

IDENTIFIKASI KERUNTUHAN TANGGUL LAUT MUARA BARU PENJARINGAN

Oleh:

Feril Hariati, ST., M. Eng., dan Muhamad Lutfi, ST., MT.

Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

A. Latar Belakang

Wilayah pesisir, sebagai daerah yang membatasi ekosistem laut dengan ekosistem darat merupakan wilayah yang rentan terhadap dampak perubahan iklim. Pada kondisi normal, wilayah pesisir merupakan wilayah yang berhubungan langsung dengan gelombang dan badai yang berasal dari laut dan berpotensi merusak. Dengan adanya perubahan iklim, kondisi wilayah pesisir akan semakin rentan, terutama yang diakibatkan oleh makin seringnya kejadian badai dan yang tidak kalah penting, kenaikan muka air laut. Dengan naiknya muka air laut, maka akan mengakibatkan hilangnya sejumlah kawasan pesisir dan mundurnya garis pantai.

Jakarta, yang terletak pada pantai utara Jawa merupakan kota terpadat di Indonesia diprediksi akan menjadi kota pantai megapolitan ketujuh terbesar di dunia pada tahun 2010 (Nicholls, 1995), termasuk kawasan yang rentan terhadap isu perubahan iklim. Tercatat, pada bulan Mei 2007, kawasan pesisir Jakarta dihantam oleh gelombang pasang dan mengakibatkan rusaknya sekitar 2000 rumah penduduk (DPU, 2007). Bulan Juni tahun 2008, kembali banjir rob menggenangi wilayah ini (Metrotvnews, 2008). Pada tahun 2009, banjir rob terjadi pada bulan Oktober, November dan Desember dan menggenangi jalan-jalan di kawasan pantai utara setinggi 30-50 cm (Nurachman, 2009). Tahun 2010 bulan Juni, Kawasan Muara Baru, Penjaringan dilanda banjir rob. Kali ini banjir sampai memasuki kawasan pemukiman penduduk (Tiyo, 2010).

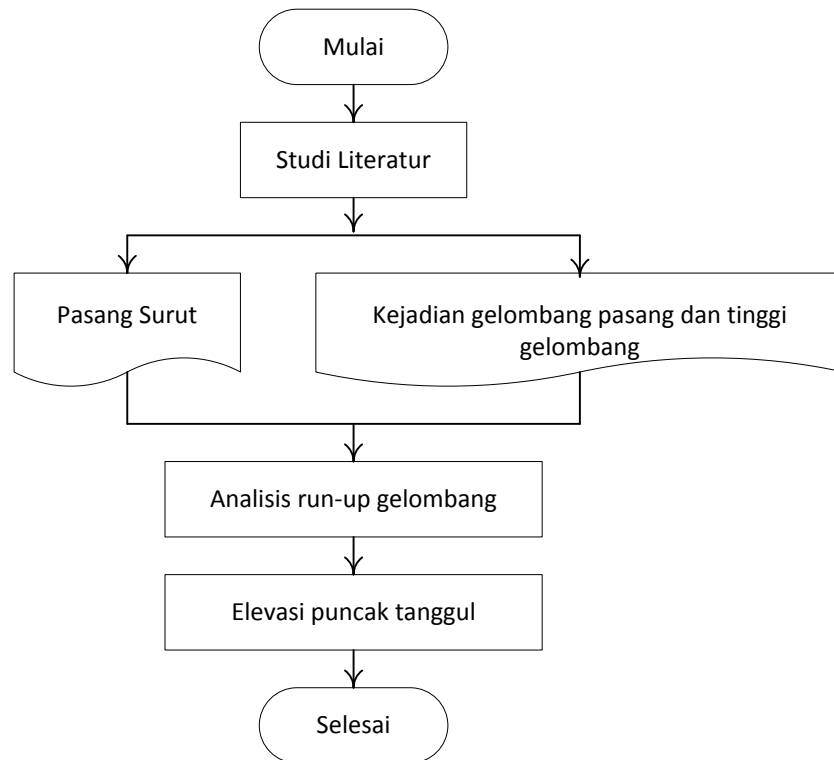
Bulan Januari 2011, enam RW di kawasan Muara Baru, Penjaringan, kembali terendam banjir. Dua titik tanggul sepanjang 12 dan 15 meter tidak kuat menahan terjangan ombak air laut. Kedua titik tanggul tersebut yakni 15 meter menjadi tanggung jawab Dinas Pekerjaan Umum DKI, sedangkan yang 12 meter menjadi tanggung jawab Pelindo (Diputra, 2011). Tahun 2012, kembali banjir rob

melanda kawasan Pantai Mutiara, sebuah kawasan perumahan mewah, dan Muara Baru pada bulan Oktober. Tanggal 18 Oktober 2013, tanggul Muara Baru kembali jebol setelah diterjang gelombang tinggi.

Sebagian besar penduduk pesisir Muara Baru merupakan masyarakat ekonomi menengah ke bawah yang menggantungkan kehidupannya dari bekerja di kawasan perindustrian di kawasan tersebut. Kejadian banjir rob secara otomatis menghentikan seluruh kegiatan ekonomi dalam rentang waktu hari dan minggu, sampai air menjadi surut. Meskipun studi mengenai fenomena banjir rob sudah banyak dilakukan, umumnya membahas dampak dari banjir rob itu sendiri. Tanggul laut yang menjadi pelindung bagi kawasan yang berada di belakangnya dari limpasan gelombang sangat jarang dibahas dari segi perencanaan desain tanggul. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi yang bertujuan untuk (1) mengidentifikasi runtuhnya tanggul Muara Baru, ditinjau dari kondisi gelombang dan pasang surut, dan (2) mendapat desain tanggul yang sesuai dengan kondisi pesisir Muara Baru.

B. Metode Penelitian

Secara umum, metodologi studi identifikasi keruntuhan tanggul laut Muara Baru dilakukan melalui serangkaian pengumpulan data yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) berupa data elevasi pasang surut peta bathymetry, dan data gelombang yang diperoleh dari BMKG Kelautan. Metode pengolahan data disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir studi identifikasi keruntuhan tanggul Muara Baru

C. Area Studi

1. Geografi dan Demografi

Provinsi DKI Jakarta memiliki pantai di sebelah utara yang membentang dari Barat sampai ke Timur sepanjang kurang lebih 35 km yang menjadi tempat bermuaranya 13 buah sungai dan 2 buah kanal menuju ke Laut Jawa. Dilihat dari segi sosial dan ekonomi, 32% dari 16,24 juta penduduknya merupakan penduduk miskin yang tinggal di kawasan pesisir dengan pendapatan kurang dari USD 2 perhari (Pemprov Jakarta, 2012). Salah satu kawasan pemukiman padat yang berada di wilayah pesisir Jakarta adalah Muara Baru, yang menjadi fokus dalam studi ini. Ada dua alasan utama memilih Muara Baru, yaitu secara geografi, kawasan ini memiliki ketinggian kurang dari 1 m di atas permukaan laut dan dilalui oleh sungai, dan yang kedua secara sosial ekonomi, populasi di kawasan ini merupakan penduduk dengan tingkat ekonomi rendah atau memiliki pendapat kurang dari upah minimum. Sedangkan alasan yang paling penting dan sebagai dampak dari kedua kondisi tersebut di atas adalah tingkat kesadaran penduduk

wilayah Muara Baru untuk menjaga lingkungan mereka tetap sehat dan bersih sangat kurang.

2. Hidrologi dan Meteorologi

Suhu maksimum di Jakarta Utara mencapai 31,9oC dan minimum 25,9oC dengan suhu rerata 28,4oC pada tahun 2011 (BPS Provinsi DKI Jakarta,2012). Curah hujan mencapai 1.189,2 mm/tahun pada tahun 2011, tertinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya dengan bulan yang paling basah adalah Februari. Kecepatan angin mencapai 4,9 m/dtk dengan arah dominan timur laut.

3. Tanggul Laut

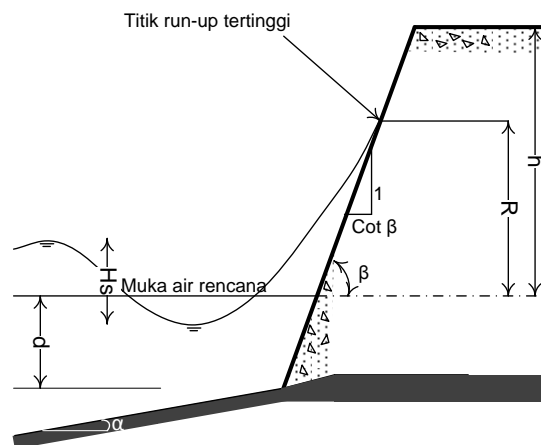
Tanggul laut adalah bangunan pelindung pantai yang berfungsi untuk melindungi kawasan yang berada di belakangnya dari banjir, baik banjir permanen maupun banjir sementara. Banjir permanen terjadi apabila tanah yang berada di belakangnya memiliki ketinggian yang lebih rendah dibandingkan muka air laut normal. Sedangkan banjir non permanen terjadi bila tanah berada di atas ketinggian muka air laut normal akan tetapi berada di bawah permukaan air banjir.

Perencanaan tanggul laut tidak bisa dikatakan mudah, karena parameter desain yang sangat bervariasi; gelombang, pasang surut, dan kondisi badai. Tanggul laut harus mampu menahan kombinasi gaya yang diakibatkan oleh muka air tinggi dan gelombang (saat terjadi badai) dalam waktu yang cukup pendek yaitu saat kurva pasang surut mencapai titik tertinggi. Kenaikan muka air laut sangat cepat dan sulit diprediksi. Kejadian badai dapat diramalkan paling tidak 48 jam sebelumnya, akan tetapi memprediksi ketinggian gelombang yang diakibatkan oleh badai dapat menjadi suatu masalah. Menentukan tinggi gelombang di laut saat terjadi badai merupakan hal yang mungkin dilakukan, akan tetapi menentukan tinggi gelombang di dekat pantai bukan hal yang mudah. Oleh karena itu dalam merencanakan tanggul laut, tinggi gelombang rencana untuk menentukan gelombang *run-up* merupakan kombinasi dari beberapa parameter elevasi muka air antara lain tinggi gelombang significant, elevasi pasang surut dan gelombang saat terjadi badai (Verhagen, 1998).

Ketinggian tanggul laut harus dapat mengakomodasi ketinggian muka air untuk berbagai kondisi ekstrem. Ketinggian tanggul adalah elevasi muka air rencana ditambah dengan:

- a. Wave run-up dan wave overtopping
- b. Margin untuk seiches dan gust bump
- c. Sea level rise yang ditambahkan dengan kenaikan amplitudo pasang surut
- d. Penurunan tanah dasar
- e. Ketinggian bebas minimum 0.5 m

Run-up gelombang adalah tinggi vertikal maksimum dari gelombang yang mengenai pantai atau struktur pantai (Sorensen, 1997). Elevasi tanggul laut yang direncanakan ditentukan oleh tinggi *run-up* maksimum (gambar 2). *Run-up* tergantung pada bentuk dan kekasaran material yang digunakan, kedalaman muka air pada kaki bangunan, kemiringan dasar laut di depan bangunan, dan karakteristik gelombang, dengan demikian perhitungan dengan analitis sangat sulit dilakukan.



Gambar 2 Definisi run up gelombang

Ada dua jenis nilai run-up gelombang, gelombang run-up rerata dan gelombang run-up 2%. Gelombang run-up rerata adalah adalah tinggi run-up rerata (R) untuk semua gelombang hasil pengamatan, sedangkan gelombang run-up 2% ($R_{2\%}$) adalah tinggi gelombang run-up yang hanya 2% dari semua

gelombang hasil pengamatan dapat dicapai atau melewati. Menurut TAW (2002), tinggi run-up 2% dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\frac{R_{u2\%}}{H} = A\gamma_b\gamma_f\gamma_p\varepsilon \quad 1$$

dengan maksimum run-up:

$$\frac{R_{u2\%}}{H} = \gamma_f\gamma_\beta \left(B - \frac{C}{\sqrt{\varepsilon}} \right) \quad 2$$

dan

$$\varepsilon = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi H_s}{gT^2}}} \quad 3$$

dengan

$R_{u2\%}$ = tinggi run-up untuk gelombang 2% (m)

H_s = tinggi gelombang significant (m)

A = koefisien tanpa dimensi = 1,75

γ_b = faktor koreksi bahu tanggul = 0,6 – 1,0

γ_f = faktor kekasaran, untuk beton = 1,0

γ_β = faktor koreksi untuk gelombang datang membentuk sudut

ξ = parameter gelombang pecah

α = sudut kemiringan bahu tanggul (°)

B = koefisien tanpa dimensi = 4.3

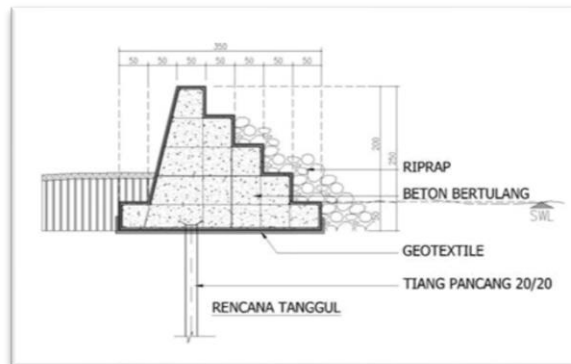
C = koefisien tanpa dimensi = 1.6

T = periode gelombang

4. Parameter Desain

Tanggul Muara Baru mengalami tiga kali keruntuhan, yaitu pada tahun 20 Januari 2008 (KLH, 2008), pada 18 Januari 2011 (VivaNews,2011), dan 18

Oktober 2013. Skema tanggul laut terakhir yang dibangun oleh Pemprov DKI disajikan pada gambar 3.

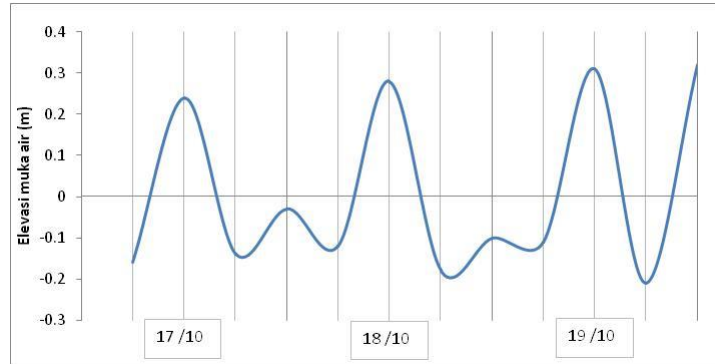


Gambar 3 Desain rencana tanggul Muara Baru

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Elevasi Pasang Surut

Kawasan pantai utara Jakarta lebih dikenal sebagai Teluk Jakarta memiliki pola pasang surut campuran condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal), yaitu dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda (Triatmodjo, 1996). Pasang tinggi terjadi setiap tanggal 1 dan 15 (kalender Hijriah) yang sering disebut dengan pasang purnama (pasang besar, spring tide). Data elevasi pasang surut di perairan utara Jakarta dapat diperoleh di www.mobilegeographic.com dengan stasiun pengukur berada di Tanjung Priok. Berdasarkan data, pasang purnama pada bulan Oktober 2013 jatuh pada tanggal 5 dan 19 penanggalan masehi. Tanggal 18 Oktober 2013, muka air tertinggi dihitung dari muka air laut rerata adalah 0.28 m.



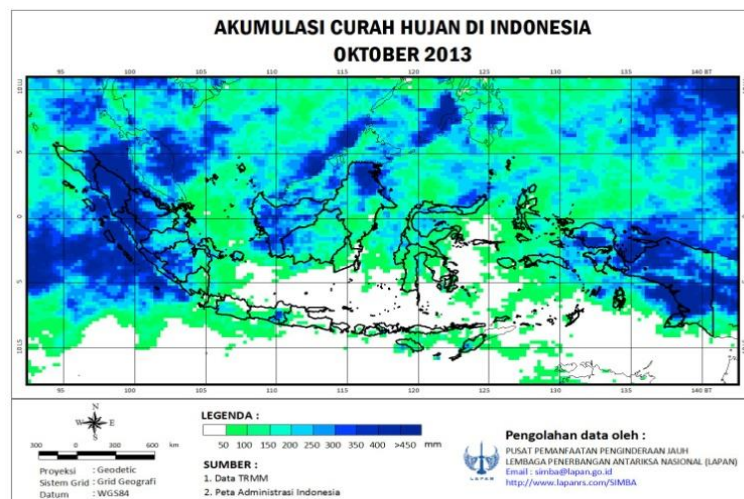
Gambar 4 Kurva pasang surut bulan Januari 2011

2. Gelombang

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BMKG, pada 18 Oktober 2013, tinggi gelombang rerata di kawasan perairan Pantai Utara Jakarta normal, berkisar antara 0.2 sampai 1.1 m.

3. Curah hujan

Data yang dikeluarkan oleh LAPAN, menunjukkan akumulasi curah hujan Jabodetabek di Bulan Oktober rendah (gambar 5). Untuk sementara disimpulkan banjir rob yang terjadi hanya diakibatkan oleh pasang surut purnama.

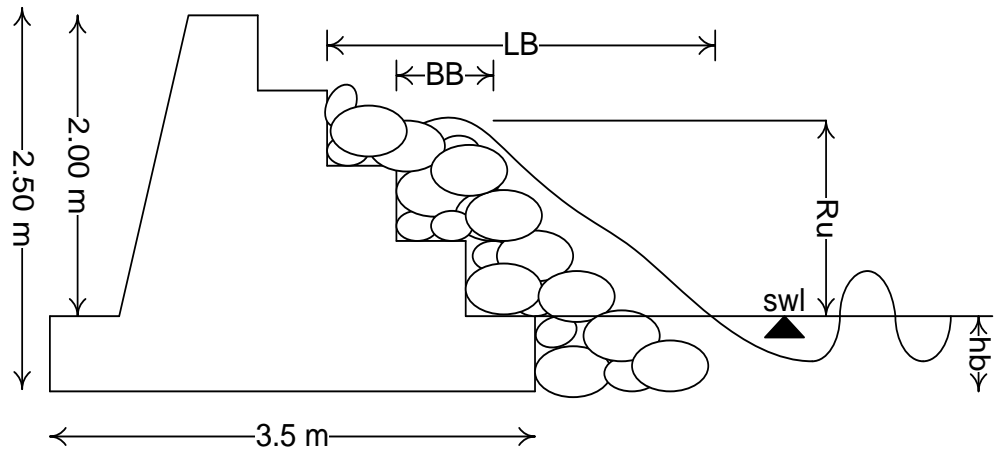


Gambar 5 Akumulasi curah hujan pada bulan Oktober 2013

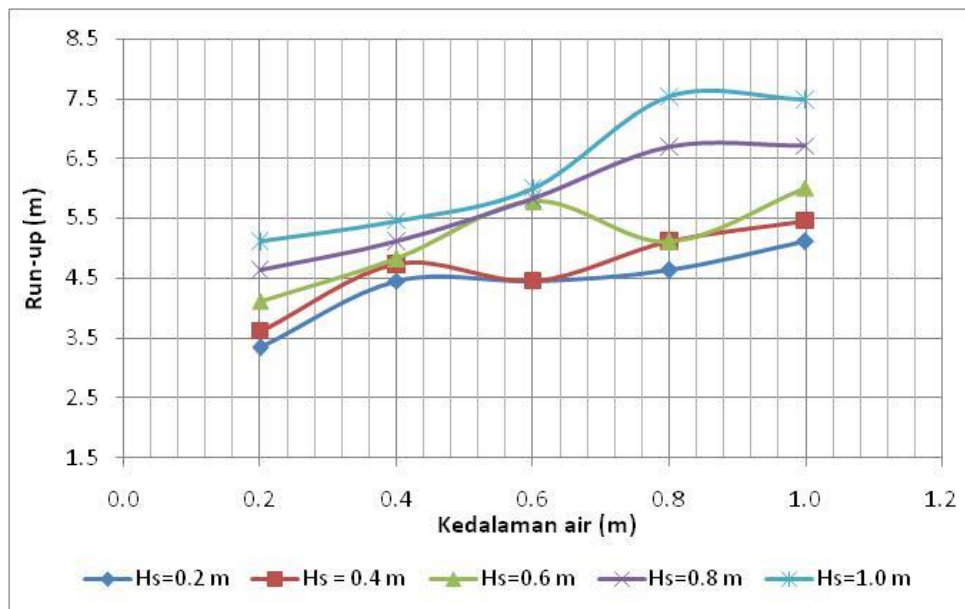
4. Pembahasan

Analisis dilakukan dengan menggunakan software CRESS (*Coastal and River Engineering Support System*), untuk mensimulasikan wave run-up dengan

kondisi level muka air laut (h_b) yang berbeda pada tanggul eksisting di area Muara Baru. Nilai γ_f dipakai 0.85, karena menggunakan blok batu, dengan kemiringan 1:1.33, lebar berm 0.5 (BB) m dan panjang berm (LB) 1.5m (gambar 6) . Sudut datang gelombang 45° terhadap bangunan. Hasil simulasi disajikan pada gambar 7.



Gambar 6 Parameter masukan dalam analisis gelombang *run-up*



Gambar 7 Hasil analisis gelombang *run-up*

Dari gambar 7 dapat dilihat makin tinggi gelombang significant yang datang, maka gelombang *run-up* pada struktur bangunan tanggul akan semakin tinggi. Kenaikan gelombang *run-up* menjadi semakin besar saat gelombang

datang lebih besar dari kedalaman air. Untuk gelombang datang sebesar 0.2 m dan 0.4 m, perbedaan *run-up* tidak terlalu ekstrem, terutama pada kedalaman air 0.6 m. Pada saat gelombang datang setinggi 0.6 m, terjadi sedikit penyimpangan karena pada saat kedalaman air 0.4 m dan 0.8 m, tinggi *run-up* sama dengan yang dihasilkan oleh gelombang setinggi 0.4 m. Saat gelombang datang mencapai ketinggian 0.8 m dan 1.0 m, maka gelombang *run-up* mencapai nilai maksimum pada kedalaman air 0.8 dan 1.0 m.

Pada kasus tanggul Muara Baru, di mana kedalaman air minimum 0.5 m dan maksimum 0.8 m, dengan memperhitungkan elevasi pasang tinggi yaitu 0.3 m, maka tinggi gelombang *run-up* berkisar antara 4.5 m sampai 7.5 m, untuk variasi gelombang antara 0.2-1.0 m. Dengan ketinggian tanggul 2.0, air akan melimpas ke bagian belakang tanggul, dan karena tidak disediakan drainase di belakang tanggul, air meresap ke dalam pori-pori tanah (*seepage*) sehingga dasar tanggul terdesak naik dan saat terjadi gelombang tinggi, bangunan tanggul roboh. Selain itu perlu diperhatikan bahwa tanah di Jakarta sudah mengalami penurunan, sehingga keruntuhan tanggul dapat juga diakibatkan oleh penurunan tanah di lokasi tanggul.

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, ketinggian bangunan pelindung pantai saat ini tidak mampu mengakomodir ketinggian gelombang *run-up*. Dengan demikian perlu direncanakan tanggul dengan ketinggian yang lebih tinggi dari 2.5 m, sehingga limpasan air laut berkurang. Selain itu perlu diperhatikan lebar dan kelandaian badan tanggul, karena semakin lebar dan landai badan tanggul, maka energi gelombang akan semakin berkurang dan tinggi gelombang *run-up* akan semakin rendah. Untuk menghadapi kenaikan muka air laut yang disertai dengan cuaca ekstrem seperti gelombang tinggi, maka ketinggian tanggul harus memperhitungkan elevasi muka air yang ditambah dengan elevasi kenaikan muka air laut.

F. Daftar Pustaka

- Astuti, S, Utami, T & Yadhakersa, W 2006, Investigasi Dampak Kenaikan Air Laut di Kota Jakarta, *Proceeding - Studi Dampak Timbal Balik Pembangunan Kota dan Perumahan di Indonesia dan Lingkungan Global*. pp 309-342.
- Diputra 2011, Apartemen Biangkerok Banjir Rob Jakarta. Diunduh dari <<http://news.okezone.com/read/2011/01/22/338/416834/apartemen-biangkerok-banjir-rob-di-jakarta>>. [22 Januari 2011]
- Farrel, Gerard 2002, Coastal Flooding And Tidal Surges, *Proceeding of National Hydrology Seminar*. pp. 58-68. Diunduh di <<http://www.opw.ie/hydrology/data/speeches>> [1 Januari, 2009]
- IPCC, 2001. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- Ministry of Environment 2010, *Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, Government of Indonesia, Jakarta
- Nicholls, Robert J. 2005. Climate stabilization and impact of sea level rise. *International Scientific Symposium: Avoiding Climate Change*, Hadley Centre, Exeter, 1-3 February 2005.
- Ritonga, Arnes. 2011. Ombak Besar, Dua Tanggul di Jakut Jebol. *Koran Metro*, 19 Januari 2011.
- Triadmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Tiyo 2010, Banjir Rob Landa Penjaringan, Pos Kota Online. Diunduh dari <<http://m.poskota.co.id/berita-terkini/2010/06/25/banjir-rob-landa-penjaringan>>. [25 Juni 2010]
- TAW (2002) *Technical Report Wave Run-up and Overtopping at Dikes*, Technical Advisory Committee for Water Defences, The Netherlands
- USGS 2005, *Sedimentation, Sea-Level Rise, and Circulation in Florida Bay*, Government of America. Diunduh di

http://sofia.usgs.gov/projects/index.php?project_url=circulation [21 Oktober 2008]

Wisben, Arben 2007, Banjir Penjaringan November 2007, Diunduh dari <
<http://acfdpjkt-bhs.blogspot.com/2007/12/banjir-penjaringan-november-2007.html>> [5 Februari, 2011]