

# Analysis of Weight Loss Rates in Structural Steel Caused by Atmospheric Corrosion Based on the Distance from Coastlines Using Weight Loss Method

Joli Supardi\*, Herdi Susanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

\*Email: joli.supardi@utu.ac.id

**Abstract.** The use of structural steel in the development of technology and industry as the main material plays an enormous role. Atmospheric corrosion is a material damage due to the interaction of metals with the atmosphere caused by pollutants. The purpose of this study is to study the level of atmospheric corrosion based on the distance from the coastline, as for the types of test specimens consisting of carbon steel, plates, strep, elbows, rectangles and reinforcement, The specimen is exposed for one year. Specimen collection and purification methods are calculated by ASTM G-1 and ASTM G-50. The chosen research location is a location that displays the distance from the coast border visited by Pasi Ujung Kalak with a distance of 108 m, Beureugang collects 11,590 m from the beach and PT. Karya Tanah Subur with a distance of 24,920 m from the beach. The level of corrosion rate in these three regions varies greatly from 0.44 to 1.70 mpy for steel in the form of plate, 0.16 to 0.73 mpy for steel in the form of strep, 0.44 to 2.17 mpy for steel to form elbows, 0 , 25-1.12 mpy for rectangular steel, 0.25-0.73 mpy for reinforcing steel From the three study sites, the corrosion rate carried out together based on the level of corrosion resistance is still classified as very good category (relative corrosion resistance), thus, the distance from the coast in the direction of atmospheric corrosion has not yet been shown to be synonymous.

**Abstrak.** Penggunaan baja struktural dalam perkembangan teknologi dan industri sebagai bahan utama sangat besar peranannya. Korosi atmosferik merupakan kerusakan material akibat hasil interaksi logam dengan atmosfer yang terjadi akibat adanya polutan diudara yang mengakibatkan terjadinya pertumbuhan sel korosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat laju korosi atmosferik berdasarkan jarak dari garis pantai, adapun jenis spesimen uji berupa baja karbon berbentuk plat, strep, siku, segi empat dan tulangan, Spesimen diekspos selama satu Tahun. Metode pemaparan spesimen dan pembersihan spesimen serta perhitungan laju korosi mengacu pada standard ASTM G-1 dan ASTM G-50. lokasi penelitian yang dipilih merupakan lokasi yang berfariasi jarak dari pinggiran pantai diantaranya Pasi Ujung Kalak dengan jarak 108 m, Beureugang berkisar 11,590 m dari pantai dan PT. Karya Tanah Subur dengan jarak 24,920 m dari pantai. Tingkat laju korosi pada tiga daerah ini sangat bervariasi antara 0,44-1,70 mpy untuk baja berbentuk plat, 0,16-0,73 mpy untuk baja berbentuk strep, 0,44-2,17 mpy untuk baja berbentuk siku, 0,25-1,12 mpy untuk baja segi empat, 0,25-0,73 mpy untuk baja tulangan Dari tiga lokasi penelitian, Laju korosi yang terjadi secara keseluruhan berdasarkan dari tingkat ketahanan korosi masih tergolong dalam ketagori sangat baik (relative corrosion resistance), dengan demikian pengaruh jarak dari pantai terhadap laju korosi atmosferik belum terlihat sinifikan.

**Kata kunci:** Korosi atmosferik, Baja Struktural, Garis Pantai, kehilangan berat, ion clorida.

---

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Aceh merupakan kawasan yang terletak langsung berhadapan dengan semenanjung selat malaka. Aceh memiliki wilayah lautan dengan panjang garis pantai 1660 km dan luas perairan laut 295.370 km<sup>2</sup> [1].

Pada tahun 2004 Aceh dilanda tsunami yang mengakibatkan hutan-hutan pantai mengalami kerusakan dan kehancuran sehingga mengalami

dampak terhadap lingkungan. Dari hal tersebut terjadinya perubahan iklim disepanjang pantai menuju daratan yang berdampak kepada baja struktural yang digunakan untuk pembangunan infrastruktur pasca tsunami [2].

