot 10^4$
Gram per meter kuadrat per jam ($\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$)	$1.00 \cdot 10^4 \cdot D$



Gambar 4. Spesimen yang diekspos diatas rak pengujian dalam suatu pelaksanaan uji ekspos korosi atmosferik [11]

Standar untuk metode ini adalah ASTM G50 atau ISO 8565. Metode ini dinamakan pengujian eksposur (*exposure test*). Gambar 3 menunjukkan contoh pelaksanaan pengujian eksposur.

Metode yang kedua adalah dengan mengukur parameter-parameter yang menyebabkan korosi atmosferik seperti kadar polutan (terutama SO₂ dan ion klorida), TOW, dan lain-lain. Hasil dari pengukuran dapat direpresentasikan dalam klasifikasi udara berdasarkan parameter-parameter tersebut, berdasarkan standar ISO 9223.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 (delapan) bulan yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu pemantauan potensial korosi infrastruktur dan pengukuran laju korosi infrastruktur yang direpresentasikan dengan laju korosi atmosferik.

3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan

Spesimen eksposur untuk menganalisa korosi atmosferik berupa baja konstruksi yang banyak digunakan dilapangan. Lima jenis baja konstruksi, yang umum dijual dipasaran Aceh, yaitu berbentuk baja plat, baja strip, baja siku, baja segi empat dan baja tulangan, dipilih menjadi spesimen.

3.3. Prosedur Kerja

Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai korosi infrastruktur, faktor-faktor yang mempengaruhinya, bahaya dan kerugian yang dapat ditimbulkannya serta metode pengukurannya. Kemudian dilakukan survey lapangan untuk menentukan lokasi yang tepat untuk pengujian eksposur.

Berdasarkan data dari studi literatur dan survey lapangan, dilakukan perumusan masalah untuk penelitian ini. Dari berbagai permasalahan ditetapkan batasan masalah. Kemudian ditetapkan tujuan penelitian. Berdasarkan tujuan penelitian dirumuskan hipotesis untuk penelitian yang akan dijalankan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian eksposur.

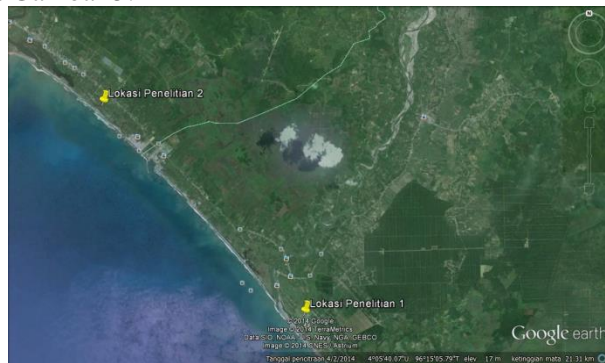
3.3.1. Pengujian eksposur

Pengukuran laju korosi infrastruktur dilakukan melalui pengujian eksposur (Gambar 6) yang didasarkan pada standar ASTM G 50. Empat lokasi eksposur yang berbeda yang tersebar di wilayah Aceh Barat dipilih dalam penelitian ini. Pada setiap

lokasi pengujian, diletakkan satu rak yang mengekspos 5 (lima) jenis spesimen yang masing-masing jenis terdiri dari 3 (tiga) spesimen. Sebelum dilakukan eksposur, setiap spesimen ditimbang untuk mendapatkan berat awalnya.

3.4. Pengukuran Laju Korosi Atmosferik

Survey lokasi untuk menentukan lokasi penempatan rak pengujian dilakukan di dalam kabupaten Aceh Barat dari tanggal 04 -16 Agustus 2014 Untuk memastikan kondisi lokasi aman dan layak dilakukan ekpos spesimen uji. Untuk tahap awal 2 (dua) lokasi telah ditetapkan dan dilaksanakan pengujian, lokasi penempatan rak dan spesimen uji yang menjadi lokasi penelitian adalah desa Kubang Gajah dan Peunaga, seperti dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian Pemetaan Korosi Atmosferik

Penempatan rak pengujian dilakukan dengan menempatkan rak pengujian pada posisi menghadap ke laut dan spesimen uji ditempatkan sesuai dengan posisi yang telah ditetapkan dalam rak uji, ekpos spesimen uji dengan menggunakan rak uji di desa Kubang Gajah seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Rak Pengujian Dilapangan

Setiap spesimen diekspos dan pada setiap periode dua minggu sekali akan dilakukan pengujian kehilangan massa dengan menggunakan timbangan digital. Mula-mula spesimen dibersihkan dari produk korosi, sesuai dengan standar ASTM G 33, kemudian berat spesimen pada saat itu ditimbang menggunakan timbangan digital untuk menjamin akurasi. Laju korosi ditentukan dari data kehilangan massa tersebut, melalui persamaan (1).

