

Pemetaan Korosi Atmosferik Logam Struktural di Kawasan Landaan Tsunami Aceh 2004

M. Ridha^{1,2}, Joli Supardi^{1,3}, Syifaул Huzni^{1,2}, S. Fonna²

¹ Program Studi Magister Teknik Mesin, Program Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No.7 Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia

³ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh 23681 Aceh Barat

*Coresponding author: ridha@tdmrc.org

Abstrak

Aceh merupakan wilayah pesisir dengan panjang garis pantai sekitar 1.660 km. Tsunami Aceh 2004 menyebabkan kerusakan berbagai infrastruktur di wilayah pesisir Aceh. Banda Aceh dan Aceh Besar merupakan dua kabupaten/kota yang wilayah di sekitar pantainya mengalami kerusakan yang sangat parah akibat landaan tsunami 2004. Dampak lainnya adalah perubahan yang sangat signifikan terhadap atmosfir dan lingkungan di wilayah landaan tsunami. Pembangunan kembali berbagai infrastruktur seperti jembatan, bangunan public, tower, menggunakan logam struktural sebagai bahan utama dalam konstruksi. Infrastruktur yang berada di wilayah pesisir dan kawasan landaan tsunami sangat rentan terhadap serangan korosi atmosferik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan korosi atmosferik logam struktural di kawasan landaan tsunami Aceh 2004. Logam struktural yang dijadikan objek kajian adalah logam-logam *ferrous* dan *non-ferrous* yang ada di pasaran Banda Aceh dan banyak digunakan sebagai bahan konstruksi infrastruktur di Aceh. Penelitian dilakukan di wilayah Banda Aceh dan Aceh Besar. Empat lokasi dipilih, yaitu Peukan Bada, Ulelheu, Lampulo dan Lingke. Spesimen uji terdiri atas lima jenis logam *ferrous* dan tiga jenis logam *non-ferrous*. Spesimen uji logam ferrous berbentuk baja plat, baja strip, baja siku, baja segi empat dan baja tulangan, sedangkan logam non-ferrous berupa tembaga silinder pejal, aluminium siku dan alumunium plat. Pengukuran laju korosi atmosferik dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat merujuk pada ASTM G50. Pengambilan data dilakukan setiap satu bulan dengan waktu eksposur selama tiga bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi atmosferik logam struktural jenis ferrous untuk lokasi Peukan Bada, Ulee Lheu, Lampulo dan Lingke berada dalam kisaran (0,035 – 0,714) mpy, sedangkan untuk logam non-ferrous pada lokasi yang sama berada pada kisaran (0,004 – 0,118) mpy. Untuk semua jenis logam ferrous dan non-ferrous yang dipilih, ketahanan korosi relative (*relative corrosion resistance*) berada dalam kategori baik dan sangat baik, sehingga jenis logam struktural tersebut relatif aman untuk digunakan sebagai bahan konstruksi disepanjang wilayah pesisir Aceh.

Keywords: korosi atmosferik, logam struktural, laju korosi, *relative corrosion resistance*, tsunami aceh

Pendahuluan

Aceh merupakan kawasan yang mengalami dampak terparah akibat bencana gempa bumi dan tsunami yang terjadi pada 26 Desember 2004 yang menyebabkan kerusakan sepanjang garis pantai. Lebih kurang 800 km² kawasan disepanjang pantai rusak terkena landaan gelombang tsunami (Geografinya. 2005). Kawasan pantai barat Aceh yang mengalami dampak terburuk akibat landaan tsunami diantaranya Banda Aceh, Aceh Besar, Aceh Jaya, Aceh Barat, dan pulau-pulau disekitar pantai Barat Aceh. Tsunami membawa air laut dan puing-puing hingga 5 km kedalaman.

Tsunami menyebabkan hutan-hutan pantai mengalami kerusakan. Luas hutan pantai dan bakau dipesisir Aceh sebelum tsunami diperkirakan sekitar

48.925 hektar. Pasca tsunami, sekitar 30% dari daerah tersebut (13.678 hektar) rusak dan hancur (George Kuru, 2005). Kehancuran tersebut berdampak terhadap lingkungan, seperti angin disepanjang pantai menjadi lebih kencang, sehingga kandungan garam di udara menjadi lebih banyak dan suhu udara semakin panas disepanjang pantai. Hal ini dapat memicu terjadinya korosi atmosferik pada konstruksi-konstruksi yang terbuat dari logam fero maupun non ferro (ASM International, 2003).

