

KOROSI INFRASTRUKTUR BETON BERTULANG PADA BANGUNAN TERENDAM TSUNAMI

Herdi Susanto^{1*}, M. Ridha², Syifaul Huzni³ dan S. Fonna⁴

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Meulaboh 23681 Aceh Barat, Indonesia

^{2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Darussalam, Banda Aceh, Indonesia

*Email: herdisusanto@utu.ac.id

Abstrak

Gempa dan Tsunami 26 Desember 2004 menyebabkan infrastruktur di wilayah pantai Barat Aceh terendam air laut dan pada masa rehabilitasi dan rekonstruksi sebahagian besar infrastruktur tersebut digunakan kembali. Infrastruktur yang telah terendam tsunami dapat menyebabkan penurunan kekuatan akibat serangan korosi dan dapat rubuh dengan tiba-tiba pada saat gempa pada skala kecil terjadi. Dampak penurunan kekuatan infrastruktur ini di teliti dan difokuskan pada korosi beton bertulang. Tiga lokasi landaan tsunami di wilayah Aceh Barat dipilih pada tahun penelitian 2014 dan 2015, yaitu Suak Ribee, Ujong Kalak dan Padang Seurahet. Pada setiap bangunan tersebut ditetapkan tiga kolom untuk dianalisa. Metode Half-cell Potential Technique ASTM C876 digunakan untuk memetakan korosi baja tulangan dalam beton. Hasil penelitian infrastruktur yang tidak terendam tsunami nilai potensial permukaan secara umum terjadi peningkatan dan penyebaran potensial permukaan pada beton bertulang pada level korosi menengah (-200mV)-(-300mV). Bangunan yang terendam tsunami nilai potensial permukaan rata-rata pada tahun 2014 (-250mV)-(-400 mV) dan pada tahun 2015 terjadi penurunan pada level (-200mV)-(-250 mV) ini disebabkan oleh pasivasi pada besi tulangan dan sebahagian besi tulangan pada beton telah menjadi karat dengan rekomendasi jika infrastruktur tersebut digunakan kembali maka harus dilakukan perbaikan pada struktur kolomnya.

Kata Kunci: korosi infrastruktur, tsunami 2004, half-cell potential technique, ASTM C876, Aceh Barat

Pendahuluan

Wilayah Aceh Barat merupakan salah satu kawasan yang rawan terhadap bencana gempa bumi [1]. Sementara, di wilayah tersebut banyak terdapat infrastruktur yang telah terendam tsunami dan sebahagian infrastruktur yang tidak runtuh digunakan kembali setelah dilakukan perbaikan.

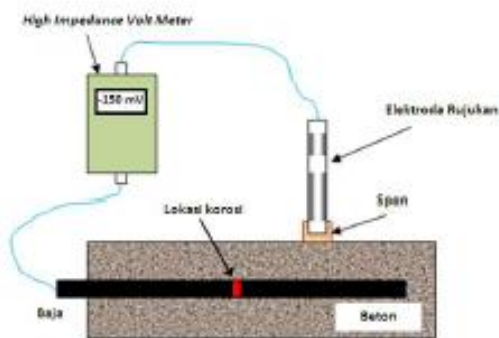
Infrastruktur yang telah terendam tsunami jika diperbaiki dengan tetap menggunakan struktur yang telah terendam air laut maka rentan terhadap serangan korosi [2,3] dan dapat menyebabkan penurunan kekuatannya [3] sehingga dapat rubuh secara tiba-tiba ketika gempa bumi dengan skala kecil terjadi [4,5]. Hal ini tentunya tidak diinginkan karena selain mengakibatkan kerugian materil juga dapat menyebabkan korban jiwa pada masyarakat akibat tertimpa reruntuhan infrastruktur.

Untuk menghindari kemungkinan terjadinya kegagalan secara tiba-tiba pada infrastruktur khususnya yang berada dalam kawasan landaan

tsunami 2004 di Aceh Barat, dapat dilakukan dengan pemantauan potensial korosi untuk menentukan level resiko korosi pada beton bertulang [6], dan penting dilakukan secara berkala [7]. Metode *half-cell potential technique* [8] dapat digunakan dalam penelitian ini.