Penggunaan baja untuk pembangunan infrastruktur semakin meningkat dengan adanya pengembangan wilayah pemukiman serta pembangunan sarana publik yang semakin

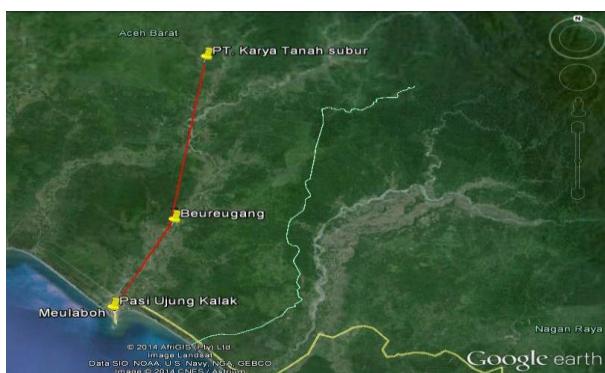
meningkat dengan menggunakan baja sebagai bahan utama untuk kontruksi, sehingga sangat perlu diperhatikan untuk aspek keselamatan dalam hal serangan korosi yang terjadi pada baja yang dikarenakan terjadinya interaksi antara baja dengan lingkungan yang mengandung ion-ion clorida didalam udara [3].

Penggunaan baja infrastruktur disepanjang garis pantai sangat perlu diperhatikan karena serangan korosi khususnya serangan korosi atmosferik yang terjadi sangatlah cepat yang mengakibatkan terjadinya kerugian yang sangat besar [4]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat laju korosi atmosferik berdasarkan jarak dari garis pantai dengan menggunakan metode kehilangan berat.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di tiga lokasi penempatan rak spesimen dengan dibedakan jarak dari garis pantai menuju daratan yaitu Pasi Ujung Kalak, Beureugang dan PT. Karya Tanah Subur dengan jarak masing-masing dapat dilihat ditabel jarak lokasi penempatan spesimen uji. Lokasi yang terdekat dengan pantai yaitu pasi ujung kalak dan ang terjauh dari pantai terdapat di PT. Karta Tanah Subur. Pada gambar dibawah dapat ditunjukkan ketiga lokasi tersebut.



**Gambar 1. lokasi Penempatan Rak spesimen**  
Sumber: [www.google.co.id/maps](http://www.google.co.id/maps)

**Tabel 1.** Jarak Lokasi Penempatan Spesimen

No	Lokasi	Jarak dari pantai (m)
1	Pasi Ujung Kalak	108
2	Beureugang	11.590
3	PT. Karya Tanah Subur	24.920

Pengukuran laju korosi atmosferik dengan metode kehilangan berat ini melibatkan spesimen secara langsung, dengan mengukur kehilangan massa yang terjadi akibat terserang korosi yang disebabkan udara pada suatu lingkungan. 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 per tahun) [5] melalui persamaan (1).

Bahan yang diakai untuk penelitian ini menggunakan baja karbon dipasaran yang digunakan untuk kontruksi infrastruktur dikawasan aceh baik digunakan untuk kontruksi perumahan maupun juga untuk industri yang berbentuk plat, strip, siku, segi empat dan tulangan dengan menggunakan Standar ASTM G 50 atau ISO 8565. Metode ini dinamakan pengujian eksposur (*exposure test*). [6].



**Gambar 2.** Bentuk spesimen uji (berbentuk: Tulangan, Segi Empat, Step, Siku dan Plat)

**Tabel 2.** Bentuk, dimensi dan jumlah spesimen uji

N o.	Bentuk spesimen uji	Ukuran (mm)				Jlm
		Panjang	Lebar	Tebak	Diameter	
1	Baja Plat	150	100	1	-	9
2	Baja Strip	150	36	3	-	9
3	Baja Siku	150	32	2	-	9
4	Baja segi Empat	150	11	11	-	9
5	Baja Tulangan	150	-	-	12	9

Rak pengujian dibuat seperti gambar 3 dengan merujuk pada standar ASTM G-50, dengan menggunakan pengilat berbahan plastik guna menghindari terjadinya kontak langsung dengan rak dan terhindari dari terjadinya pertumbuhan sel korosi garvanis.



**Gambar 3.** Rak Pengujian Spesimen



**Gambar 4.** Timbangan Digital dengan ketelitian 0,001 gram

Spesimen pengujian dilakukan pembersihan dan penimbangan terebih dahulu sebelum diletakan di rak pengujian guna untuk mendapatkan nilai berat spesimen awal sebagai dasar untuk melakukan perhitungan kehilangan berat spesimen. Pembersihan spesimen dilakukan dengan sikat kuningan dan dibersihkan dengan larutan aseton. Pengujian ini dilakukan merujuk pada standar ASTM G-1.