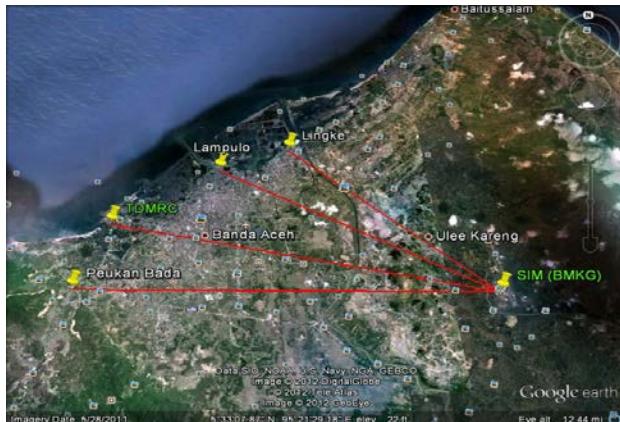
Perubahan iklim disepanjang pantai pasca tsunami 2004 semakin tinggi yang menyebabkan tingginya tingkat korosifitas pada logam ferro maupun non ferro yang digunakan untuk konstruksi disepanjang pantai Barat Aceh. Sampai saat ini, data tingkat korosivitas atmosferik untuk wilayah Aceh belum tersedia, sehingga sangat diperlukan sebagai salah

satu pertimbangan pemilihan bahan konstruksi dalam perencanaan tata ruang suatu kawasan, penentuan lokasi dan perencanaan perawatan untuk menghindari kerusakan dini di berbagai konstruksi infrastruktur akibat serangan korosi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan korosi infrastruktur di beberapa lokasi sepanjang pantai barat dikawasan landaan tsunami Aceh 2004. Pemetaan difokuskan untuk mendapatkan laju korositas atmosferik logam struktural yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi berbagai infrastruktur di Aceh.

Set Up Eksperimen dan Pengukuran Laju Korosi

Penelitian dilakukan di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh, empat titik lokasi dipilih, meliputi Peukan Bada, Ulelheu, Lampulo dan Lingke yang merupakan kawasan landaan terparah yang berpapasan langsung dengan Samudera Hindia, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Empat lokasi penelitian meliputi Peukan bada, Ulee Lheu, Lampulo dan Lingke (Sumber: Google Earth).

Penelitian dilakukan selama 3 (tiga) bulan dalam periode Juni sampai Agustus 2012. Spesimen uji yang digunakan berupa logam ferro dan non ferro yang merupakan logam struktural yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi di Aceh.

Logam ferro terdiri atas 5 (lima) jenis yang berbentuk plat, strip, siku, segi empat dan tulangan. Sedangkan untuk jenis logam non-ferro, bentuk specimen uji terdiri atas 3 (tiga) jenis, yaitu berbentuk plat dan siku untuk jenis aluminium dan berbentuk tulangan untuk logam tembaga. Detail ukuran dan dimensi dari masing-masing spesimen diberikan pada Table 1.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran kehilangan berat spesimen berupa timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram. Sikat yang terbuat dari kuningan digunakan untuk membersihkan produk korosi pada spesimen uji, sedangkan aseton digunakan untuk membersihkan sisa produk korosi



Gambar 2. Bentuk dan jenis spesimen uji

Tabel 1. Detail ukuran dan dimensi spesimen uji

No	Spesimen Uji	Ukuran (mm)				Jumlah
		Panjang	Lebar	Ketebalan	Diameter	
1	Baja Plat	150	100	1		12
2	Baja Siku	150	36	3		12
3	Baja Strep	150	32	2		12
4	Baja Segi empat	150	11	11		12
5	Baja tulangan	150				12
6	Alumunium Plat	150	100	1		12
7	Alumunium Siku	150	36	3		12
8	Tembaga Tulangan	150				12
Jumlah Spesimen						96

atau debu dipermukaan spesimen uji setelah proses pembersihan dengan sikat dilakukan.

Spesimen uji korosi atmosferik di ekspos di udara terbuka diletakkan diatas rak uji seperti terlihat pada gambar 3. Disain rak uji merujuk pada standar ASTM G-50. Untuk mencegah terjadinya kontak langsung antara spesimen uji dengan rak uji digunakan pemegang dari plastik (ASTM Standards, 1997).



