

Laju Korosi Atmosferik Kawasan Pesisir dan Rural Di Kabupaten Aceh Barat Pasca Tsunami 2004

Herdi Susanto^{1*}, Joli Supardi², M. Ridha³, Syifaul Huzni⁴ dan S. Fonna⁵

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

^{3,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

*Email: herdisusanto@utu.ac.id

ABSTRAK

Korosi merupakan penyebab utama kegagalan dini banyak infrastruktur yang berada di daerah pesisir. akibat bencana gempa dan tsunami Desember 2004 Perubahan iklim disepanjang garis pantai Barat Selatan Aceh semakin tinggi, kerusakan tersebut berdampak pada lingkungan sekitarnya, angin menjadi lebih kencang dan kandungan garam klorida dalam udara menjadi meningkat hal ini memacu peningkatan laju korosi atmosferik pada konstruksi-konstruksi yang terbuat dari logam, Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak perubahan laju korosi atmosferik yang terjadi pada kawasan tsunami yang berjarak dibawah 5 km dari pinggir pantai terhadap kawasan yang tidak dilanda tsunami yang berjarak diatas 5 km dari pinggir pantai, untuk logam konstruksi yang sering digunakan oleh masyarakat untuk infrastruktur. Enam lokasi penelitian pengukuran laju korosi atmosferik dipilih, yaitu: Pasi Ujong Kalak, Peunaga Pasi, Kubang Gajah penelitian tahun 2014 kawasan pesisir dan Alue Peuyareng, Pasi Jambu, Paya Lumpat penelitian tahun 2015 kawasan rural berdasarkan ASTM G 50. Hasil penelitian laju korosi atmosferik menunjukkan bahwa semakin jauh dengan pinggir pantai maka laju korosi atmosferik akan menurun rata-rata untuk baja tulangan 1,62 mpy, baja nako 1,06 mpy, baja strip 2,95 mpy, baja siku 0,25 mpy, baja plat mencapai 0,67 mpy.

Kata Kunci: korosi atmosferik, logam konstruksi, Aceh Barat, ASTM G 50

1. PENDAHULUAN

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].

Wilayah Aceh Barat merupakan kawasan landaan bencana gempa dan tsunami Desember 2004, tsunami menyebabkan hutan-hutan pantai mengalami kerusakan. Luas hutan pantai dan bakau dipesisir Aceh sebelum tsunami diperkirakan sekitar 48.925 Ha. Pasca tsunami sekitar 30% dari kawasan tersebut mengalami kerusakan[5], kerusakan tersebut berdampak pada lingkungan sekitarnya, angin menjadi lebih kencang dan kandungan garam klorida dalam udara menjadi meningkat [6]. Hal ini dapat memacu peningkatan laju korosi atmosferik pada konstruksi-konstruksi yang terbuat dari logam [7].

Perubahan iklim disepanjang garis pantai Barat Selatan Aceh semakin tinggi, sehingga sangat diperlukan perbandingan laju korosi antara kawasan landaan tsunami terhadap kawasan yang tidak dilanda tsunami, sehingga perbandingan laju korosi ini dapat menjadi rujukan dalam pemilihan bahan-bahan konstruksi dalam perencanaan tata ruang kawasan dan perencanaan perawatan, sehingga kegagalan dini dapat dihindari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak tsunami yang terjadi dikawasan Barat Selatan Aceh terhadap laju korosi atmosferik beberapa logam konstruksi yang sering digunakan oleh masyarakat untuk infrastruktur dan serta melihat perbandingannya terhadap kawasan yang tidak dilanda tsunami.