Half-Cell Potential Technique

Half-cell potential technique adalah suatu pengujian tidak merusak yang banyak digunakan untuk memantau dan menentukan lokasi korosi pada infrastruktur beton bertulang. Metode ini mengukur nilai potensial korosi permukaan beton untuk menentukan level resiko korosi yang telah terjadi [3,8]. ASTM C876 ialah standar yang digunakan dalam melaksanakan *half-cell potential technique* [3]. Gambar 1 menunjukkan cara pengukuran potensial korosi permukaan beton dengan metode tersebut [3,7] dan Tabel 1 menunjukkan kriteria level resiko korosi.



Gambar 1. Pengukuran potensial korosi dengan *half-cell potential technique*

Tabel 1. Kriteria level-level resiko korosi merujuk kepada ASTM C876 [3]

N ^o	Elektroda Rujukan (mV)				Level resiko korosi
	Cu/CuSO ₄	Ag/AgCl	Standar Hidrogen	Calomel	
1	> (-200)	> (-100)	> (+120)	> (-40)	Rendah (resiko korosi 10%)
2	(-200) - (-350)	(-100) - (-250)	(+120) - (-30)	(-40) - (-230)	Menengah
3	< (-350)	< (-250)	< (-30)	< (-230)	Tinggi (resiko korosi > 90%)
4	< (-500)	< (-400)	< (-180)	< (-380)	Sangat tinggi

Lokasi dan Persiapan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di wilayah landaan tsunami 2004 Kabupaten Aceh Barat pada lokasi Suak Ribee, Padang Seurahet dan Ujung Kalak.

Penelitian Pertama telah dilakukan Agustus 2014 [7] dan tahun kedua Juni 2015. Dua bangun yang pernah terendam tsunami dan dua bangunan yang tidak terendam tsunami dipilih dalam penelitian ini, lokasi bangunan yang menjadi objek penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Pemetaan Potensial Korosi

Peralatan utama yang digunakan adalah Half-cell meter dan rebar locator, terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) SCRIBE DHC digital half cell meter, (b) rebar locator profometer 5⁺

Prosedur Kerja

Pengukuran potensial korosi. Pengukuran potensial korosi infrastruktur beton bertulang (Gambar 3) dilakukan pada empat bangunan yang berada dalam lokasi landaan tsunami 2004 di Aceh Barat. Empat bangunan tersebut terdiri dari bangunan lama (yang dibangun sebelum tsunami 2004) dan juga bangunan baru (yang dibangun setelah tsunami 2004). Kemudian, untuk setiap bangunan dipilih minimal tiga kolom untuk dilakukan pengukuran potensial korosi. Pada setiap kolom dilakukan penentuan lokasi tulangan dengan alat *rebar locator*. Kemudian, dibuatkan grid pada permukaan kolom sesuai dengan lokasi tulangan.



Gambar 3. Diagram alir langkah-langkah pengukuran potensial korosi

Hasil Dan Pembahasan

Pengukuran Potensial Korosi. Keempat bangunan yang menjadi objek penelitian tersebut, untuk objek penelitian dua bangunan yang terendam tsunami dan tidak terendam tsunami terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

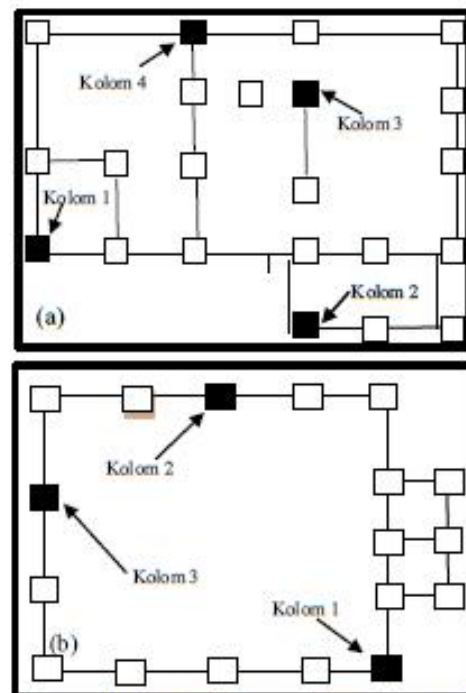


Gambar 4. Bangunan terendam tsunami sebagai objek penelitian I (a) dan II (b)



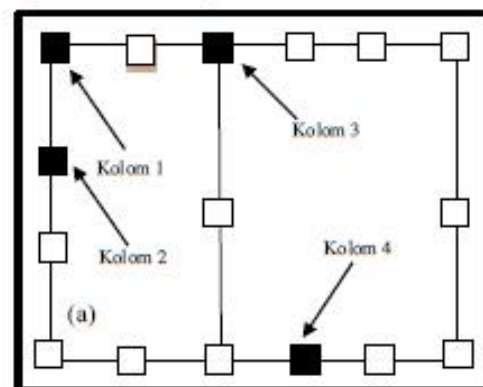
Gambar 5. Bangunan tidak terendam tsunami objek penelitian III (a) dan IV (b)

Kemudian, keempat bangunan tersebut dipilih untuk pemantau level korosi, pada masing-masing bangunan ditetapkan tiga dan empat tiang (kolom) bangunan untuk dijadikan objek pengukuran potensial permukaan beton. Untuk skema denah kolom yang menjadi objek pengukuran bangunan yang terendam tsunami terlihat pada Gambar 6.

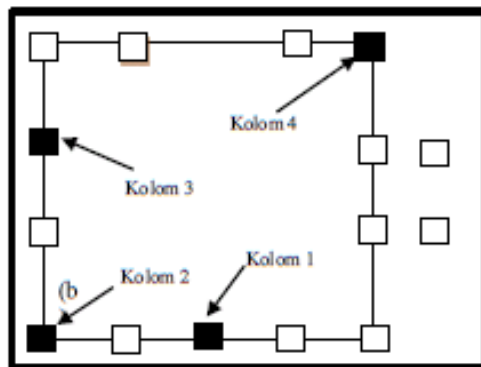


Gambar 6. Skema Denah (a) Objek Penelitian I; (b) Objek Penelitian II

Skema denah bangunan yang tidak terendam tsunami yang menjadi objek pengukuran terlihat pada Gambar 7a dan 7b.



Gambar 7a. Skema Denah Objek Penelitian III



Gambar 7b. Skema Denah Objek Penelitian IV

Selanjutnya dilakukan persiapan pengukuran dengan melakukan pemetaan posisi baja tulangan dalam beton menggunakan alat *rebar locator*, pembentukan grid dan pengukuran potensial permukaan, seperti terlihat pada Gambar 4.6. dan Gambar 8.

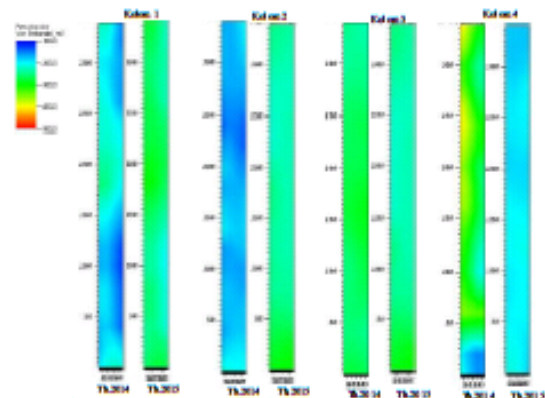


Gambar 8. (a). Pemetaan posisi baja tulangan,
(b) Pengukuran potensial permukaan kolom

Hasil Pengukuran Potensial Korosi

Data hasil pengukuran potensial permukaan yang telah di dapatkan di petakan dalam struktur beton bertulang dengan menggunakan software V-Isit 2.7.3. sehingga dihasil plot kontur kolom bangunan.

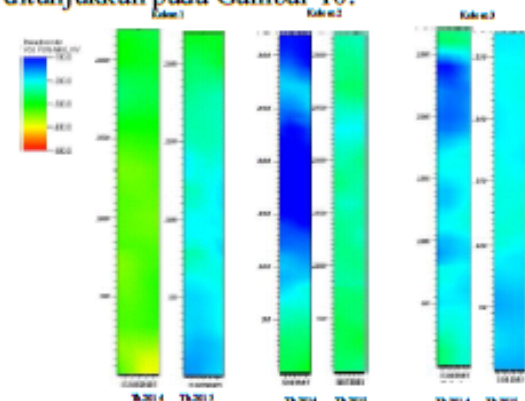
Objek Penelitian I (Bangunan Terendam Tsunami). Hasil pengukuran potensial korosi permukaan beton bertulang pada objek penelitian I (Desa Suak Ribee) pada tahun 2014 [7] dan 2015, hasil plot kontur kolom ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kontur kolom Potensial permukaan objek penelitian I

Hasil pengukuran potensial permukaan pada gambar 9. menunjukkan bahwa untuk kolom 1 dan 2 telah berada pada level korosi menengah bawah dengan kisaran potensial permukaan rata-rata 200-250 mV dengan kondisi kolom kering dan menghadap kearah laut, untuk kolom 2 dan 3 berada pada level korosi menengah atas potensial permukaan rata-rata 250-350 mV dengan kondisi kolom 3 kering dan kolom 4 lembab dan menghadap kearah gunung. Dari keempat kolom tersebut diketahui bahwa laju korosi telah terdistribusi merata pada tiap kolom bangunan, sehingga direkomendasikan jika bangunan tersebut akan digunakan kembali maka perlu dilakukan perbaikan pada struktur kolom. Dan kondisi kolom 4 perlu tindakan dini karena telah berada pada level korosi tinggi.

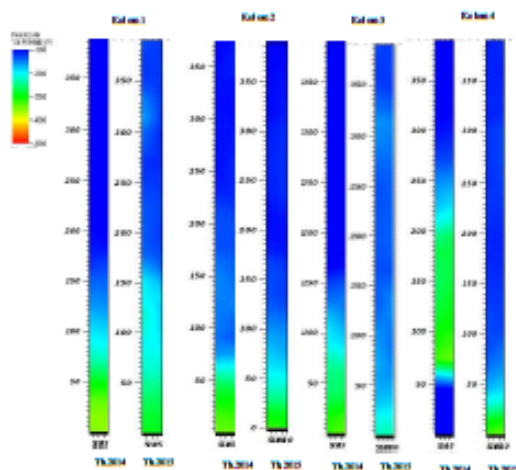
Objek Penelitian II (Bangunan Terendam Tsunami). Hasil pengukuran potensial korosi permukaan beton bertulang pada objek penelitian II (Desa Padang Seurahet) tahun 2014 [7] dan 2015. Hasil plot kontur kolom ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kontur kolom Potensial permukaan objek penelitian II

Gambar 10. menunjukkan bahwa untuk kolom 1 dengan kondisi kolom menghadap kearah laut berada dalam level korosi tinggi dengan tingkat potensial permukaan kolom 250-400 mV dan terdistribusi merata pada permukaan kolom dan sangat rentan terjadi kegagalan dini dan hasil pengukuran pada tahun 2015 menunjukkan bahwa telah terjadi pasivasi pada tulangan dan dikawatirkan besi tulangan sebahagian besar telah menjadi karat, sedangkan kolom 2 dan 3 berada pada level menengah, kecuali bagian kolom bawah dan atas telah berada pada level korosi tinggi dan terjadi peningkatan potensial korosi pada tahun 2015. Penanggulangan dini terhadap kolom bangunan ini perlu dilakukan.

Objek Penelitian III (Bangunan Tidak Terendam Tsunami). Hasil pengukuran potensial korosi permukaan beton bertulang pada objek penelitian III (Desa Suak Ribee) tahun 2014 [7] dan 2015, Hasil plot kontur kolom ditunjukkan pada Gambar 11.

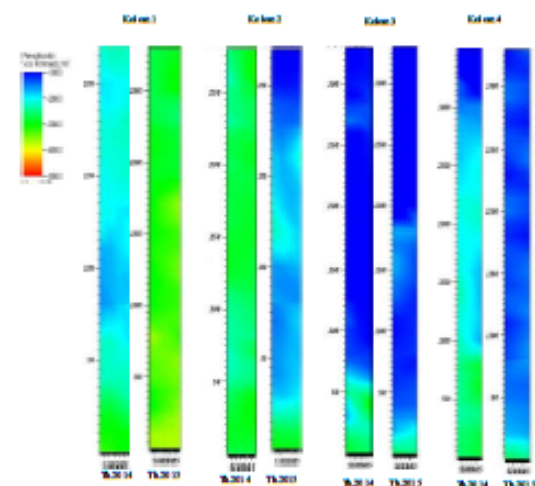


Gambar 11. Kontur kolom Potensial permukaan objek penelitian III

Kondisi kolom bangunan pada objek penelitian ruko desa suak ribee, Gambar 11. menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan laju korosi dimulai dari bagian kolom yang berada dibawah yaitu yang terdekat dengan permukaan tanah, kecuali untuk kolom 4 laju korosi dimulai dari bagian sepertiga permukaan kolom dari bawah, kondisi kolom 4 disebabkan oleh adanya genangan air dipermukaan pondasi. Keempat kolom tersebut berada dalam level korosi rendah dan

bagian kolom yang berada dibawah pondasi berada pada level menengah. Pada tahun 2015 tidak menunjukkan peningkatan potensial yang terlalu tinggi, tetapi distribusi potensial korosi terlihat menjadi lebih luas pada permukaan beton bertulang.

Objek Penelitian IV (Bangunan Tidak Terendam Tsunami). Hasil pengukuran potensial korosi permukaan beton bertulang tahun 2014 [7] dan 2015 pada objek penelitian IV (Desa Ujong Kalak). Dengan kondisi bangunan tidak terendam tsunami. Hasil plot kontur kolom ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Kontur kolom Potensial permukaan objek penelitian IV

Gambar 12 menunjukkan kondisi kolom Mushalla di desa Ujong Kalak, dimana untuk kolom 1 dan 2 dengan posisi kolom pada bagian bangunan yang menghadap ke arah laut, menunjukkan laju korosi telah terdistribusi secara merata pada permukaan kolom disebabkan oleh uap dan kelembaban udara terkandung ion klorida pada bagian ini sangat besar dengan jarak kepinggir pantai 200 meter dan kondisi ombak yang cukup besar menyebabkan ion klorida dari uap udara dan tiupan angin menuju dinding mushala yang menghadap ke arah laut. Pada tahun 2015 menunjukkan peningkatan potensial korosi pada permukaan beton bertulang untuk kolom 1 dan untuk kolom 2 yang berada pada sudut bangunan terjadi penurunan potensial korosi ini disebabkan terjadinya fase pasivasi pada besi tulangan dan setelah melewati fase ini

berkemungkinan akan terjadi peningkatan laju potensial yang sangat cepat.

Kolom 3 bagian dinding yang menghadap ke gunung menunjukkan peningkatan laju korosi dimulai dari kolom bagian bawah, kolom 4 merupakan kolom yang berada dibagian depan mushalla dengan posisi menyamping dari arah laut menunjukkan peningkatan distribusi laju korosi telah mencapai bagian tengah dari kolom. Pada tahun 2015 terjadi fase pasivasi untuk kolom 3 dan 4 berkemungkinan kedepannya akan terjadi distribusi laju potensial korosi secara merata pada permukaan beton bertulang.

Kesimpulan

Hasil penelitian Bangunan yang tidak terendam tsunami nilai potensial permukaan secara umum terjadi peningkatan dan penyebaran potensial permukaan beton bertulang. Bangunan yang terendam tsunami nilai potensial permukaan rata-rata terjadi penurunan nilai potensial ini disebabkan pasivasi pada besi tulangan dan jika infrastruktur tersebut digunakan kembali maka harus dilakukan perbaikan pada struktur kolomnya.

Referensi

- [1] BAPPEDA Aceh, 2010, Rencana Pembangunan Jangka Panjang Aceh (RPJP Aceh) Tahun 2005-2025, http://bappeda.acehprov.go.id/v2/index.php?option=com_content&view=article&id=109&Itemid=57 (diakses pada tanggal 2 April 2012).
- [2] NACE, 2006, Corrosion Cost by Industrial Sector, Supplement to Material Performance, Vol. 41, No. 7, p.4.
- [3] Broomfield, J. P. 2007. *Corrosion of Steel in Concrete - Understanding, Investigation and Repair*. 2nd edition. Taylor & Francis. London.
- [4] M. Ridha, S. Fonna, S. Huzni and A.K. Arifin, 2013, Corrosion Risk Assessment of Public Buildings Affected by the 2004 Tsunami in Banda Aceh, *Journal of Earthquake and Tsunami* Vol. 7 No. 1, World Scientific Publishing Company
- [5] M. Ridha, et.al, 2010, Corrosion Risk Assessment of Existing and New Reinforced Concrete Buildings after six years Tsunami Aceh 2004, *Proceeding 5th Annual International Workshop & Expo on Sumatera Tsunami Disaster & Recovery*, TDMRC Unsyiah.
- [6] Song, H.W. & Saraswathy, V. 2007. Corrosion Monitoring of Reinforced Concrete Structures – A Review. *Int. J. Electrochem. Sci.* 2: 1- 28.
- [7] Herdi Susanto, M. Ridha, Syifaul Huzni dan S.Fonna, 2015, *Korosi Infrastruktur Beton Bertulang di Kabupaten Aceh Barat Pasca Tsunami 2004*, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV*, Banjarmasin
- [8] ASTM C876-91, Standard Test Methods for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, *Wear and Erosion; Metal Corrosion*, Vol. 03.02, August 2005