Gambar 3. Ekspos spesimen uji pada rak pengujian

Proses pembersihan produk korosi pada spesimen uji dilakukan secara mekanik. Proses mekanik dapat mencakup berbagai cara yaitu pengikisan,

menggosok, menyikat, pembersihan ultrasonik dan sebagainya (*ASTM Standards*, 1999). Dalam penelitian ini digunakan metode penyikatan, dilakukan secara halus atau pelan dan kontinu untuk menghindari tergoresnya permukaan spesimen uji. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, meliputi survey lapangan, pembuatan spesimen uji, pembuatan rak uji, penentuan lokasi eksposur, perlakuan eksposur specimen uji dan secara periodik dilakukan penimbangan kehilangan berat setiap spesimen uji yang telah diekspos di lokasi tertentu. Pengambilan data dilakukan setiap satu bulan sekali baik untuk logam ferro maupun logam non ferro. Pengukuran kehilangan berat (*weight loss*) dilakukan dengan merujuk pada standar ASTM G-1. Laju korosi atmosferik dihitung berdasarkan data kehilangan berat menggunakan persamaan (1).

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

Selanjutnya, berdasarkan data laju korosi yang didapat dari persamaan (1), akan dapat ditentukan tahanan korosi relatif (*relative corrosion resistance*) untuk setiap specimen uji, dengan merujuk pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria *relative corrosion resistance* berdasarkan paduan berbasis ferro dan nikel.

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).

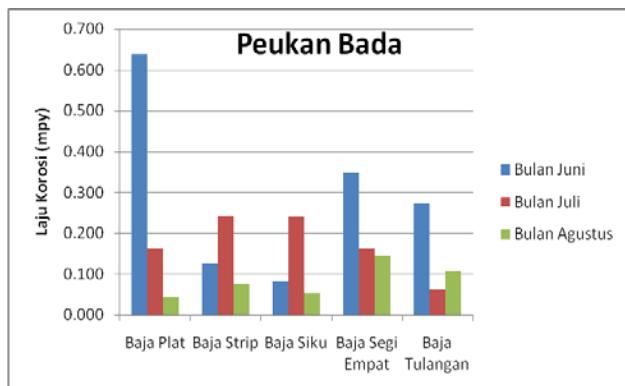
†Approximate values to simplify ranges.

Sumber: Fontana (1986)

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian didapat laju korosi atmosferik untuk lima jenis logam ferro dan tiga jenis logam non-ferro pada empat lokasi Peukan Bada, Ulee lheu, Lampulo dan Lingke.

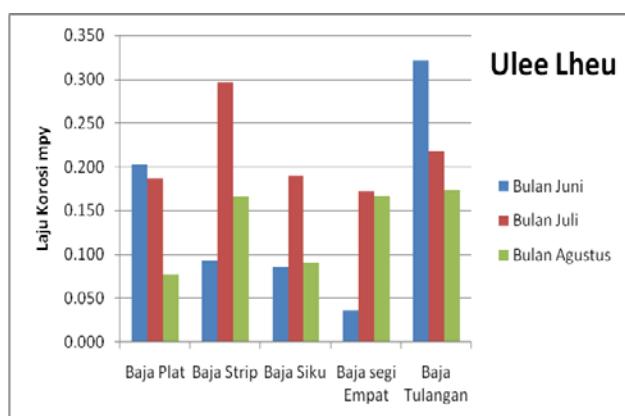
Untuk lima jenis logam ferro, laju korosi atmosferik daerah Peukan Bada untuk bulan Juni mencapai 0,082 – 0,640 mpy, bulan Juli mencapai 0,062 – 0,242 mpy dan bulan Agustus mencapai 0,043 – 0,146 mpy, seperti terlihat pada Gambar 4.