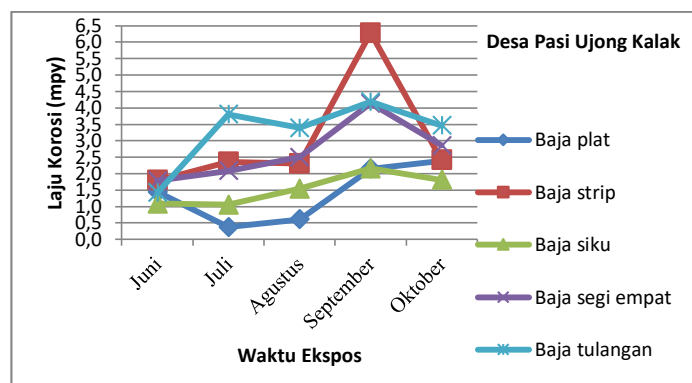
Setelah data untuk semua lokasi pengujian didapat, data-data ini kemudian diintegrasikan untuk analisa secara menyeluruh sehingga dapat disusun suatu kesimpulan

dan rekomendasi. Sebagai langkah terakhir, akan disusun suatu laporan mengenai penelitian ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Pasi Ujong Kalak

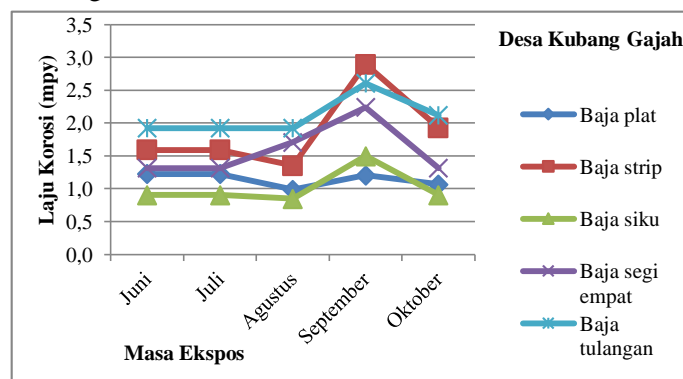
Pada Gambar 7 menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Pasi Ujong Kalak yang terjadi sangat fluktuatif, tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja plat mencapai 0,34 – 2,38 mpy, baja strip mencapai 2,31 – 6,28 mpy. baja siku di mencapai 1,06 – 1,81 mpy. baja segi empat mencapai 1,78 – 4,13 mpy. Dan pada baja tulangan mencapai 1,42 – 4,19 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Juni.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Peunaga Pasi

4.2. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Kubang Gajah

Pada Gambar 5.5 menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Kubang Gajah tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja plat mencapai 0,99 – 1,22 mpy, baja strip mencapai 1,35 – 2,89 mpy. baja siku di mencapai 0,85 – 1,50 mpy. baja segi empat mencapai 1,32 – 2,24 mpy. Dan pada baja tulangan mencapai 1,92 – 2,61 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Agustus.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Kubang Gajah

Dari nilai laju korosi yang dihasilkan atau ditampilkan pada grafik pada gambar diatas dalam bentuk nilai laju korosiperbulan pengambilan data. Untuk melihat perbandingan

standar tingkat laju korosi pada baja dan nikel paduan bagus atau tidak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Kriteria laju korosi pada baja nikel paduan

Relative corrosion resistance*	Approximate metric equivalent†				
	mpy	$\frac{mm}{yr}$	$\frac{\mu m}{yr}$	$\frac{mm}{hr}$	$\frac{pm}{sec}$
Outstanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1–5	0.02–0.1	25–100	2–10	1–5
Good	5–20	0.1–0.5	100–500	10–50	5–20
Fair	20–50	0.5–1	500–1000	50–150	20–50
Poor	50–200	1–5	1000–5000	150–500	50–200
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

*Based on typical ferrous- and nickel-based alloys. For more expensive alloys, rates greater than 5 to 20 mpy are usually excessive. Rates above 200 mpy are sometimes acceptable for cheap materials with thick cross sections (e.g., cast-iron pump body).
†Approximate values to simplify ranges.

Sumber : (M. G Fontana⁷)

Berdasarkan dari tabel 2. terlihat tingkat laju korosi pada dasarnya masih tergolong sangat baik hanya berkisar antara 0,37 mpy – 6,28 mpy.

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan secara umum dan sementara dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Secara keseluruhan tingkat laju korosi yang terjadi sangat fluktuatif dan dipengaruhi oleh kondisi klimatologi pada setiap bulannya.
2. Hasil Pengukuran masih tergolong dalam keadaan sangat baik sehingga penggunaan material baja tersebut masih bisa digunakan untuk pemakaian pada pembangunan infrastruktur dikawasan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous, Cost of Corrosion Study Unveiled, *A Supplement to Material Performance*, NACE International, 2002, p.2.
- [2] Uhlig, H.H. *Corrosion and Corrosion Control an Introduction to Corrosion Science and Engineering*, John Wiley and Sons Inc, 1971.
- [3] Shreir, L.L., *Corrosion Control*, Newnes Butterworths. London, 1979.
- [4] Trethewey, K.R. and Chamberlain, J. *Corrosion for Science and Engineering*, 2nd Ed, Longman (England), 1995.
- [5] Widyanto, B. Permasalahan Korosi dan Penanganannya di Industri Perminyakan Di Indonesia, available at, http://www.migas-indonesia.net/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1230&Itemid=42, 2008, accessed 2010
- [6] ASM International, *ASM Handbook, Volume 13A, Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection*, ASM international, 2003.
- [7] ASTM G-1 – 03 *ASTM Standards*, Vol 03.02, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens¹
- [8] ASTM G 50 – 76 *ASTM Standards*, Vol 03.02, Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals¹

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh skim Hibah Penelitian Dosen Pemula. nomor kontrak: 300/UN59.7/LT/2014.