1.1. Kriteria Laju Korosi Atmosferik

Penentuan kriteria laju korosi atmosferik dilakukan dengan standar tingkat laju korosi pada baja dan nikel paduan, baik atau tidak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria laju korosi pada baja nikel paduan

Relative corrosion resistance*	Approximate metric equivalent†				
	mpy	$\frac{mm}{yr}$	$\frac{\mu m}{yr}$	$\frac{nm}{hr}$	$\frac{pm}{sec}$
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 Fontana)

1.2. Pengukuran Laju Korosi

Pada penelitian ini, laju korosi infrastruktur direpresentasikan dengan laju korosi atmosferik. Pengukuran laju korosi atmosferik dapat dilakukan dengan dua metode, bergantung 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 per tahun), melalui persamaan berikut [10]:

$$\text{Laju korosi} = (KW) / (ATD) \quad 1$$

dimana :

K = konstanta konversi satuan laju korosi (Tabel 1)

W = kehilangan massa, gram

A = luas permukaan, cm^2

T = waktu eksposur, jam

D = massa jenis, g/cm^3

Tabel 1. Nilai konstanta konversi satuan laju korosi

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



Gambar 1. 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 1 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.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di wilayah landaan tsunami 2004 dalam kabupaten Aceh Barat, pemetaan korosi atmosferik, tahun 2014 yaitu Ujung Kalak, Peunaga, dan Kubang Gajah dan Tahun 2015 yaitu Alue Peunyareng, Pasi Jambu dan Paya Lumpat.

2.2. Alat dan Bahan yang Digunakan

Peralatan utama yang digunakan adalah rak eksposur/rak pengujian, timbangan digital, dan perlengkapan pembersihan spesimen seperti wadah, sarung tangan, sikat, dan lain-lain.

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. Ukuran dan dimensi spesimen seperti ditunjukkan pada Gambar2.



Gambar 2. Spesimen Uji laju korosi atmosferik

Spesimen yang telah disiapkan ditempatkan pada rak eksposur, dengan posisi yang telah ditentukan dan dalam penempatan spesimen tidak boleh kontak dengan rak spesimen,

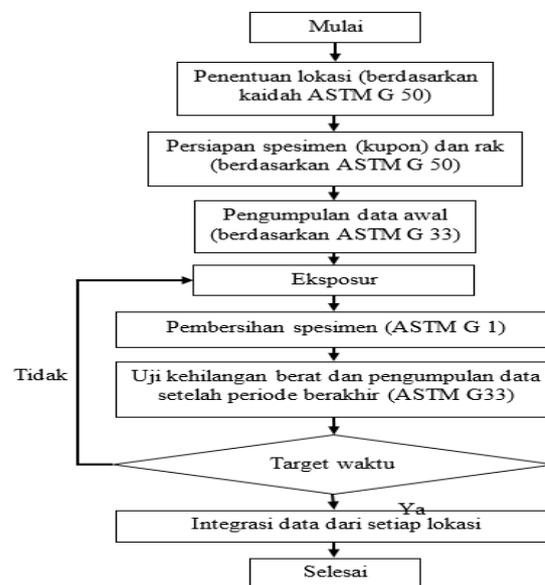
untuk menghindari terjadinya korosi galvanis pada spesimen uji, posisi spesimen pada rak uji seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penempatan spesimen pada rak uji

2.3. Prosedur Kerja

Pengukuran laju korosi infrastruktur dilakukan melalui pengujian eksposur (Gambar 4) 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.



Gambar 4. Diagram alir langkah-langkah pengujian eksposur

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.

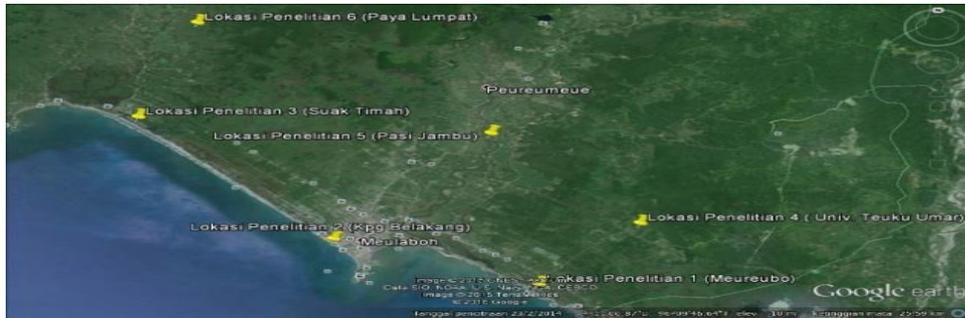
Setelah data untuk semua lokasi pengujian didapat, data-data ini kemudian diintegrasikan untuk analisa secara menyeluruh sehingga dapat disusun suatu kesimpulan dan rekomendasi. Sebagai langkah terakhir, akan disusun suatu laporan mengenai penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran Laju Korosi Atmosferik