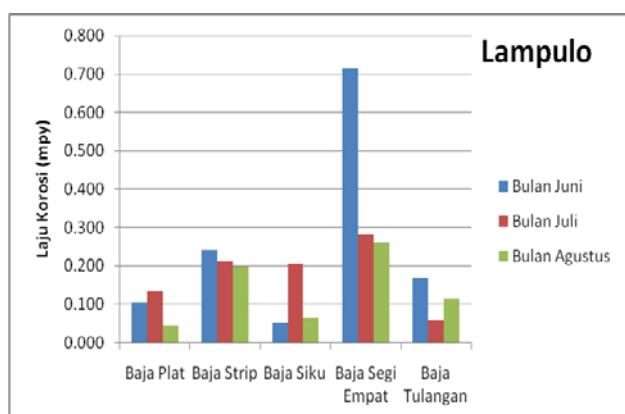
Gambar 4. Laju korosi atmosferik pada daerah Peukan Bada untuk lima jenis logam ferro.

Untuk lokasi Ulee-lheu (Gambar 5) tingkat laju korosi yang terjadi mencapai 0,035 – 0,322 mpy untuk bulan Juni, sedangkan untuk bulan juli laju korosi mencapai 0,172 – 0,297 mpy, dan untuk bulan Agustus laju korosi mencapai 0,076 – 0,173 mpy.

Gambar 6 memperlihatkan laju korosi atmosferik untuk daerah Lampulo. Untuk bulan Juli laju korosi berkisar antara 0,053 – 0,714 mpy, sedangkan untuk bulan Juli laju korosi mencapai 0,059 – 0,283 mpy dan untuk bulan Agustus mencapai 0,045 – 0,262 mpy.

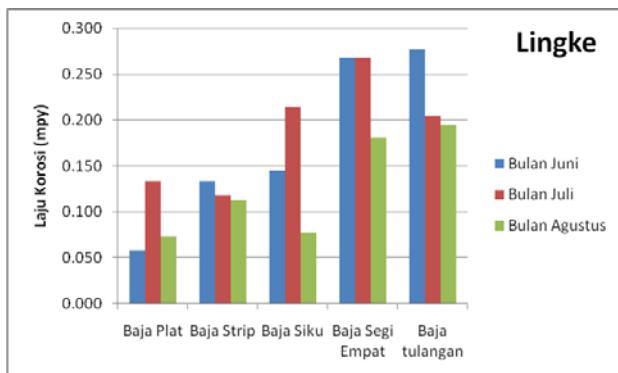


Gambar 5. Laju korosi atmosferik pada daerah Ulee-lheu untuk lima jenis logam ferro.



Gambar 6. Laju korosi atmosferik pada daerah Lampulo untuk lima jenis logam ferro.

Pada daerah Lingke laju korosi yang terjadi untuk bulan Juni, Juli dan Agustus, masing-masing seracara berurut mencapai ($0,058 - 0,277$) mpy, ($0,118 - 0,268$) mpy dan ($0,073 - 0,194$) mpy, seperti terlihat pada Gambar 7.

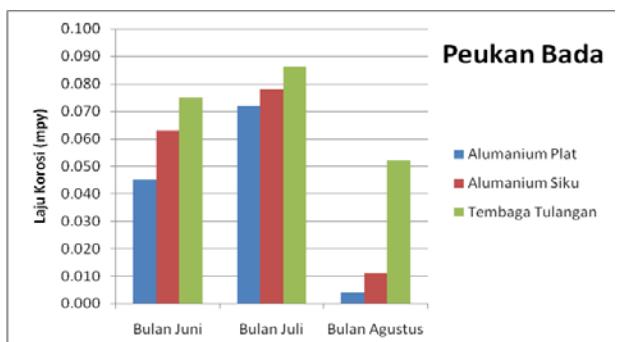


Gambar 7. Laju korosi atmosferik pada daerah Lingke untuk lima jenis logam ferro.

Untuk kelima jenis logam ferro yang diekspos pada empat lokasi yang berbeda selama 3 bulan di daerah landaan tsunami 2004, didapat laju korosi berada dalam kisaran ($0,035 - 0,714$) mpy. Hal ini menunjukkan bahwa *relative corrosion resistance* nya dapat digolongkan dalam kategori *outstanding* (< 1 mpy).

Selanjutnya untuk logam non-ferro, laju korosi atmosferik untuk waktu ekspos selama 3 (tiga) bulan yaitu bulan Juni, Juli dan Agustus 2012 pada empat lokasi kawasan landaan tsunami 2004 yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10 dan 11.

Untuk jenis logam non ferro pada daerah Peukan Bada (gambar 8), laju korosi atmosferik mencapai $0,045 - 0,075$ mpy pada bulan Juni, sedangkan untuk bulan Juli, tingkat laju korosi mencapai $0,072 - 0,086$ mpy untuk bulan juli dan untuk bulan Agustus laju korosi mencapai $0,004 - 0,052$ mpy.

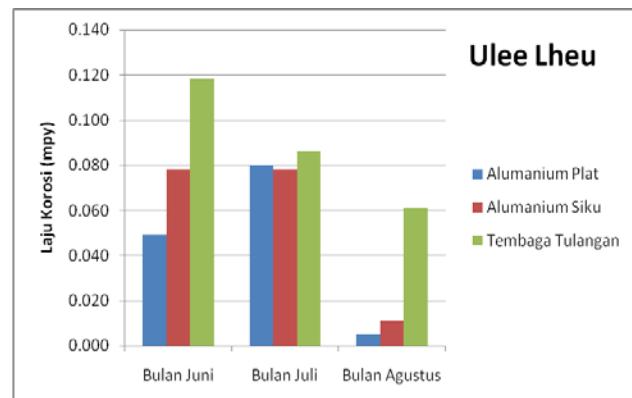


Gambar 8. Laju korosi atmosferik di daerah Peukan Bada untuk tiga jenis logam non ferro.

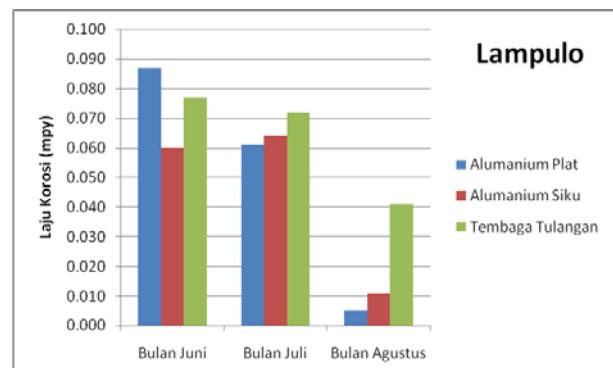
Untuk daerah Ulee Lheu laju korosi dapat dilihat pada Gambar 9. Laju korosi atmosferik pada logam

non ferro mencapai $0,049 - 0,118$ mpy, sedangkan untuk bulan Juli tingkat laju korosi mencapai $0,078 - 0,086$ mpy, dan untuk bulan Agustus tingkat laju korosi berkisar antara $0,005 - 0,061$ mpy.

Pada daerah Lampulo (Gambar 10), tingkat laju korosi yang terjadi pada jenis logam non ferro mencapai $0,060 - 0,087$ mpy. Untuk bulan Juni tingkat laju korosi pada logam non ferro mencapai $0,061 - 0,072$ mpy, dan untuk laju korosi pada bulan Agustus mencapai $0,005 - 0,041$ mpy.



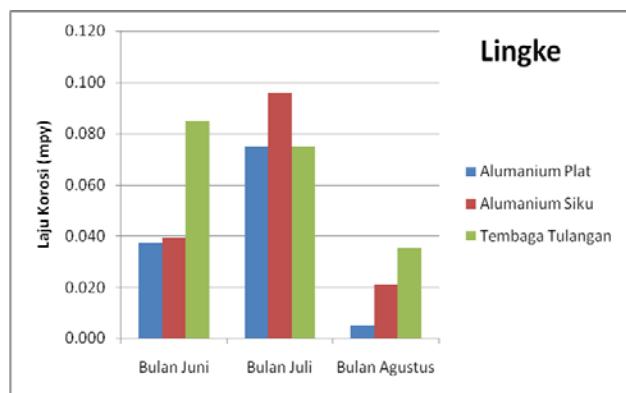
Gambar 9. Laju korosi atmosferik pada daerah Ulee Lheu untuk tiga jenis logam non ferro.



Gambar 10. Laju korosi atmosferik di daerah Lampulo untuk tiga jenis logam non ferro.

Gambar 11 menunjukkan laju korosi atmosferik untuk daerah Lingke, pada bulan Juni mencapai $0,037 - 0,085$ mpy, sedangkan untuk waktu ekspos pada bulan Juli laju korosi mencapai $0,075 - 0,096$ mpy dan pada bulan Agustus laju korosi mencapai $0,005 - 0,035$ mpy.

