

## **PENGARUH FASILITAS PELABUHAN TERHADAP PANTAI LABUHAN HAJI** *The Effect of Port Structure on Labuhan Haji Beach*

**Eko Pradjoko\*, Haris Prayoga\*\*, Oki Setyandito\***

### **Abstrak**

*Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai akan mengalami perubahan karakteristik gelombang (transformasi) karena berkurangnya kedalaman laut. Adanya fasilitas pelabuhan juga dapat menyebabkan gelombang menjadi terganggu sehingga merubah angkutan sedimen dan kondisi pantai di sekitar pelabuhan, seperti yang terjadi pada pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur. Fasilitas pelabuhan yang dibangun sekitar tahun 2009 menyebabkan perubahan pada kondisi pantai di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menyajikan perubahan pantai yang terjadi berdasarkan pengukuran lapangan dan menganalisa pengaruh fasilitas pelabuhan tersebut dengan simulasi numerik.*

*Pengukuran profil dan garis pantai dilakukan satu kali dalam sebulan sejak Desember 2012 sampai Juni 2013. Simulasi perubahan garis pantai menggunakan model GENESIS dan hasil simulasi transformasi gelombang dari model RCPWAVE yang memperhatikan kondisi kedalaman dasar laut yang tidak beraturan. Simulasi dilakukan dalam dua periode, periode pertama sejak dibangunnya bangunan pelabuhan pada tahun 2009 sampai 2012 dan periode kedua selama 10 (sepuluh) tahun ke depan sejak tahun 2012 sampai 2022.*

*Hasil pengukuran lapangan menunjukkan fluktuasi dan bahkan kemunduran garis pantai di kedua sisi Pelabuhan Labuhan Haji. Hasil tersebut memiliki hubungan dengan membesarnya kondisi gelombang selama pengukuran (Desember ~ Juni). Pengaruh fasilitas pelabuhan terlihat pada hasil simulasi numerik perubahan garis pantai, di mana hasil simulasi periode pertama menunjukkan garis pantai di sebelah kanan pelabuhan maju sejauh  $\pm 36.8$  m sedangkan di sebelah kiri pelabuhan mundur sejauh  $\pm 2.5 \sim 17.0$  m. Simulasi periode kedua selama 10 tahun ke depan sampai tahun 2022 masih menunjukkan hasil yang sama dan bahkan prediksi perubahan yang terjadi bertambah besar, yaitu garis pantai di sisi kanan pelabuhan maju hingga sejauh  $\pm 62.4$  m dan di sisi kiri pelabuhan mundur hingga sejauh  $\pm 20.0 \sim 37.0$  m.*

*Kata kunci : Pelabuhan, Garis Pantai, Model GENESIS, Model RCPWAVE, Labuhan Haji*

### **PENDAHULUAN**

Pantai adalah daerah perbatasan antara darat dan laut yang dipengaruhi oleh berbagai macam kondisi alam yaitu angin, gelombang, pasang surut dan arus. Secara umum gelombang adalah kondisi alam yang dominan mempengaruhi daerah pantai. Gelombang dari daerah laut dalam yang merambat dan datang mencapai daerah pantai dapat menimbulkan arus dan angkutan sedimen pantai dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai. Sesuai dengan kondisi karakteristiknya, gelombang tersebut dapat menimbulkan perubahan kondisi pantai dalam kurun waktu tertentu. Perubahan yang terjadi ditunjukkan dengan maju mundurnya posisi garis pantai di wilayah tersebut.

Perubahan kondisi pantai merupakan tanggapan dinamis alami pantai terhadap perubahan kondisi gelombang laut. Perubahan kondisi gelombang laut diakibatkan oleh perubahan kondisi cuaca atau musim dalam jangka pendek dan akibat perubahan iklim dunia (*global climate change*) dalam jangka panjang. Perubahan kondisi gelombang laut juga dapat diakibatkan oleh aktifitas manusia seperti pembuatan fasilitas pelabuhan, fasilitas pemukiman dan fasilitas lainnya yang berada di daerah pantai. Dalam fasilitas pelabuhan, adanya konstruksi pemecah gelombang (*breakwater*) akan merubah gelombang dari kondisi sebelumnya tanpa ada konstruksi. Pantai di sekitar pelabuhan akan

---

\* Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram

\*\* Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram

berubah mengikuti perubahan kondisi gelombang yang terjadi hingga tercapai kondisi yang setimbang.

Pengaruh fasilitas pelabuhan terhadap pantai di sekitarnya seperti dijelaskan di atas terjadi di Pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur. Sejak tahun 2009 telah dibangun fasilitas pelabuhan di pantai tersebut lengkap dengan prasarana penunjang lainnya seperti pemecah gelombang, dermaga dan bangunan-bangunan penunjang lainnya. Makalah ini menyajikan pengaruh fasilitas tersebut terhadap pantai di sekitarnya berdasarkan pengukuran kondisi pantai di lokasi. Simulasi perubahan garis pantai dengan model numerik (model *GENESIS*) juga dilakukan untuk menganalisa pengaruh tersebut dalam jangka panjang.

## TINJAUAN PUSTAKA

Triatmodjo (1999), dalam bukunya Teknik Pantai menyebutkan bahwa erosi adalah salah satu permasalahan wilayah pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota berupa mundurnya garis pantai. Erosi pantai ini dapat terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan area tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai dan sebagainya.

Iswahyudia (2007) mengungkapkan bahwa berdasarkan analisa kondisi lapangan di pantai kawasan Tanjung Kayangan Lombok Timur, menunjukkan bahwa gelombang mengakibatkan arus sejajar pantai dan angkutan sedimen dari selatan ke utara di pantai sebelah timur Tanjung Kayangan. Pengendapan di ujung Tanjung Kayangan merupakan indikasi hasil akumulasi angkutan sedimen yang berasal dari pantai timur Tanjung Kayangan tersebut. Studi ini menunjukkan pola angkutan sedimen di sepanjang pantai sisi timur Pulau Lombok adalah dominan dari arah selatan ke utara.

