

Kajian Refraksi-Difraksi dan Transformasi Penjalaran Gelombang Laut di Perairan Pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu

May Trio Vimeris, Denny Nugroho S¹, Wahyu Budi S²

¹Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Semarang

²Pusat Penelitian Oseanografi,

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta

Email: dennysugianto@yahoo.com, wahyuudisetyawan@gmail.com,
maytriovimeris@outlook.co.id

Abstrak

Pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu merupakan pantai yang telah beralih fungsi dari kawasan pelabuhan menjadi kawasan pantai wisata akibat kurangnya informasi terkait penjalaran gelombang laut di perairannya. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan informasi transformasi penjalaran gelombang terkait refraksi dan difraksi gelombang di perairan Tapak Paderi Kota Bengkulu berdasarkan jalur pengamatan. Proses pengolahan data terdiri dari konversi gelombang per musim dari data angin 10 tahun dan proses model simulasi penjalaran gelombang menggunakan BOUSS2D dari program Surface Water Modeling System 11. Hasil pengukuran lapangan selama tiga hari di perairan Tapak Paderi menghasilkan tinggi signifikan 1,6 m dan periode signifikan 7,75 s. Hasil konversi angin menggunakan metode SMB menghasilkan resume data gelombang per musim selama sepuluh tahun. Gelombang signifikan tertinggi di perairan Tapak Paderi terjadi pada musim Timur dan peralihan II, masing-masing memiliki tinggi signifikan 2,23 m dan 2,0 m dengan periode signifikan 7,12 s dan 7,0. Gelombang di perairan Tapak Paderi memiliki dua arah datang dominan, yakni gelombang datang dari kelompok fetch barat laut dan kelompok fetch selatan. Hasil analisis simulasi model berdasarkan jalur pengamatan menunjukkan bahwa gelombang mengalami refraksi di jalur pengamatan 1, mengalami difraksi setelah adanya Gosong Patasembilan di jalur pengamatan 2, mengalami difraksi setelah adanya anak Gosong Patasembilan dan konvergensi gelombang pada Tanjung Pantai Tapak Paderi di jalur pengamatan 3, mengalami konvergensi pada daerah tanjung dan divergensi pada daerah teluk di jalur pengamatan 4. Sedangkan untuk tinggi gelombang terendah sebesar 0,29 m terjadi pada musim peralihan II pada titik pengamatan di belakang ujung bangunan pantai Tapak Paderi.

Kata Kunci : Konversi Gelombang, Penjalaran Gelombang, Perairan Pantai Tapak Paderi

Abstract

Tapak Paderi Beach is a tourism area located in Bengkulu City. It was a port area but because the lack of information related to wave propagation, it changed into tourism area. The purpose of this study was to gain information about transformation in wave propagation, wave refraction and wave diffraction in Tapak Paderi water. Data processing consists of converting 10 years wind data using SMB method and simulating wave propagation using Surface water Modelling System (SMS) module Bouss 2D. The field measurement in three days time showed the significant wave height 1,6 m dan significant wave period 7,75 s. Wind data conversion gave 10 years seasonal wave data and showed the highest significant wave height happen in east and second transition monsoon season. The east monsoon season has 2,23 m significant wave height and 7,12 s significant wave period, meanwhile the second transition monsoon season has 2,0 m significant wave height and 7,0 s significant wave period. The wave propagation comes in two dominant direction, from south and northwest fetch groups. Wave model simulation is analyzed by observation route. Wave refraction happen in route 1, wave diffraction happen after going across Patasembilan sandbar in route 2 and Patasembilan sub-sandbar, wave convergence happen in Tapak Paderi cape in route 3 and wave divergence happen in route 4 around the bay area. The lowest wave height (0,29 m) happen in second transitional monsoon season around the Tapak Paderi coastal building.

Keywords : Wave Conversion, Wave Propagation, Tapak Paderi Beach

Pendahuluan

Gelombang laut merupakan faktor hidro-oseanografi yang dibangkitkan oleh angin di daerah pembangkitannya di laut dalam (Danial, 2008). Menurut Sulaiman (2008), gelombang laut adalah penjarangan energi yang menjalar dari laut dalam menuju tepi pantai (Sulaiman, 2008). Gelombang laut sangat penting sebagai alat analisa dalam pemilihan lokasi suatu infrastruktur pantai untuk studi kelayakan yang rinci dan detail (Triatmodjo, 1999). Penjarangan gelombang yang dibangkitkan oleh angin dari laut dalam akan mengalami transformasi baik refraksi maupun difraksi. Penjarangan tersebut ketika mendekati pantai, sebagai akibat variasi kedalaman dasar laut dan rintangan, seperti gosong, karang, pulau kecil, tanjung, teluk dan bangunan pemecah gelombang akan berdampak pada penurunan intensitas (Nwogu dan Demirbilek, 2005). Perubahan yang terjadi ketika gelombang mendekati pantai meliputi perubahan bentuk gelombang seperti perubahan arah penjarangan gelombang, perubahan tinggi gelombang, serta perubahan kecepatan dan panjang gelombang (Nwogu dan Demirbilek, 2005). Kondisi transformasi penjarangan gelombang terkait refraksi dan difraksi tersebut akan memberikan intensitas tinggi gelombang yang berbeda terhadap bentuk pantai teluk ataupun tanjung yang dimiliki oleh Pantai Tapak Paderi.

Kawasan pantai Tapak Paderi di Kota Bengkulu memiliki sejarah dimana dahulunya merupakan kawasan Pelabuhan aktif. Berdasarkan penelitian sebelumnya dalam *Bengkulu Harbour Project*, pada tahun 1978 Pelabuhan Bengkulu di Tapak Paderi telah dialihkan ke Pulau Baai karena telah mengalami kerusakan berupa sedimentasi tinggi. Sedimentasi tersebut terjadi karena gelombang laut di perairan tersebut (Dwidelta, 1973; Ludikhuize dan Verhagen, 1978). Pada saat ini, wilayah pantai Tapak Paderi merupakan salah satu pantai di Provinsi Bengkulu Pulau Sumatera yang dikembangkan menjadi kawasan pantai wisata. Kawasan tersebut dilengkapi dengan infrastruktur pantai berupa *jetty* dan pemecah gelombang (*breakwater*). Keberadaan *jetty* dan pemecah gelombang (*breakwater*) di wilayah pantai Tapak Paderi akan menyebabkan perubahan pola gelombang dan intensitasnya untuk menuju daerah pantai. Perubahan tersebut membutuhkan analisis dengan pemodelan tertentu agar diperoleh hasil yang dapat digunakan untuk pengelolaan-pengelolaan tahap lanjutan.

Pada penelitian ini, penjarangan gelombang laut dianalisis dengan menggunakan pendekatan model BOUSS-2D. Pemilihan pendekatan model BOUSS-2D dilakukan untuk memperoleh simulasi penjarangan gelombang yang mendekati nilai hasil pengamatan lapangan. Analisis transformasi gelombang serta refraksi-difraksi gelombang dilaksanakan dalam kurun waktu per-musim dengan efisiensi waktu dan biaya yang minimal.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui transformasi penjarangan gelombang terkait refraksi dan difraksi gelombang di perairan Pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu.

Materi dan Metode

Data kondisi gelombang laut di perairan Tapak Paderi Kota Bengkulu dalam penelitian ini, diperoleh dari survei lapangan tanggal 14-17 Juni 2013 bersama Tim peneliti dari Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Jakarta. Selanjutnya, data sekunder berupa data angin diperoleh dari stasiun pengukuran BMKG Bandara Fatmawati Bengkulu, dengan periode pengamatan selama sepuluh tahun (2001-2011). Selanjutnya untuk informasi kedalaman laut dilakukan pengolahan data batimetri dari Peta Batimetri Bengkulu skala 1:25.000 hasil survei Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL Tahun 2011.

Tabel 1 Kelompok data berdasarkan derajat *fetch* efektif (Pengolahan Data, 2014)

Mata Angin	Derajat Mata Angin	Nama Kelompok	Derajat Fetch Efektif
Utara	(337.5 □ - 22.5 □)	KI	(348 □ - 333 □)
Barat Laut	(292.5 □ - 337.5 □)	KII	(332 □ - 294 □)
Barat	(247.5 □ - 292.5 □)	KIII	(293 □ - 249 □)
Barat Daya	(202.5 □ - 247.5 □)	KIV	(248 □ - 204 □)
Selatan	(157.5 □ - 202.5 □)	KV	(203 □ - 180 □)

Data gelombang dalam penelitian ini diolah menggunakan metode gelombang representatif, yaitu metode yang dapat mewakili karakteristik keseluruhan data gelombang. dimana penentuan gelombang representatif menurut Triatmodjo (1999), sebagai berikut:

$$H_s = \frac{H_1 + H_2 + H_{...} + H_n}{n} \tag{1}$$

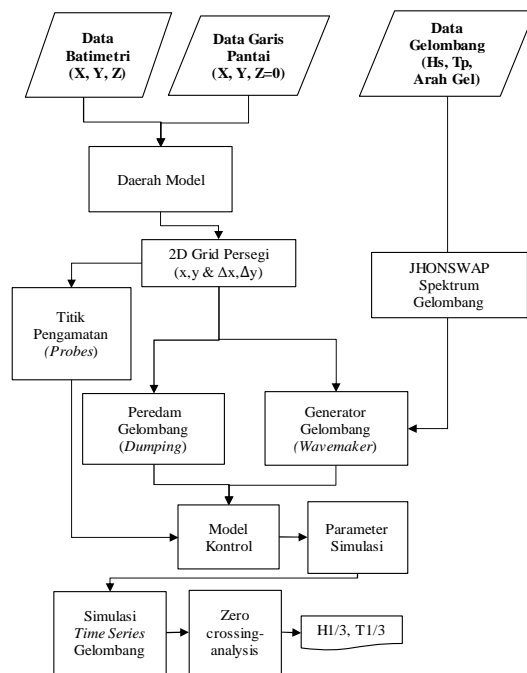
$$T_s = \frac{T_1 + T_2 + T_{...} + T_n}{n} \tag{2}$$

$$n = 33\% \times \text{jumlah data} \tag{3}$$

dimana:

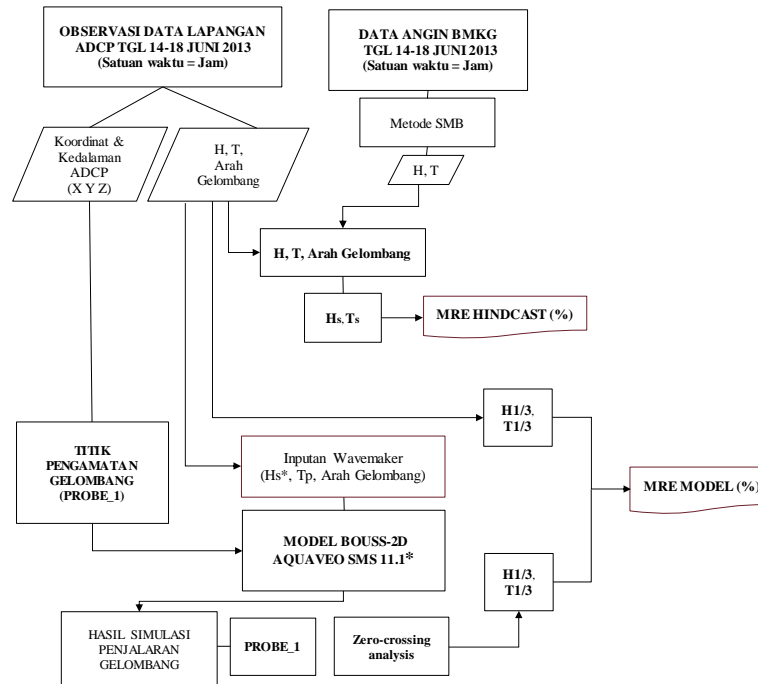
- H_s : tinggi gelombang signifikan (m)
- T_s : periode gelombang signifikan (detik)
- H_1, \dots, n : tinggi gelombang ke 1, 2, ...n (m)
- T_1, \dots, n : periode gelombang ke 1, 2, ...n (m)

Selanjutnya pemodelan transformasi gelombang dibuat menggunakan modul BOUSS-2D dalam *Surface-water Modelling System* (SMS) 11.1. Adapun langkah-langkahnya dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2:



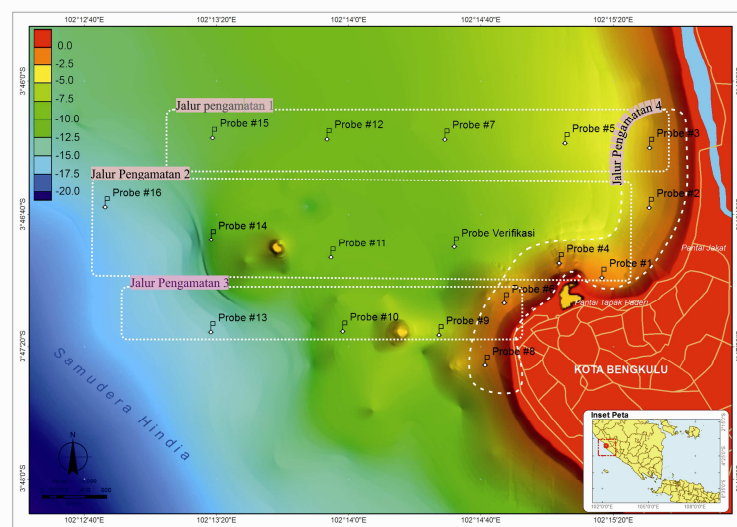
Gambar 2 Diagram alir pemodelan BOUSS-2D (Pengolahan Data, 2013)

Metode verifikasi gelombang dalam penelitian ini dilakukan menjadi dua tahap yaitu verifikasi peramalan dan verifikasi hasil model seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Verifikasi data hasil peramalan dan data hasil pemodelan dalam penelitian ini menggunakan koreksi kesalahan relatif (*Relative Error*) dan rata-rata kesalahan relatif *Mean Relative Error* (MRE) untuk gelombang representatif.



Gambar 3 Diagram alir verifikasi data hasil pengolahan (Pengolahan Data, 2013)

Analisa penjalaran gelombang hasil simulasi model dilakukan dengan membuat titik pengamatan (Probe) dan jalur pengamatan (*Pathway*) berdasarkan metode *purposive sampling*, adapun Probe dan jalur pengamatan ditunjukkan pada Gambar 4.

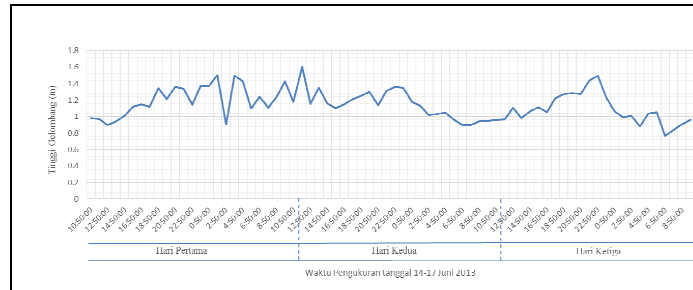


Gambar 4 Penyajian jalur pengamatan hasil tinggi gelombang representatif model (Sumber Peta: Hasil Pengolahan DEM dari Peta Batimetri DISHIDROS TNI AL Skala 1:25000, 2014)

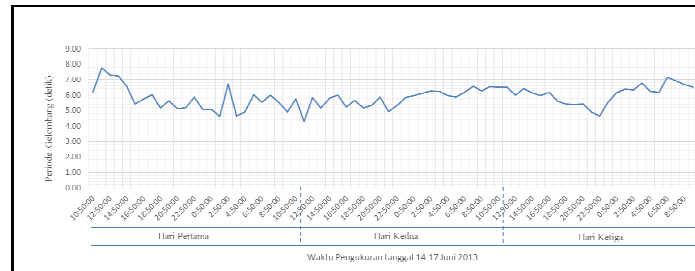
Hasil dan Pembahasan

Gelombang Lapangan

Pengukuran gelombang lapangan di perairan pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu, tanggal 14 Juni 2013 pukul 10:50:00 siang hingga 17 Juni 2013 pukul 9:50:00 siang, dalam selang waktu perekaman 1 jam di koordinat 03°79635’S dan 102°23401’E, menghasilkan tinggi dan periode gelombang pada Gambar 5 dan Gambar 6. Selain itu, gelombang representatif lapangan disajikan pada Tabel 2.



Gambar 5 Hasil pengukuran tinggi gelombang lapangan (Pengolahan Data, 2014)



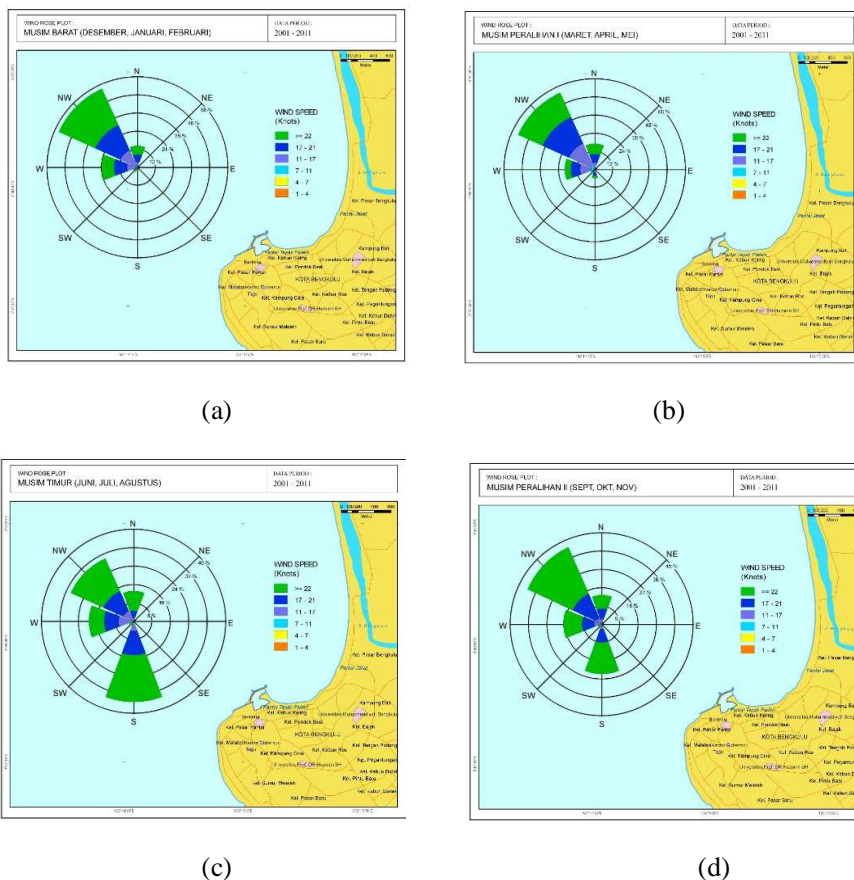
Gambar 6 Hasil pengukuran periode gelombang lapangan (Pengolahan Data, 2014)

Tabel 2 Gelombang representatif pengukuran lapangan (Pengolahan Data, 2014)

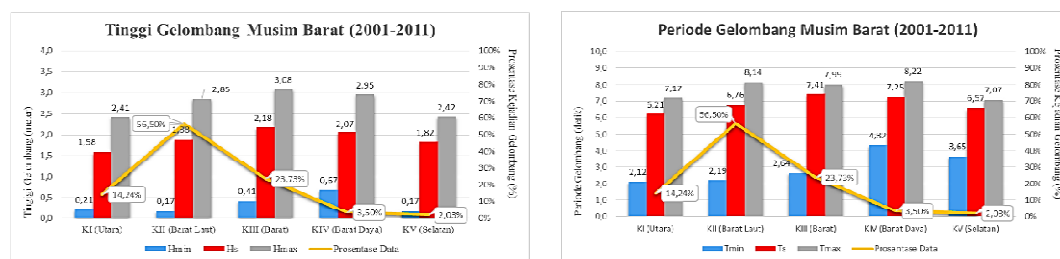
Gelombang Representatif	Tinggi gelombang (meter)	Periode gelombang (detik)
13%	1,38	6,68
Signifikan	1,36	6,60
Minimum	0,77	4,28
Maksimum	1,60	7,75

Gelombang hasil konversi data angin

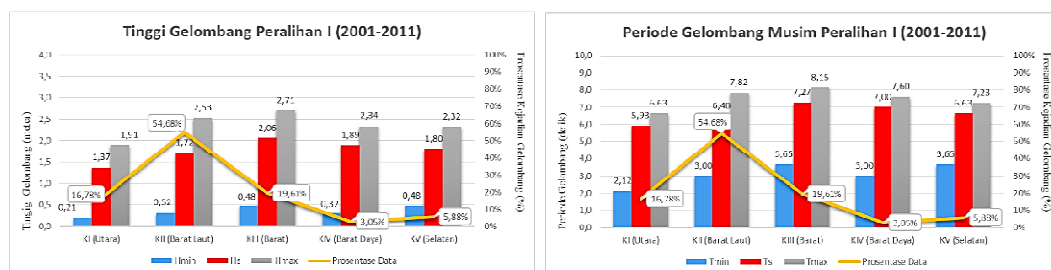
Mawar angin dari pengolahan data angin selama 10 tahun per musim yang sudah di kelompokkan berdasarkan derajat *fetch* efektif, secara umum menunjukkan bahwa ada dua arah datang gelombang angin dominan di perairan pantai Tapak Paderi, yakni; dari kelompok *fetch* arah Barat Laut dan dari kelompok *fetch* arah Selatan (Gambar 7). Selain itu, resume data gelombang hasil konversi angin disajikan pada grafik di Gambar 8 (Musim Barat), Gambar 9 (Musim Peralihan I), Gambar 10 (Musim Timur), serta pada Gambar 11 (Musim Peralihan II).



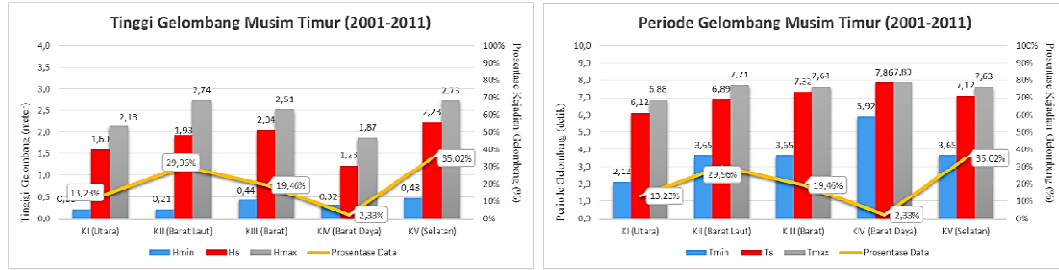
Gambar 7. Mawar angin (a) Musim Barat; (b) Musim Peralihan I; (c) Musim Timur; (d) Musim Peralihan II (Sumber: Pengolahan Data, 2014)



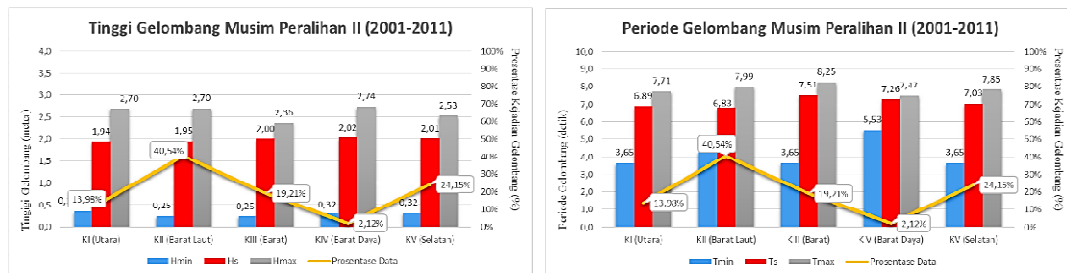
Gambar 8 Grafik resume gelombang musim Barat (Sumber: Pengolahan Data, 2014)



Gambar 9 Grafik resume gelombang musim Peralihan I (Sumber: Pengolahan Data, 2014)



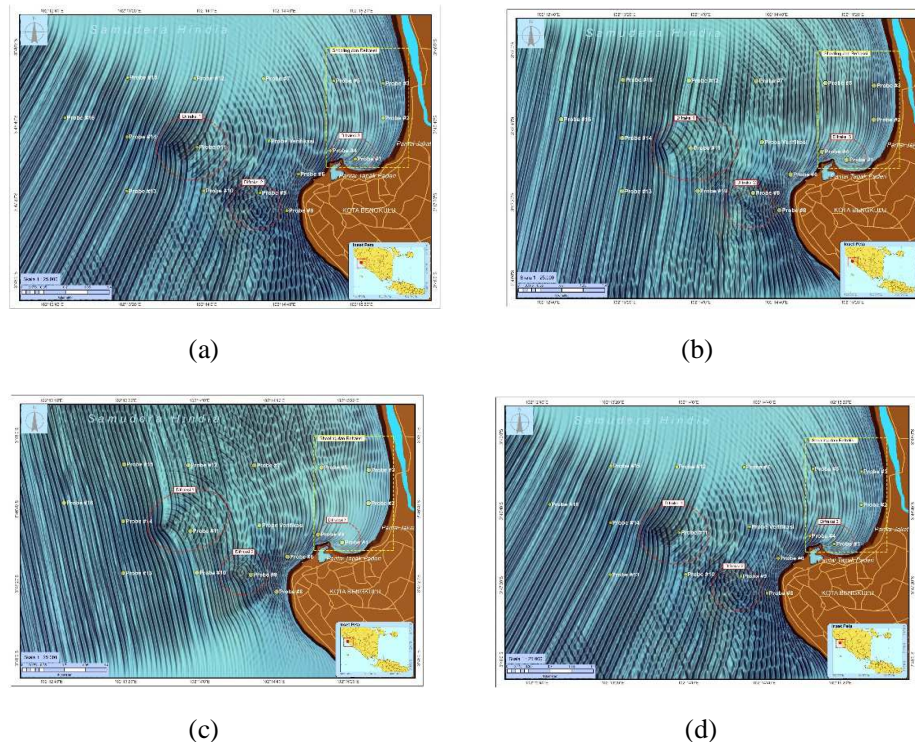
Gambar 10 Grafik resume gelombang musim Timur (Sumber: Pengolahan Data, 2014)



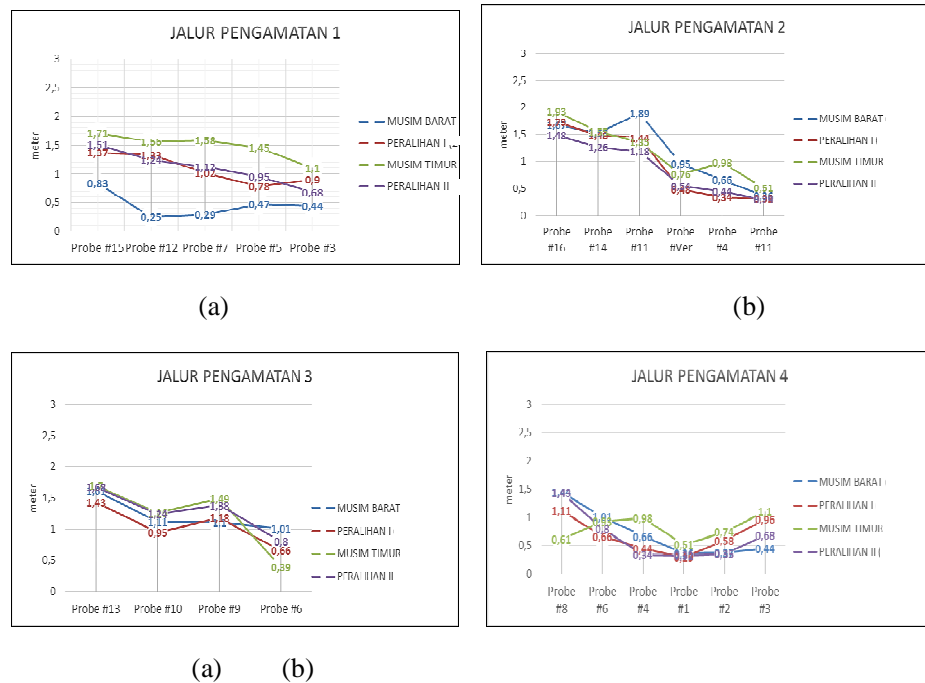
Gambar 11 Grafik resume gelombang musim Peralihan II (Sumber: Pengolahan Data, 2014)

Pemodelan Transformasi Gelombang

Hasil model pada musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II memiliki pola transformasi gelombang dengan intensitas tinggi yang berbeda. Perbedaan polanya ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13:



Gambar 12. Model gelombang (a) Musim Barat; (b) Musim Peralihan I; (c) Musim Timur; (d) Musim Peralihan II (Sumber: Pengolahan Data, 2014)



Gambar 13 Resume tinggi gelombang di setiap titik pengamatan dalam jalur pengamatan (a) Jalur Pengamatan 1; (b) Jalur Pengamatan 2; (c) Jalur Pengamatan 3; (d) Jalur Pengamatan 4 (Sumber: Pengolahan Data, 2014)

Kesimpulan

Pada jalur pengamatan 1, gelombang di perairan Tapak Paderi yang menuju bentuk pantai teluk mengalami refraksi dan shoaling dengan intensitas penurunan tinggi gelombang yang konstan. Pada jalur pengamatan 2, sebelum akhirnya gelombang mengalami difraksi akibat rintangan bangunan pantai Tapak Paderi, tinggi gelombang menurun terlebih dahulu akibat interferensi gelombang-gelombang yang terbentuk setelah adanya Gosong Patasembilan. Pada jalur pengamatan 3, difraksi gelombang terjadi setelah melewati anak Gosong Patasembilan dan selanjutnya mengalami konvergensi di bentuk pantai tanjung. Sedangkan pada jalur pengamatan 4, di perairan Tapak Paderi, tinggi gelombang di bentuk pantai teluk berbeda intensitasnya dibandingkan tinggi gelombang di bentuk pantai tanjung, dimana tinggi gelombang di bentuk pantai teluk lebih rendah dibanding tinggi gelombang di bentuk pantai tanjung. Intensitas tinggi gelombang terendah di semua jalur pengamatan dengan periode pengamatan selama 10 tahun terjadi pada musim peralihan II, yaitu di titik pengamatan belakang ujung mulut jetty Pantai Tapak Paderi, dengan tinggi signifikan sebesar 0,29 meter.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Tim Peneliti Oseanografi Bengkulu Juni 2013 dari Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Jakarta, yang telah memberikan fasilitas dan pengalaman kepada Peneliti. Terimakasih kepada BMKG Bandara Fatmawati Bengkulu, IPC Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu, serta semua pihak dan instansi yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini.

Daftar Pustaka

- Danial, M. 2008. Reayasa Pantai Edisi Ke-1. Penerbit Alfabeta. Bandung, 320 hlm
- Demirbilek, Z & Lin, L. 2012. Coupled BOUSS-2D and CMS-Wave Modeling Approach for Harbor Projects. Vicksburg MS, 1-10 pp
- Demirbilek, Z. and J. D. Rosati. 2011. Verification and Validation of the Coastal Modeling System: Report I, Executive Summary, Tech. Report ERDC/CHL-TR-11-10. U.S. Army Engineer R&D Center, Coastal and Hydraulics Laboratory. Vicksburg MS, 110 pp
- Diposaptono S dan Budiman. 2008. Hidup Akrab dengan Gempa dan Tsunami Penerbit Buku Ilmiah Populer. Bogor, 384 hlm
- Diposaptono S dan Budiman. 2006. Tsunami. Penerbit Buku Ilmiah Populer. Jakarta, 300 hlm
- Dwidelta. 1973. Engineering Survey on The Waters of The Port of Bengkulu. Jakarta, 1-73 pp
- Ludikhuizen, D., & Verhagen, H. J. 1978. Bengkulu Harbour Project. Delft University, 1-309 pp
- Nwogu, O., Zundel, A., and Demirbelk, Z. 2001. BOUSS-2D: A Boussinesq Wave Model for Coastal Regions and Harbors. Report 1: Theoretical Background and User's Manual. U.S. Army Engineer R&D Center, Coastal and Hydraulics Laboratory. Vicksburg MS. 1-92 pp
- Poerbondono, dan E. Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. Penerbit Refika Aditama. Bandung, 166 hlm
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE). 2008. Coastal Engineering Manual (CEM). Meteorology And Wave Climate. Departement of The Army U.S. Corps of Engineers. Whashington, DC. 23-145 pp
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Office. Yogyakarta, 13-137 hlm
- World Meteorological Organization (WMO). 1998. Guide to Wave Analysis and Forecasting 2nd Edition. Geneva, Switzerland. 168 pp