Untuk ketiga jenis logam non-ferro yang diekspos pada empat lokasi yang berbeda selama 3 bulan di daerah landaan tsunami 2004, menunjukkan bahwa *relative corrosion resistance* nya dapat digolongkan dalam kategori *outstanding* (< 1 mpy) dimana didapat laju korosi berada dalam kisaran ($0,004 - 0,118$) mpy.



Gambar 11. Laju laju korosi atmosferik daerah Lingke untuk tiga jenis logam non ferro.

Kesimpulan

Hasil dari pemetaan tingkat laju korosi untuk jenis logam ferro dan logam non-ferro dari logam struktural yang dipilih terhadap empat lokasi eksposur, yaitu Peukan Bada, Ulee Lheu, Lampulo dan Lingke, secara berurutan diperoleh data laju korosi atmosferik masing-masing untuk logam fero adalah (0,062 – 0,640) mpy, (0,035 – 0,322) mpy, (0,045 – 0,714) mpy dan (0,058 – 0,277) mpy, sedangkan untuk logam non ferro tingkat laju korosi atmosferiknya secara berurutan mencapai (0,004 – 0,086) mpy, (0,005 – 0,118) mpy, (0,005 – 0,072) mpy dan (0,005 – 0,096) mpy. Secara keseluruhan tingkat ketahanan korosi relatif (relative corrosion resistance) untuk eksposure selama 3 bulan, berada dalam kategori outstanding (<1mpy) baik untuk jenis jenis logam ferro maupun logam non-ferro, sehingga pemakaian beberapa logam struktural yang dipilih sebagai bahan konstruksi infrastruktur relatif aman terutama bila dikaitkan dengan kemungkinan terjadinya korosi atmosferik. Namun demikian, perlu penelitian lanjutan untuk jangka waktu yang lebih lama dan lokasi eksposur yang lebih luas untuk pemetaan korosi atmosferik disepanjang pantai Aceh.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini didanai oleh skim Hibah Bersaing dengan nomor kontrak: 033/UN11.2/LT/SP3/2012.

Nomenklatur

K	Konstanta konversi satuan laju korosi (K=534 untuk satuan mpy)
W	Kehilangan massa (gram)
A	Luas permukaan (cm^2)
T	Waktu eksposur (jam)
D	Massa jenis (g/cm^3)

Referensi

- Rencana pembangunan jangka panjang (RPJP) Aceh Thn 2005–2025, <http://www.bappeda.acehprov.co.id>, (di akses pada 22 desember 2011).
- Geografiana, Ibukota NAD Banda Aceh perlukah dipindah?, <http://www.geografiana.com> (2005), (diakses pada 22 desember 2011).
- Kuru, G. Penelitian FAO mengenai permintaan dan penyediaan kayu untuk rekonstruksi pasca tsunami di Indonesia. (2005), (diakses pada 26 April 2010).
- Ridha, M., Fonna, S., Huzni, S., Israr, Maulana, J., & Ariffin, A.K. Atmospheric corrosion of carbon steel in tsunami affected area of Banda Aceh and Aceh Besar district after six months exposure, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) X, Universitas Brawijaya, Malang (2011).
- Fontana M.G. & Greene, N.D. Corrosion Engineering, 2nd eds., McGraw-Hill International (1983).
- Broomfield, J.P. Corrosion of steel in concrete-understanding, investigation and repair, London, U.K., E&FN Spon (1997).
- Scully, J.C., The fundamentals of corrosion, Pergamon press, Oxford (1983).
- ASM International, Corrosion: fundatmentals, testing and protection, ASM Handbook, Vol. 13A (2003).
- George F. hats, http://www.corrosion.org/images_index/nowisthetime. (diakses 29 Agustus 2012).
- Atmospheric corrosion tests, www.corrosion-doctors.org/corrosion-atmospheric/corrosion-tests.htm (diakases pada 22 November 2010).
- ASTM G-103, Standard practice for preparing, cleaning and evaluating corrosion test specimens, ASTM Standards, Vol.03.02, (1999).
- ASTM G50-76, Standard practice for conducting atmospheric corrosion tests on metals, ASTM Standards, Vol. 03.02, (1997).
- Sun S., Zheng, Q., Li, D., & Wen, J. Long-term atmospheric corrosion behavior of aluminum alloys 2024 and 7075 in urban, coastal and industrial environments, Corrosion Science, 51,719–727 (2009).