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

dimana:

K= konstanta konversi satuan laju korosi

W= kehilangan massa, gram

A= luas permukaan, cm<sup>2</sup>

T= waktu ekspos, jam

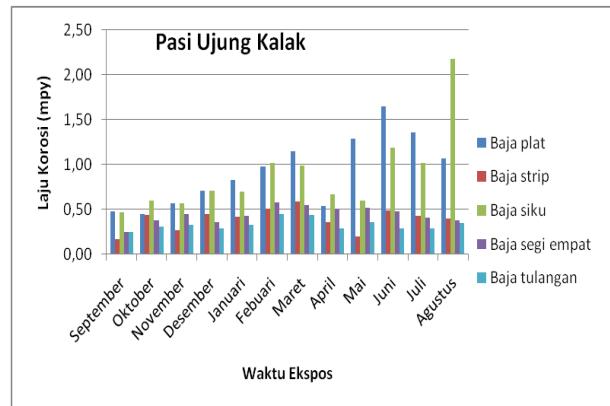
D= massa jenis, g/cm<sup>2</sup>

pada baja struktural diakibatkan oleh korosi atmosferik berdasarkan dari jarak pantai dengan menggunakan metode kehilangan berat telah dilaksanakan selama 10 bulan.

### Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan data laju korosi atmosferik berdasarkan dari kehilangan berat benda uji dapat di lakukan dengan persamaan 1, Nilai laju korosi dapat dilihat pada grafik dalam perhitungan sebulan sekali.

### 1. Lokasi Pasi Ujung Kalak



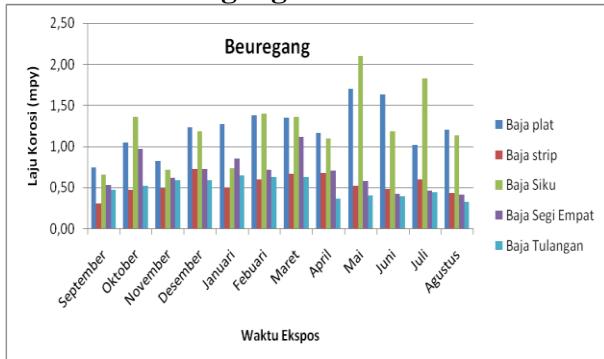
**Gambar 5.** Grafik Tingkat laju korosi atmosferik pada lokasi Pasi Ujung Kalak

Gambar 5 menunjukkan tingkat laju korosi pada setiap bulannya mengalami perubahan kehilangan berat, laju kehilangan berat sangat didominasi oleh baju struktural yang berbentuk plat dan siku. Perubahan tingkat laju korosi ini belum ditinjau dari segi pengaruh data klimatologi. Pengaruh data klimatologi juga sangat berpengaruh terhadap tingkat laju korosi atmosferik terhadap baja struktural. Penempatan rak penelitian pada lokasi pasi ujung kalak merupakan lokasi yang sangat terdekat dengan pantai hanya berjarak 108 meter dengan tingkat laju korosi rata-rata berkisar dianrata 0,45 – 1,65 mpy untuk baja berbentuk plat, 0,16 – 0,59 mpy berbentuk strip, 0,47 – 2,17 mpy berbentuk siku, 0,25 – 0,58 berbentuk tulangan dan 0,25 – 0,44 mpy berbentuk tulangan.

### Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dan pembahasan disajikan berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Data analisa tingkat kehilangan berat

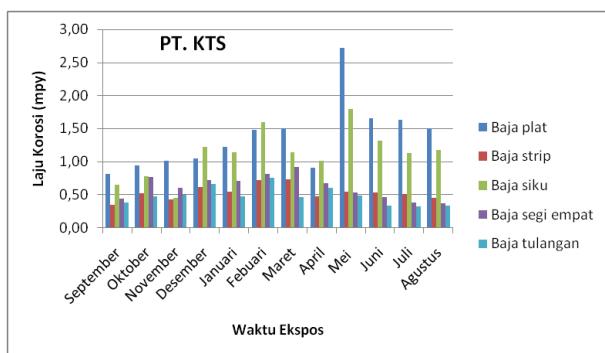
## 2. Lokasi Beuregang



Gambar 6. Grafik Tingkat laju korosi atmosferik pada lokasi Beuregang

Pada Gambar 6 menunjukkan tingkat laju korosi atmosferik sangat fluktuatif, laju korosi megalami peningkatan dari bulan september sampai dengan bulan mai, namun dari bulan juni mengalami penurunan, pada lokasi beuregang ini laju korosi juga masih didominasi oleh baja struktural yang berbentuk plat dan baja siku. Lokasi beuregang ini merupakan lokasi yang kedua terjauh dari pantai dengan jarak 11.590 m dari pinggiran pantai, lokasi ini merupakan lokasi wilayah perumahan penduduk dan juga merupakan kawasan industri beuregang. Tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi yang ditinjau dari kehilangan berat baja berkisar antara 0,74-1,70 mpy untuk baja berbentuk plat, 0,32-0,73 mpy untuk baja berbentuk strip, 0,66-2,10 mpy untuk baja berbentuk siku, 0,42-1,12 mpy untuk baja berbentuk segi empat dan 0,33-0,66 mpy untuk baja berbentuk tulangan.