Isnati (2009) telah menganalisa pengaruh fasilitas pelabuhan terhadap garis pantai di Labuhan Haji Lombok Timur. Studi dilakukan saat pembangunan fasilitas pelabuhan masih berlangsung. Hasil pemodelan perubahan garis pantai, dengan menggunakan model *GENESIS*, memperkirakan bahwa sedimentasi terjadi di sebelah utara (kiri) pelabuhan ditandai dengan majunya garis pantai sejauh +118.82 m dari garis pantai awal pada pias 16. Sedangkan erosi terjadi di sebelah selatan (kanan) pelabuhan ditandai dengan mundurnya garis pantai sejauh -5.16 m dari posisi garis pantai awal pada pias 51. Hasil perkiraan ini ternyata tidak sesuai dengan kenyataan yang terjadi yaitu sebelah kiri pelabuhan adalah erosi dan sebelah kanan adalah sedimentasi. Studi dalam makalah ini mengulang seperti apa yang dilakukan dalam Isnati (2009) namun dengan perbedaan menggunakan model perubahan gelombang yang lebih kompleks. Studi ini juga menggunakan data pengukuran garis pantai setelah fasilitas pelabuhan selesai dibangun sebagai pembandingan hasil pemodelan perubahan garis pantai.

Gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju pantai akan mengalami perubahan karakteristik yang disebabkan oleh perubahan kedalaman laut melalui proses pendangkalan (*shoaling*), pembelokan arah (*refraction*), difraksi (*difraction*), pemantulan (*reflection*) dan gelombang pecah (*breaking wave*). Perubahan karakteristik gelombang, selanjutnya disebut transformasi gelombang, seperti tinggi ( $H$ ) dan arah ( $\alpha$ ) gelombang di pantai akan mempengaruhi perubahan arus

dan angkutan sedimen di daerah pantai. Proses transformasi gelombang dapat dianalisa menggunakan model sederhana dengan mengasumsikan kondisi kontur kedalaman dasar laut di daerah pantai adalah lurus dan sejajar. Kedalaman dasar laut di daerah pantai berubah secara linier dan teratur dari daerah dalam sampai daerah dangkal.

Dengan model ini tinggi gelombang di kedalaman tertentu ( $H$ ) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$H = K_s K_r K_d K_{ref} H_0 \dots\dots\dots (1)$$

dengan  $H$  : tinggi gelombang di kedalaman tertentu;  $H_0$  : tinggi gelombang di klasifikasi laut dalam;  $K_s$  : koefisien pendangkalan (*shoaling*);  $K_r$  : koefisien pembelokan (*refraction*);  $K_d$  : koefisien difraksi (*diffraction*);  $K_{ref}$  : koefisien pemantulan (*reflection*)

Kedalaman dasar laut di daerah pantai seringkali memiliki kondisi yang tidak teratur, perubahan kedalaman bervariasi dari daerah dalam ke dangkal dan bahkan berbeda-beda sepanjang pantai. Beberapa model transformasi gelombang dengan memperhatikan perubahan kedalaman dasar laut yang bervariasi telah dikembangkan oleh para peneliti, salah satunya dengan menggunakan persamaan *Mild Slope Equation* yang dinyatakan oleh Berkhoff (1972). Persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\nabla(c_g \nabla \eta) + k^2 c_g \eta = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :  $\nabla$  : operator matematik ( $\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}$ );  $c$  : kecepatan gelombang (m/detik);  $c_g$  : kecepatan kelompok gelombang (m/detik);  $k$  : angka gelombang ( $2\pi/L$ );  $\eta$  : elevasi muka air laut (m).

Angkutan sedimen sepanjang pantai akibat aktifitas gelombang banyak menyebabkan permasalahan di daerah pantai seperti pendangkalan di pelabuhan, erosi pantai dan sebagainya. Perubahan kondisi gelombang mengakibatkan perubahan kondisi angkutan sedimen sehingga menyebabkan permasalahan-permasalahan tersebut. Oleh karena itu mengetahui kondisi angkutan sedimen sepanjang pantai penting untuk dilakukan agar dapat mengatasi permasalahan yang ada. USACE (2002) menyatakan persamaan untuk menghitung angkutan sedimen sepanjang pantai adalah merupakan hubungan sederhana antara transpor sedimen dengan komponen fluks energi gelombang dalam bentuk :

$$P_l = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \dots\dots\dots (3)$$

$$Q = k P_l \dots\dots\dots (4)$$

dengan :  $Q$  : angkutan sedimen sepanjang pantai ( $m^3/hari$ );  $P_l$  : komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah ( $Nm/dt/m$ );  $\rho$  : rapat massa air laut ( $kg/m^3$ );  $H_b$  : tinggi gelombang pecah (m);  $C_b$  : cepat rambat gelombang pecah ( $m/dt$ ) =  $\sqrt{g d_b}$  ;  $\alpha_b$  : sudut datang gelombang pecah;  $k$  : konstanta.

Pelnaud-Considerere (1956) memperkenalkan Model Satu Garis (*One Line Model*) untuk mensimulasikan perubahan garis pantai. Model tersebut berdasarkan prinsip kekekalan massa di

sepanjang pantai yaitu jumlah sedimen di suatu daerah pantai yang ditinjau sama dengan jumlah sedimen yang masuk dan keluar dari daerah tersebut. Perbedaan angkutan sedimen sepanjang pantai, akibat perubahan karakteristik gelombang, yang masuk dan keluar daerah tersebut menyebabkan perubahan jumlah sedimen yang ditandai dengan maju mundurnya garis pantai di daerah tersebut. Berdasarkan prinsip tersebut dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{dy}{dt} = \frac{1}{D} \frac{dQ}{dx} \dots\dots\dots(5)$$

dengan :  $dy$  : perubahan garis pantai ke arah darat-laut (m);  $dt$  : perubahan waktu (hari);  $dQ$  : perubahan angkutan sedimen sepanjang pantai ( $m^3$ /hari);  $dx$  : panjang pias atau daerah pantai yang ditinjau (m);  $D$  : tinggi profil pantai yang ditinjau (m).

Hanson dan Kraus (1989), menyatakan bahwa model numerik *Generalized Model for Simulating Shoreline Change (GENESIS)* dapat digunakan untuk menghitung angkutan sedimen sepanjang garis pantai, mensimulasikan perubahan garis pantai baik akibat kondisi alami atau akibat dari adanya bangunan di pantai tersebut. Model *GENESIS* mensimulasikan transformasi gelombang dengan model sederhana dan dapat pula menggunakan model kompleks dengan bantuan model *Regional Coastal Processes Monochromatic Wave (RCPWAVE)* yang memperhitungkan kondisi kedalaman dasar laut yang tidak beraturan di daerah pantai tersebut. Dalam penelitian ini, perubahan garis pantai Labuhan Haji disimulasikan dengan model di atas untuk mengetahui perubahan sejak pelabuhan dibangun dan kondisi garis pantai di masa depan.

## METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui perubahan garis pantai di Labuhan Haji, dilakukan beberapa tahap penelitian sebagai berikut :

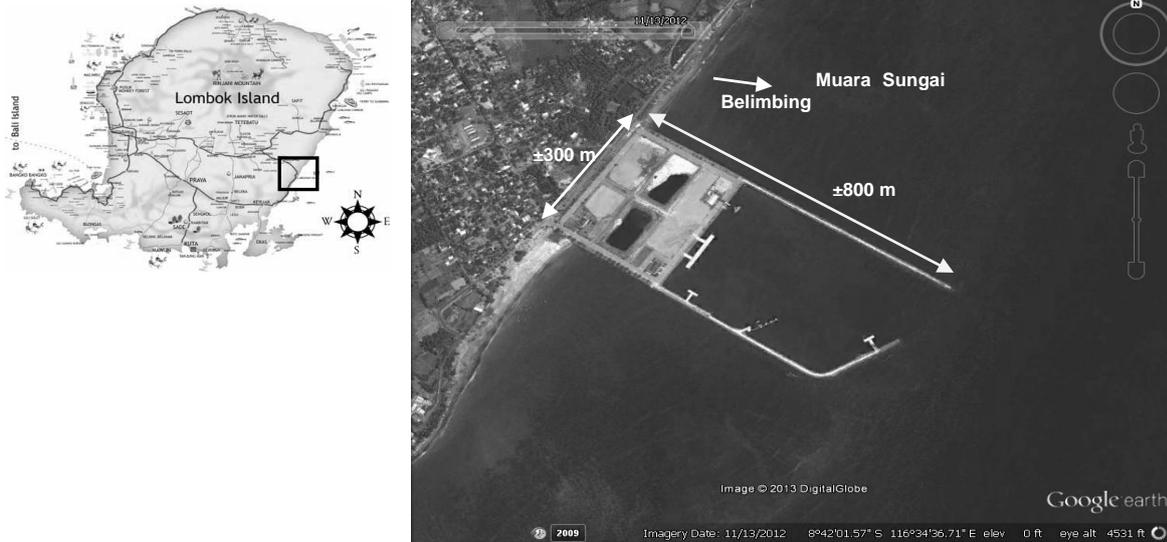
### Pengumpulan data

Data primer berupa data profil pantai dan data posisi garis pantai dikumpulkan dengan melakukan pengukuran setiap satu bulan sekali mulai bulan Desember 2012 sampai Juni 2013. Pengukuran profil pantai dengan menggunakan alat *Waterpass Topcon AT-B4* dan posisi garis pantai dengan menggunakan *Garmin GPSmap 60CSx*.

Data sekunder diperoleh dari sumber yang ada yaitu data gelombang dari hasil penelitian Isnati (2009) yang menggunakan prediksi gelombang selama satu tahun di Lautan Hindia dari *NOAA Wavewatch III* dan dihitung transformasinya sampai di pantai Labuhan Haji. Data posisi garis pantai awal sebelum dibangun pelabuhan menggunakan data peta topografi dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data pasang surut dan kondisi kedalaman laut di depan pantai Labuhan Haji diperoleh dari Laboratorium Hidrolika Unram (2005) yang telah melakukan survey dan pengukuran.

### Simulasi perubahan garis pantai

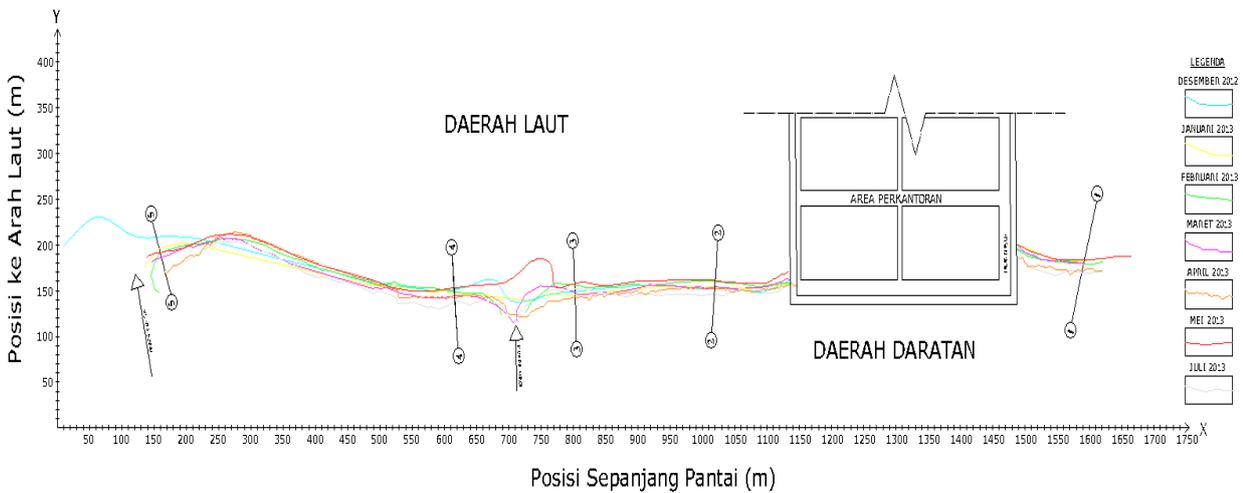
Simulasi dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak, diawali simulasi transformasi gelombang dari daerah laut dalam sampai laut dangkal di depan pantai Labuhan Haji dengan menggunakan model *RCPWAVE*. Kemudian dilanjutkan simulasi perubahan garis pantai dengan menggunakan model *GENESIS* dan hasil dari model *RCPWAVE*.



Gambar 1. Lokasi pantai Labuhan Haji (Google Earth)

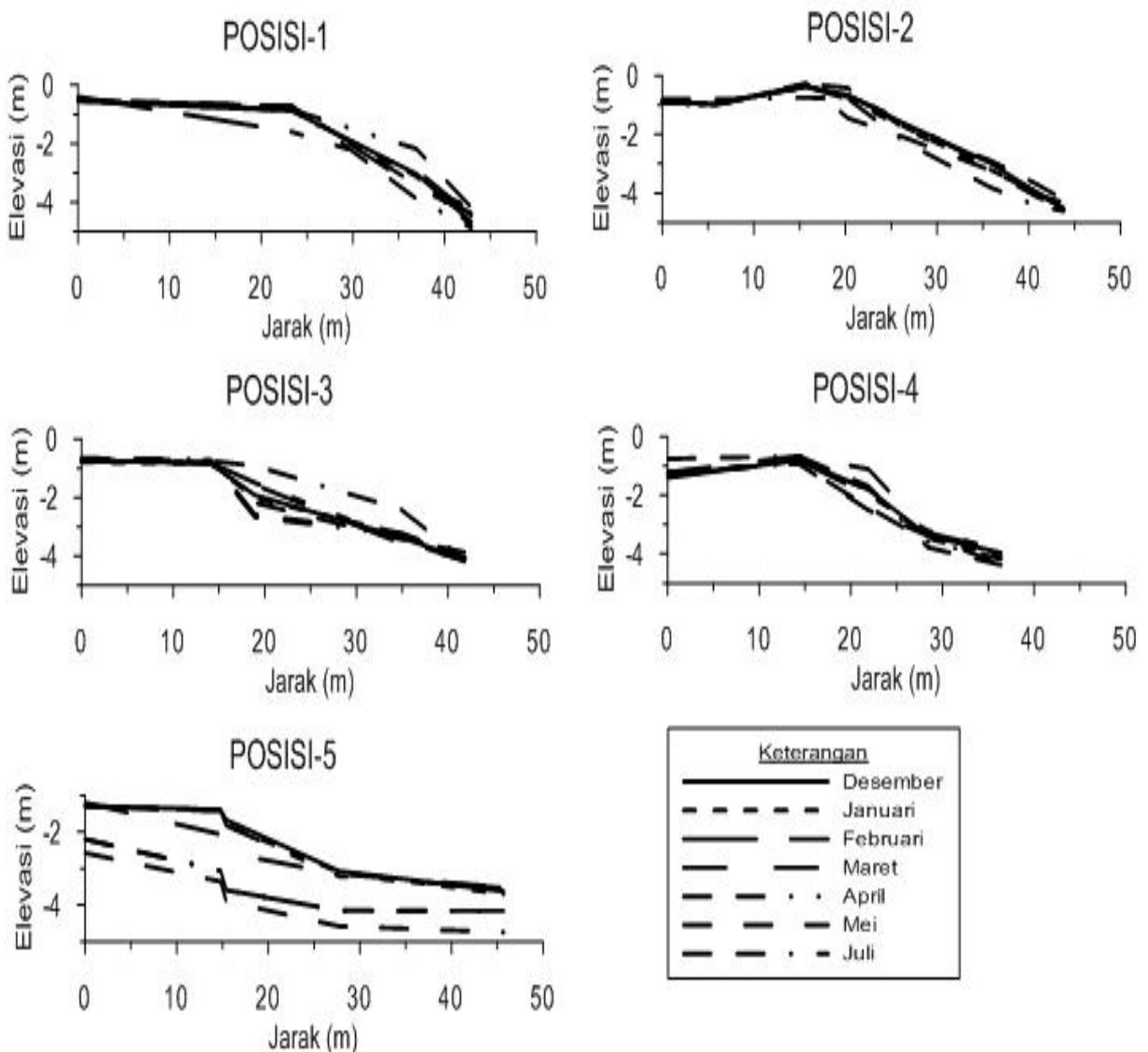
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kondisi pantai Labuhan Haji dapat dilihat di Gambar 1. Pantai Labuhan Haji berada pada koordinat 8° 40' LS dan 116° 34' BT, yakni 7 km dari Kota Selong pusat pemerintahan Kabupaten Lombok Timur. Pantai Labuhan Haji adalah pantai berpasir yang berbentuk lurus membujur dari Barat Daya ke Timur Laut. Dinamakan Labuhan Haji karena sejak dahulu kala sudah digunakan sebagai pelabuhan kapal yang akan memberangkatkan masyarakat Lombok Timur yang hendak pergi menunaikan ibadah haji. Sejak awal Pelabuhan Labuhan Haji adalah pelabuhan alam, kapal berukuran besar harus tambat dengan membuang sauh di tengah laut karena adanya dangkalan yang cukup luas di depan Labuhan Haji. Fasilitas pelabuhan baru dibangun sejak tahun 2009 dengan membuat pemecah gelombang (*breakwater*) dari garis pantai ke arah laut sepanjang ± 800 m di kiri dan kanan kolam pelabuhan. Sejauh ± 100 m di sebelah kiri (arah Timur Laut) pelabuhan terdapat muara Sungai Belimbing.



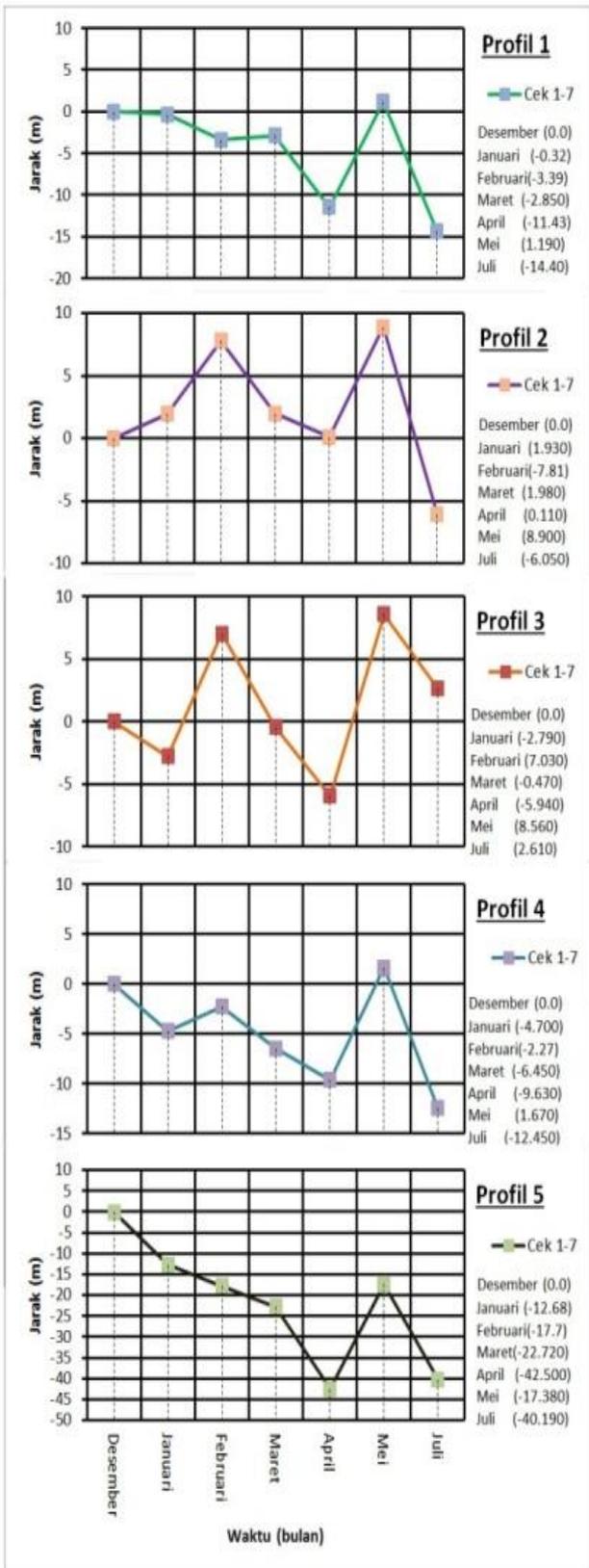
Gambar 2. Hasil Pengukuran Posisi Garis Pantai

Pengukuran profil dan garis pantai dilakukan setiap satu bulan sekali sejak Desember 2012 sampai Juni 2013. Gambar 2 menunjukkan lokasi pengukuran profil pantai yang dilakukan di 5 posisi yaitu Posisi 1 di sebelah kanan pelabuhan, Posisi 2 dan 3 di antara pelabuhan dan muara Sungai Belimbing, Posisi 4 dan 5 di sebelah kiri muara Sungai Belimbing. Pengukuran posisi garis pantai dengan *GPS* dilakukan dari Posisi 1 sampai Posisi 5. Setelah melalui proses koreksi ke level *Mean Sea Level (MSL)* dengan menggunakan data pasang surut dan kemiringan garis pantai diperoleh posisi garis pantai hasil 7 kali pengukuran seperti pada Gambar 2. Sedangkan hasil pengukuran profil pantai dari Posisi 1 sampai 5 sebanyak 7 kali pengukuran tersaji dalam Gambar 3.

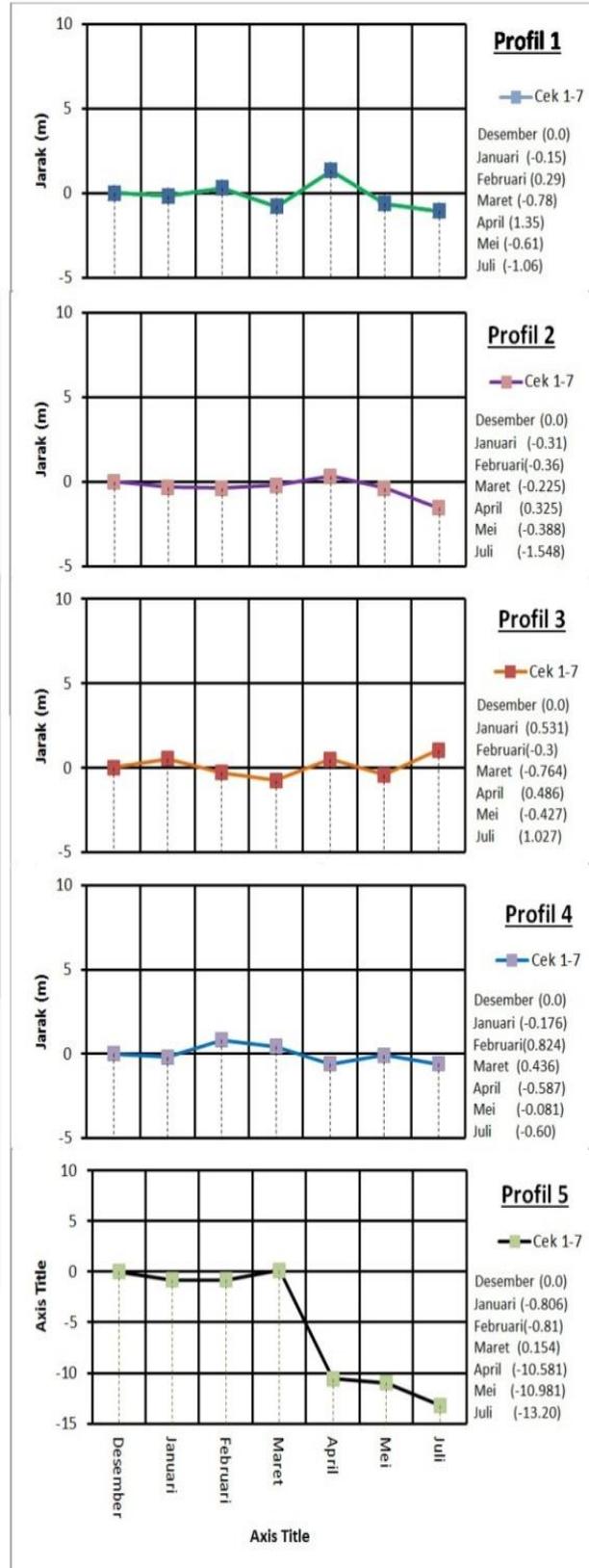


Gambar 3. Hasil Pengukuran Profil Pantai

Untuk memudahkan analisa perubahan garis pantai, perubahan posisi garis pantai pada kondisi *MSL* dan pada suatu penampang digambar dalam grafik sebagai fungsi waktu seperti pada Gambar 4. Gambar 4.a diperoleh dari hasil pengukuran garis pantai dengan *GPS*, sedangkan Gambar 4.b diperoleh dari hasil pengukuran profil pantai dengan *waterpass*.



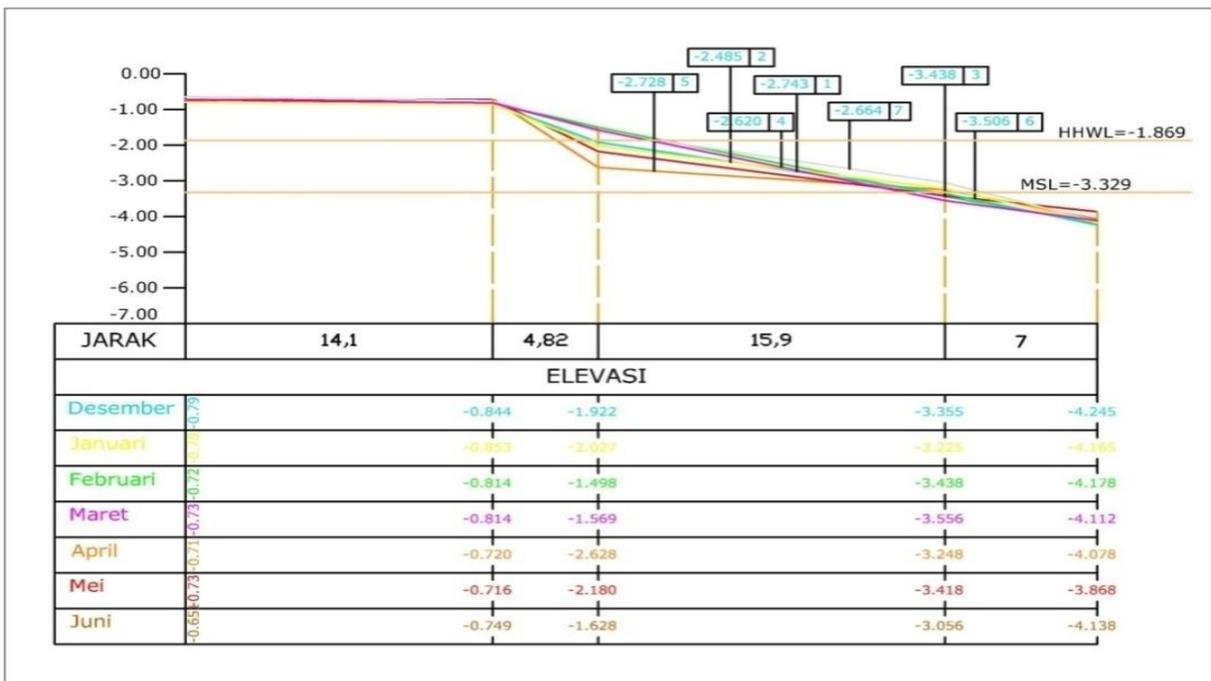
(a)



(b)

Gambar 4. Perubahan Posisi Garis Pantai  
 a) Hasil Pengukuran GPS, b) Hasil Pengukuran Waterpass

Gambar 4 menunjukkan perubahan garis pantai yang dihasilkan oleh dua metode pengukuran tersebut sangat berbeda dalam besarnya. Hasil pengukuran *GPS* (Gambar 4.a) menunjukkan perubahan hingga 5 sampai 10 meter sedangkan hasil pengukuran *waterpass* (Gambar 4.b) hanya menunjukkan perubahan kurang dari 5 meter kecuali pada Posisi 5. Hal ini kemungkinan disebabkan dari kesulitan yang dialami saat pengukuran garis pantai dengan *GPS*. Meskipun hasilnya sudah dikoreksi terhadap kondisi pasang surut, namun apabila saat pengukuran di lapangan sedang terjadi gelombang besar maka ada kemungkinan yang direkam posisinya adalah saat kondisi gelombang *run-up*. Kesalahan yang timbul dari kondisi gelombang *run-up* yang tidak dikoreksi ini makin bertambah besar jika kondisi kemiringan pantai sangat landai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar tersebut menunjukkan perbedaan posisi garis pantai pada kondisi *MSL* antara hasil pengukuran *GPS* (yang ditunjukkan dalam kotak) dan pengukuran profil pantai oleh *waterpass* di Posisi 3. Terlihat posisi garis pantai hasil pengukuran ke-3 dan ke-6 tidak berbeda jauh antara dua metode tersebut, sedangkan pengukuran yang lain berbeda jauh. Kondisi kemiringan pantai yang landai membuat kesalahan bertambah besar seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengukuran ke-5.

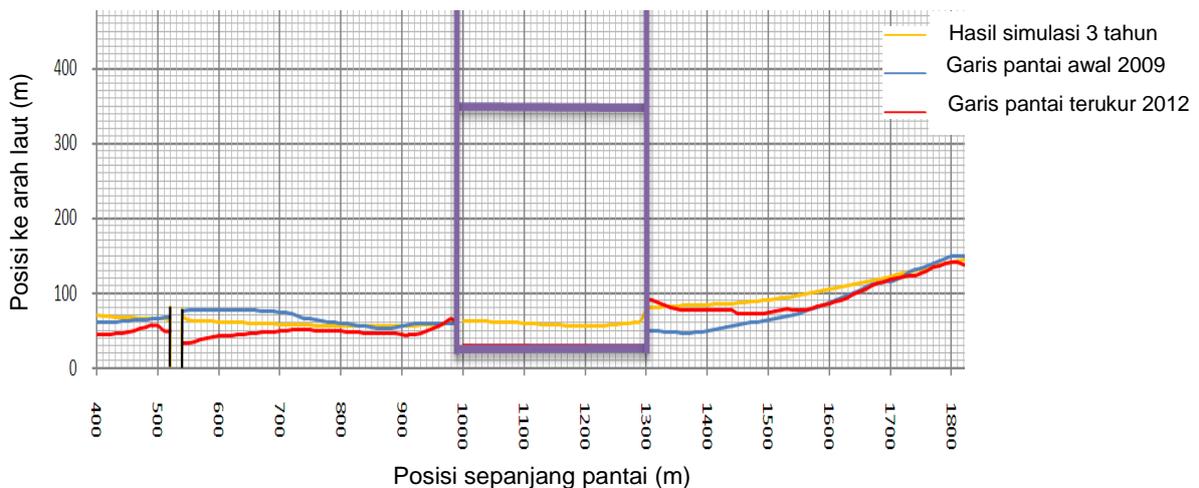


Gambar 5. Posisi Garis Pantai Pada Kondisi *MSL* di Posisi 3

Secara umum hasil pengukuran dua metode tersebut menunjukkan kondisi yang sama. Semua posisi, kecuali Posisi 3, menunjukkan kecenderungan kemunduran garis pantai sampai akhir pengukuran meskipun berfluktuasi selama pengukuran (Pengukuran ke-1 sampai ke-7). Pada Posisi 3 menunjukkan kemajuan garis pantai karena kemungkinan pengaruh muara Sungai Belimbing yang memberikan tambahan sedimen ketika debit besar saat pengukuran dilaksanakan (Desember ~ Juni). Posisi 5 yang menunjukkan perubahan sangat besar kemungkinan juga disebabkan oleh pengaruh muara sungai yang membuat kondisi pantai di posisi tersebut sangat kompleks. Kecenderungan kemunduran garis pantai dari hasil pengukuran ini menunjukkan pengaruh gelombang yang sedang dalam kondisi membesar pada waktu pengukuran yaitu bulan Desember sampai Juni.

Berdasarkan analisa kesalahan pengukuran dapat disimpulkan hasil pengukuran *waterpass* lebih akurat karena selama pengukuran tidak terpengaruh oleh kondisi gelombang. Hal ini menunjukkan posisi pantai Labuhan Haji hanya berfluktuasi dalam rentang kurang dari 5 meter (Gambar 4.b), kecuali pada posisi dekat muara sungai (Posisi 3 dan 5) yang kondisinya sangat kompleks akibat pengaruh debit sungai. Gambar 3 juga menunjukkan perubahan kondisi daerah pantai pada elevasi *Highest High Water Line (HHWL)* yang memiliki variasi lebih besar dari pada elevasi *MSL*. Hal ini sesuai dengan kondisi gelombang yang sedang membesar selama pengukuran (Desember ~ Juni) sehingga menggerus lebih banyak sedimen pada elevasi tersebut. Namun perubahan yang terjadi memiliki variasi yang juga tidak lebih dari 5 meter.

Hasil pengukuran dalam jangka pendek (7 bulan) tidak dapat menunjukkan pengaruh dari fasilitas pelabuhan terhadap pantai di Labuhan Haji. Untuk itu dilakukan simulasi numerik perubahan garis pantai sejak pembangunan fasilitas pelabuhan pada tahun 2009 sampai kondisi pantai yang diukur pada bulan Desember 2012. Simulasi perubahan garis pantai menggunakan model *GENESIS* dan untuk transformasi gelombangnya menggunakan model *RCPWAVE*. Data garis pantai dari peta topografi yang diterbitkan oleh BIG sebagai data awal dan data hasil pengukuran pada bulan Desember 2012 sebagai pembandingan hasil simulasi. Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi yang dijalankan dengan masukan rentang waktu selama 3 tahun (2009 ~ 2012).

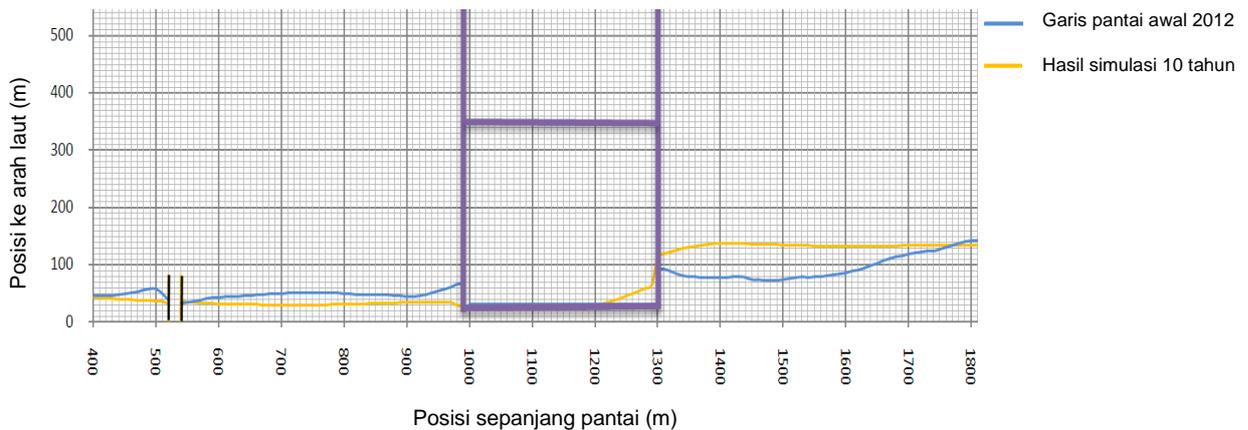


Gambar 6. Hasil Simulasi Perubahan Garis Pantai Labuhan Haji Selama 3 Tahun (2009 ~ 2012)

Hasil simulasi perubahan garis pantai di atas (Gambar 6) menunjukkan kemiripan dengan kondisi yang terjadi di lapangan, yaitu terjadinya erosi di sebelah kiri dan sedimentasi di sebelah kanan pelabuhan. Pantai di sebelah kiri pelabuhan mundur sejauh  $\pm 2.5 \sim 17.0$  m, sedangkan di sebelah kanan pelabuhan maju sejauh  $\pm 36.8$  m. Angkutan sedimen di pantai Labuhan Haji yang bergerak dari sisi kanan ke kiri terhalang oleh fasilitas pelabuhan sehingga di sisi kanan terjadi sedimentasi yang menyebabkan majunya garis pantai terutama di posisi dekat dengan struktur *breakwater* sepanjang  $\pm 300$  meter. Sedangkan di sisi kiri pelabuhan terjadi erosi yang menyebabkan mundurnya garis pantai terutama di posisi sepanjang  $\pm 200$  meter dari muara Sungai Belimbing.

Besarnya erosi yang terjadi justru pada posisi yang jauh dari struktur kemungkinan disebabkan pemantulan (*reflection*) gelombang dari kiri oleh struktur *breakwater* yang sangat panjang.

Untuk memprediksi kondisi di masa depan, simulasi dilakukan dengan masukan rentang waktu selama 10 tahun (2012 ~ 2022) dengan garis pantai Desember 2012 sebagai data awal. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 7, di mana sisi kanan pelabuhan tetap mengalami sedimentasi sehingga garis pantai maju hingga sejauh  $\pm 62.4$  m. Sedangkan di sisi kiri pelabuhan tetap mengalami erosi sehingga garis pantai mundur sejauh  $\pm 20.0 \sim 37.0$  m. Hasil simulasi ini menunjukkan fasilitas pelabuhan masih memberikan pengaruh besar bagi kondisi pantai di Labuhan Haji dan diperlukan langkah-langkah penanggulangan untuk mengantisipasi dampak yang mungkin ditimbulkan dari terjadinya sedimentasi dan erosi tersebut.



Gambar 7. Hasil Simulasi Perubahan Garis Pantai Labuhan Haji Selama 10 Tahun (2012 ~ 2022)

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Hasil pengukuran garis pantai Labuhan Haji dalam jangka pendek menunjukkan bahwa garis pantai di kedua sisi pelabuhan mengalami fluktuasi dan bahkan kemunduran sejauh kurang dari 5 meter akibat kondisi gelombang yang membesar selama waktu pengukuran (Desember ~ Juni). Pengaruh fasilitas pelabuhan tidak dapat terlihat dari hasil pengukuran singkat ini. Simulasi numerik perubahan garis pantai selama 3 tahun sejak dibangunnya fasilitas pelabuhan (2009 ~ 2012) menunjukkan pengaruh tersebut dengan terjadinya sedimentasi di sebelah kanan dan erosi di sebelah kiri pelabuhan. Simulasi selama 10 tahun ke depan (2012 ~ 2022) masih menunjukkan pengaruh tersebut dan bahkan bertambah besar sehingga diperlukan langkah-langkah penanganannya.

### Saran

Pengukuran garis pantai dengan metode GPS hendaknya dilakukan dengan hati-hati agar dapat memberikan hasil yang baik. Data-data penunjang yang digunakan dalam analisa perubahan garis pantai, seperti data gelombang dan pasang surut, sebaiknya menggunakan data yang didapatkan dari hasil pengamatan pada tahun penelitian. Untuk pengambilan data garis pantai, sebaiknya dilakukan dengan jangka waktu yang lebih lama, yaitu minimal selama 1 (satu) tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berkhoff, J.C.W., 1972, *Computation of Combined Refraction-Diffraction*, Proceedings 13<sup>th</sup> International Conference on Coastal Engineering, Vancouver, Canada, hal.471-490.
- Hanson, H., dan Kraus, N.C., 1989, *GENESIS : Generalized Model for Simulating Shoreline Change*, CERC Report 89-19, U.S Corps of Engineer, Vicksburg.
- Isniati, N., 2009, *Perubahan Garis Pantai Labuhan Haji (Lombok Timur) Akibat Pengaruh Adanya Konstruksi Pelabuhan*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Iswahyudia, E., 2007, *Perencanaan Groin Sebagai Bangunan Alternatif Pengendalian Sedimentasi-Erosi di Kawasan Pelabuhan Kayangan*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Laboratorium Hidrolika Unram, 2005, *Survei Topografi, Bathymetri, Pasut, Arus dan Geoteknik di Labuhan Haji Lombok Timur NTB*, Laporan Pekerjaan, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- NOAA/NWS/NCEP Marine Modelling And Analysis Branch 2008, *Wavewatch III*. [http://polar.ncep.noaa.gov/waves/viewer.shtml?-multi\\_1-latest-hs-aus\\_ind\\_phi](http://polar.ncep.noaa.gov/waves/viewer.shtml?-multi_1-latest-hs-aus_ind_phi)
- Pelnard-Considere, R., 1956, *Essai de theorie de l'evolution des formes de rivage en plages de sable et de galets, 4-ieme Journees de l'Hydraulique*, Les engeries de la mer, Question 111, Rapport No.1.
- Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 2002, *Coastal Engineering Manual*, Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.