Survey lokasi untuk menentukan lokasi penempatan rak pengujian dilakukan di

dalam kabupaten Aceh Barat, untuk memastikan kondisi lokasi aman dan layak dilakukan ekpos spesimen uji. Untuk tahap awal 6 (enam) lokasi telah ditetapkan dan dilaksanakan pengujian, lokasi penempatan rak dan spesimen uji yang menjadi lokasi penelitian adalah untuk lokasi yang berada pada jarak dibawah 5 km dari pinggir patai yaitu, desa Ujong Kalak, Peunaga, Kubang Gajah, dan untuk lokasi yang berada pada jarak diatas 5 km dari pinggir pantai yaitu, desa Alue Peuyareng, Pasi Jambu dan Paya Lumpat seperti dilihat pada Gambar 5.



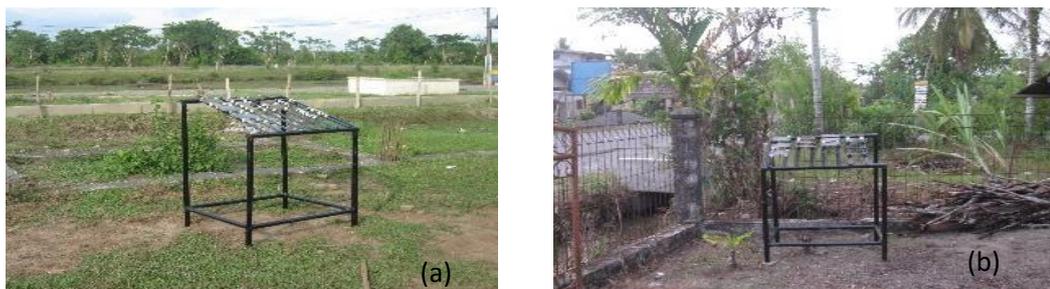
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian Pemetaan Korosi Atmosferik

Penempatan rak pengujian dilakukan dengan menempatkan rak pengujian pada posisi menghadap ke arah laut dan spesimen uji ditempatkan sesuai dengan posisi yang telah ditetapkan dalam rak uji, ekpos spesimen uji dengan menggunakan rak uji pada tahun 2014 dengan lokasi penempatan rak berada di daerah pesisir pantai dengan jarak dibawah 5 km, yaitu di desa Ujong Kalak, Peunaga dan Kubang Gajah, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi Penelitian Korosi (a) Atmosferik Kubang Gajah dan (b) Peunaga

Penelitian tahun kedua (2015) penambahan tiga lokasi penelitian baru untuk pengukuran korosi atmosferik, lokasi penempatan rak uji berada pada jarak diatas 5 km dari pinggir pantai, yaitu di desa Alue Peuyareng, Pasi Jambu dan Paya Lumpat. Kondisi ekpos spesimen uji untuk lokasi penelitian di Alue Peuyareng dan Pasi Jambu ditunjukkan pada Gambar 7.

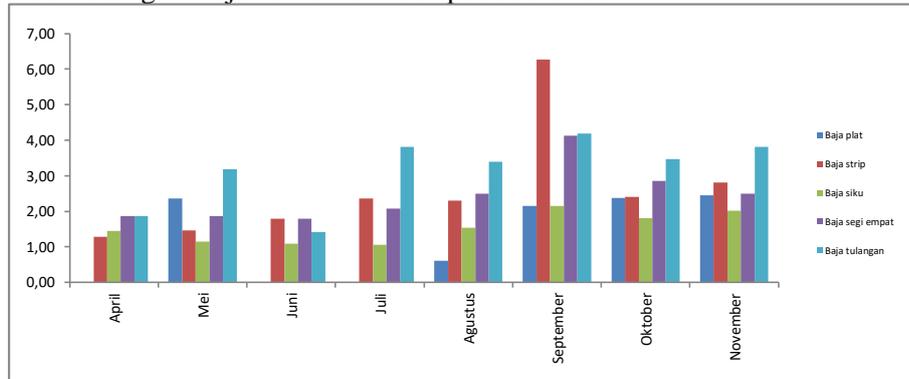


Gambar 7. Lokasi Penelitian Korosi (a) Alue Peuyareng dan (b) Pasi Jambu

3.2. Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik

3.2.1. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Ujong Kalak (2014)

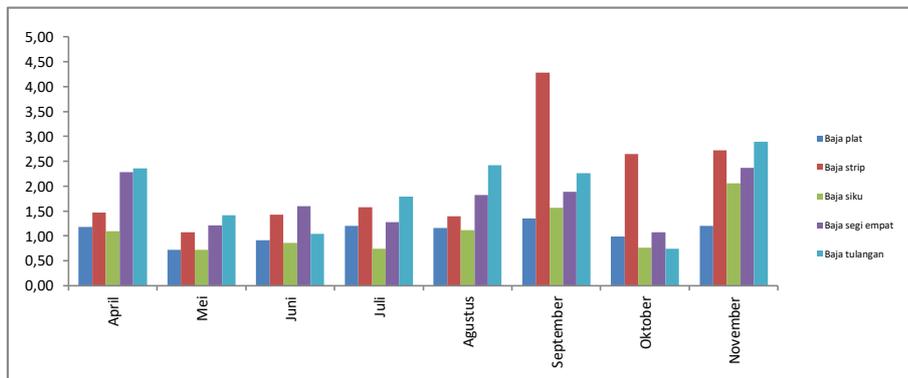
Pada Gambar 8. menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Ujong Kalak yang terjadi sangat fluktuatif, tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja plat mencapai 0,34 – 2,38 mpy, baja strip mencapai 2,31 – 6,28 mpy. baja siku di mencapai 1,06 – 1,81 mpy. baja segi empat mencapai 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 8. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Ujong Kalak

3.2.2. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Peunaga Pasi (2014)

Pada Gambar 9 menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Peunaga Pasi juga yang terjadi sangat fluktuatif, tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja plat mencapai 0,91 – 1,35 mpy, baja strip mencapai 1,40 – 4,29 mpy. baja siku di mencapai 0,74 – 1,57 mpy. baja segi empat mencapai 1,07 – 1,88 mpy. Dan pada baja tulangan mencapai 0,74 – 2,42 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Juni.

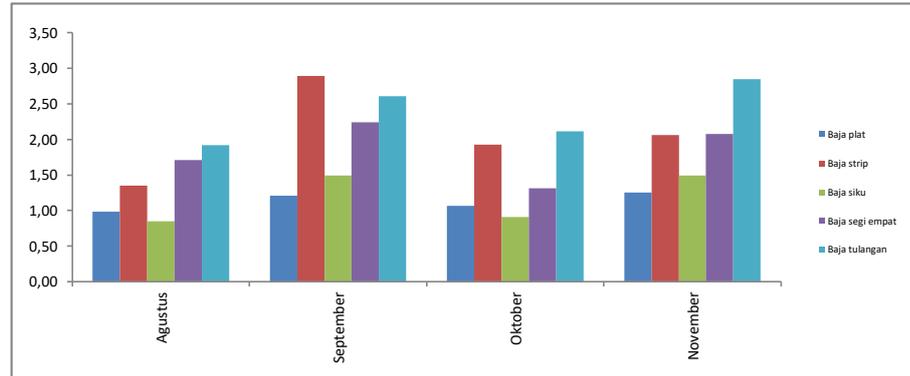


Gambar 9. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Peunaga Pasi

3.2.3. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Kubang Gajah (2014)

Gambar 10 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.

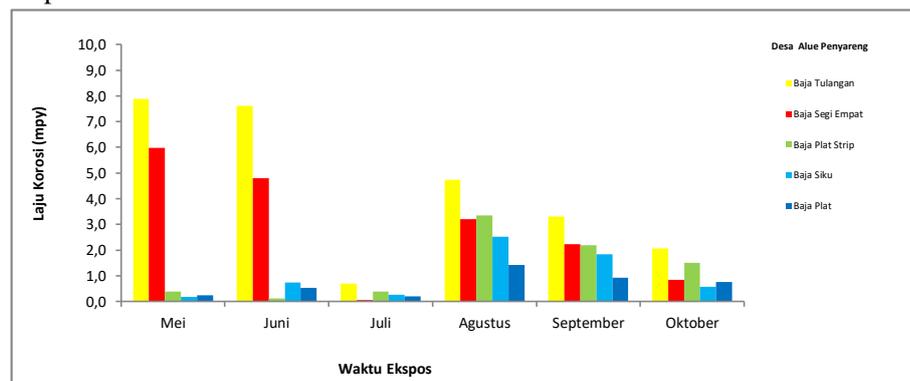
Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Agustus.



Gambar10. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Kubang Gajah

3.2.4. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Alue Peuyareng (2015)

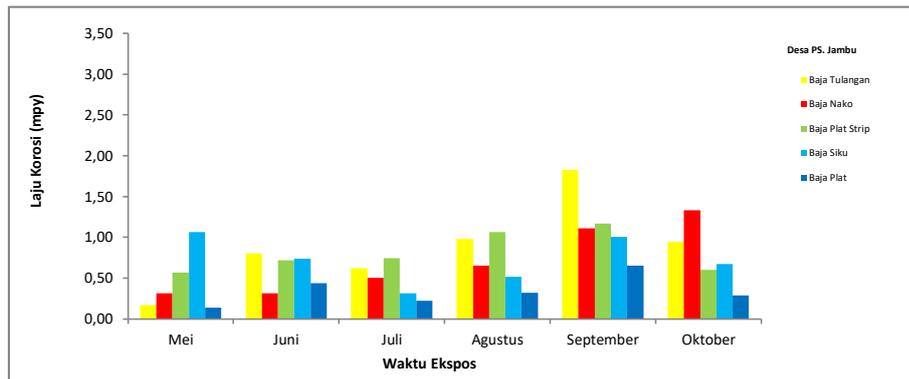
Gambar 11. menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Alue Peuyareng tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja plat mencapai 0,17 – 0,92 mpy, baja strip mencapai 0,13 – 2,19 mpy. baja siku di mencapai 0,18 – 1,83 mpy. baja segi empat mencapai 0,05 – 5,99 mpy. Dan pada baja tulangan mencapai 0,61 – 7,87 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan Mei sedangkan laju korosi terendah pada bulan Juli.



Gambar11. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Alue Peuyareng

3.2.5. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Pasi Jambu (2015)

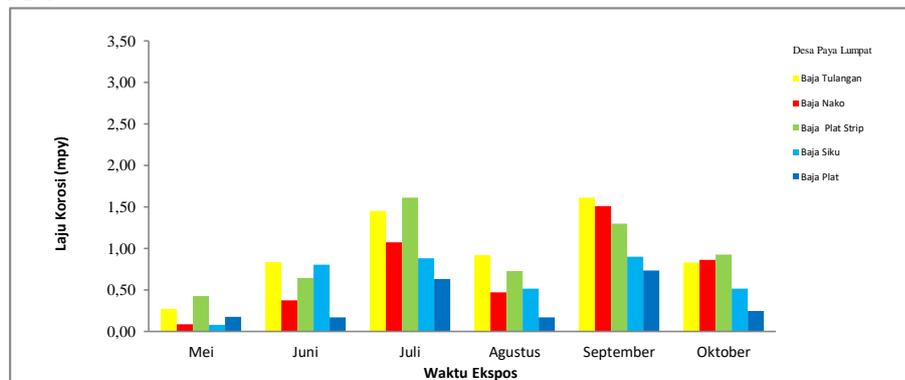
Gambar 12 menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Pasi Jambu tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja tulangan mencapai 0,17 – 1,83, baja nako mencapai 0,32 – 1,33 mpy, baja strip mencapai 0,57 – 1,17 mpy, baja siku di mencapai 0,31 – 1,06 mpy, baja plat mencapai 0,14 – 0,66 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Mei.



Gambar12. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Pasi Jambu

3.2.6. Lokasi Penelitian Laju Korosi Atmosferik Desa Paya Lumpat (2015)

Gambar 13 menunjukkan pengaruh tingkat laju korosi pada lokasi Desa Paya Lumpat tingkat laju korosi atmosferik yang terjadi pada baja tulangan mencapai 0,27 – 1,61 mpy, baja nako mencapai 0,09 – 1,51 mpy, baja strip mencapai 0,42 – 1,61 mpy, baja siku di mencapai 0,08 – 0,90 mpy, baja plat mencapai 0,16 – 0,73 mpy. Dari hasil pengukuran laju korosi tertinggi terjadi pada bulan September sedangkan laju korosi terendah pada bulan Mei.



Gambar13. Grafik Hasil Pengukuran Laju Korosi Atmosferik pada Lokasi Desa Paya Lumpat

4. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

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

1. Laju korosi atmosferik rata-rata untuk lokasi di bawah 5 km dari pinggir pantai baja tulangan 3,07 mpy, baja nako 2,75 mpy, baja strip 4,48 mpy, baja siku 1,63 mpy, baja plat 2,20 mpy
2. Rata-rata laju korosi untuk pada jarak di atas 5 km dari pinggir pantai, baja tulangan 1,45 mpy, baja nako 1,69 mpy, baja strip 1,53 mpy, baja siku 1,38 mpy, baja plat mencapai 1,53 mpy
3. Hasil penelitian korosi atmosferik menunjukkan bahwa semakin jauh dengan pinggir pantai maka laju korosi atmosferik akan menurun rata-rata baja tulangan 1,62 mpy, baja nako 1,06 mpy, baja strip 2,95 mpy, baja siku 0,25 mpy, baja plat mencapai 0,67 mpy

DAFTAR PUSTAKA

- [1] NACE, 2006, Corrosion Cost by Industrial Sector, Supplement to Material Performance, Vol. 41, No. 7, p.4.
- [2] Günter Schmitt, Michael Schütze, George F. Hays, Wayne Burns, En-Hou Han, Antoine Pourbaix, and Gretchen Jacobson, 2009, Global Needs for Knowledge Dissemination, Research, and Development in Materials Deterioration and Corrosion Control, the World Corrosion Organization (WCO), http://www.corrosion.org/images_index/whitepaper.pdf (diakses pada tanggal 16 Maret 2012)
- [3] NACE, 2002, Cost of Corrosion Study Unveiled, *A Supplement to Material Performance, NACE International*, <http://www.nace.org/uploadedFiles/Publications/ccsupp.pdf> (diakses pada tanggal 16 Maret 2012)
- [4] Widyanto, B., 2008, Permasalahan Korosi dan Penanganannya di Industri Perminyakan Di Indonesia, http://www.migas-indonesia.net/index.php?option=comdocman&task=doc_view&gid=1230&Itemid=42 (diakses pada tanggal 16 Maret 2012).
- [5] Kuru, G. 2005. Penelitian FAO Mengenai Permintaan dan Penyediaan Kayu untuk Rekonstruksi pasca Tsunami di Indonesia. Consultant (in Indonesian).
- [6] Ridha, M., Fonna, S., Huzni, S. and Ariffin, A. K. 2013. Corrosion risk assessment of public buildings affected by the 2004 Tsunami in Banda Aceh. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 7(1): 1–22.
- [7] ASM International. 2003. *ASM Handbook. Volume 13A. Corrosion: fundamentals, testing, and protection*. USA: ASM international.
- [8] Fontana, M.G. 1987. *Corrosion Engineering*. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill.
- [9] NACE, Corrosion - Atmospheric Corrosion, <http://events.nace.org/library/corrosion/AtmCorros/introduction.asp> (diakses pada tanggal 26 Agustus 2012).
- [10] ASTM International, 2003, Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals, ASTM G50.
- [11] Corrosion-doctor, Atmospheric Corrosion Tests, <http://www.corrosion-doctors.org/Corrosion-Atmospheric/Corrosion-tests.htm> (diakses pada tanggal 26 Agustus 2012).