## 3. Lokasi PT.Karya Tanah Subur



Gambar 7. Grafik Tingkat Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi PT. Karya Tanah Subur

Pada Gambar 7 diatas menunjukkan tingkat laju korosi atmosferik berdasarkan kehilangan berat terlihat adanya terjadi peningkatan

serangan korosi dari bulan september sampai bulan maret, sedangkan mulai bulan April sampai Agustus mengalami penurunan tingkat laju korosi. Lokasi PT.Karya Tanah Subur ini merupakan sebuah perusahaan PKS (perkebunan Kelapa sawit) yang terletak berkisar 24.920 m jarak dari pinggir pantai, namun letak rak penelitian PT.Karya Tanah Subur ini berada disekitar lokasi kolam limbah. Peningkatan laju korosi atmosferik ini belum ditinjau dari segi data klimatologi lingkungan sekitar penempatan rak spesimen. Tingkat laju korosi berkisar diantara 0,81-2,71 mpy untuk baja plat, 0,34-0,73 mpy untuk baja strip, 0,44-1,80 mpy untuk baja berbentuk siku, 0,37-0,92 mpy untuk baja berbentuk segi empat dan 0,31-0,75 mpy untuk baja berbentuk tulangan. Pada lokasi PT Karya Tanah Subur ini tingkat laju korosi juga masih didominasi tertinggi kehilangan beratnya pada baja struktural berbentuk plat dan siku.

Untuk semua sejima material tingat laju korosi atmosferik yang berdasarkan kehilangan berat material masih tergolong dalam sangat bagus (Excellence) terhadap ketahanan korosi. Berdasarkan dari keterangan tingkat ketahanan korosi untuk baja dan paduan.

Tabel. 3 Kriteria laju korosi pada baja nikel paduan  
Sumber : (M. G Fontana)

Relative corrosion resistance*	mpy	Approximate metric equivalent†			
		mm yr	μm yr	nm hr	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.

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat laju korosi atmosferik berdasarkan dari kehilangan berat pada tiga lokasi penelitian sangat bervariasi antara 0,44-1,70 mpy untuk baja berbentuk plat, 0,16-0,73 mpy untuk baja berbentuk strep, 0,44-2,17 mpy untuk baja berbentuk siku, 0,25-1,12 mpy untuk baja segi empat, 0,25-0,73 mpy untuk baja tulangan
2. Penempatan lokasi rak penelitian sangat dipengaruhi oleh polutan dan lingkungan yang menyebabkan terjadinya kehilangan berat

- material yang diakibatkan oleh serangan korosi atmosferik.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya semakin jauh dari pinggir pantai tingkat kehilangan berat material yang dipengaruhi oleh laju korosi atmosferik semakin sedikit

## Penghargaan

## Referensi

- [1] Kadarsah,2007,Mengenal Iklim Indonesia, [www.kadarsah.wordpress.com](http://www.kadarsah.wordpress.com), Mengenal-iklim-indonesia/diakses tanggal 2 Februari 2014.
- [2] J. Supardi, 2012, *Pemetaan Korosi Infrastruktur Di Pantai Barat Aceh*, Tesis Magister Teknik Mesin, UNSYIAH, Banda Aceh.
- [3] Widyanto, B., 2008, Permasalahan Korosi dan Penanganannya di Industri Perminyakan Di Indonesia, [http://www.migasindonesia.net/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=1230&Itemid=42](http://www.migasindonesia.net/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1230&Itemid=42) (diakses padatanggal 16Maret 2012)
- [4] M. Ridha., at, al. Atmospheric corrosion of structural steel in the 2004 tsunami affected area of Aceh, International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME), Volume 7, pp.1014-1022, Universiti Malaysia Pahang (2013).
- [5] ASTM International, 2003, Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals, ASTM G50.
- [6] ASM International. 2003. ASM Handbook. Volume 13A. Corrosion: fundamentals, testing, and protection. USA: ASM international.
- [7] ASTM G-1 – 03ASTM Standards, 1999, Vol 03.02, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens1.
- [8] ASTM G 50 – 76 ASTM Standards,1997, Vol 03.02, Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals1.
- [9] Fontana, M.G. 1987. Corrosion Engineering. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill.