

**ANALISIS PENJALARAN DAN TRANSFORMASI GELOMBANG  
DI PULAU SUBI KECIL  
KABUPATEN NATUNA PROVINSI KEPULAUAN RIAU**

**Indri Sulistia Ningsih, Denny Nugroho S, Fauzi Budi Prasetyo<sup>\*)</sup>**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto SH, Tembalang Semarang 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email : dennysugiyanto@yahoo.com ; f\_budi\_p@yahoo.com

**Abstrak**

*Dalam banyak situasi praktis, prediksi pembangkitan lokal gelombang di perairan sangat penting untuk dilakukan. Studi mengenai tahapan ini akan sangat berguna dalam melakukan evaluasi arah penjalaran, dan transformasi gelombang laut untuk dijadikan acuan pembangunan dan pengembangan potensi wilayah pantai dari ancaman kerusakan akibat adanya gelombang (Dishidros TNI AL, 2004). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penjalaran dan transformasi gelombang di Pulau Subi Kecil, Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. Penelitian dilaksanakan di Pulau Subi Kecil pada tanggal 04 Mei - 07 Mei 2012. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pengambilan data gelombang lapangan menggunakan palem gelombang, stopwatch, dan theodolite. Pengolahan data angin dilakukan secara statistik sebagai input hitungan peramalan metode SMB dan selanjutnya dilakukan simulasi numerik dengan program MIKE 21/3 Integrated Coupled, Coupled Model FM (.mfm) untuk mengetahui penjalaran dan transformasi gelombang. Berdasarkan hasil peramalan gelombang di Pulau Subi Kecil didapatkan pada Musim Barat tinggi maksimum mencapai 2.63 m dengan periode 7.42 s, Musim Timur tinggi gelombang maksimum mencapai 2.45 m dengan periode 7.21 s, Musim Peralihan I tinggi gelombang maksimum mencapai 1.75 m dengan periode 5.48 s, dan Musim Peralihan II tinggi gelombang maksimum mencapai 1.46 m dengan periode 5.10 s yang termasuk karakteristik gelombang laut dalam. Tipe gelombang pecah Surging dan Collapsing dengan  $B_0 < 0,09$ . Hasil simulasi menunjukkan adanya transformasi gelombang berupa kombinasi antara shoaling dan refraksi yang menimbulkan terjadinya konvergensi dan divergensi gelombang.*

**Kata kunci:** *Parameter Gelombang, Penjalaran Gelombang, Transformasi Gelombang, Pulau Subi Kecil*

**Abstract**

*In many practical situations, generation wave prediction local in the waters is important to do. The study of this stage will be very useful in evaluating the propagation direction, and the transformation of ocean waves made reference to the construction and development potential of coastal areas from the threat of damage due to the wave (Dishidros TNI AL, 2004). The purpose of this study to determine the propagation and transformation of waves in the Subi Kecil Island, Natuna Regency, Kepulauan Riau Province. The experiment was conducted in the wates of Subi Kecil Island on 04 - 07 may 2012. The research method used is quantitative methods. Field wave data retrieval using palm wave, stopwatch, and theodolite. Wind data processing performed statistical calculations as input SMB forecasting method and then performed numerical simulations with MIKE 21/3 Integrated Coupled, Coupled Model FM (.mfm) to determine the transformation of wave*

*propagation. Based on the forecasting of waves in the sea water Subi Kecil island of West Monsoon obtained at the maximum wave height reached 2.63 m with a periode of 7.42 s, the maximum wave height East Monsoon reachest 2.45 m with periode of 7.21 s. the maximum wave height the first Transition Monsoon reach 1.75 m with a periode of 5.48 s, and the second Transition Monsoon reach 1.46 m with a periode of 5.10 s were include characteristics of the type of deep waves ocean, Surging and Collapsing breaking waves with  $B_0 < 0.09$ . The simulation results indicated shoaling and refraction is a combination that led to the convergence and divergence of the waves.*

**Keywords:** *Wave parameter alterations, Wave propagation, Wave Transformation, Subi Kecil Island*

## 1. Pendahuluan

Pulau Subi Kecil merupakan salah satu pulau terluar yang dijadikan titik dasar No. TD 032 dan titik referensi No. TR. 032 antara perbatasan Indonesia dengan Malaysia yang memiliki potensi ekonomi dan posisi strategis yang diprioritaskan untuk dijaga keberadaannya. Pemanfaatan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dapat dilaksanakan dalam banyak hal, diantaranya pembelajaran dinamika gelombang, serta interaksinya dengan proses-proses yang terjadi.

Untuk melihat penjalaran dan transformasi di Pulau Subi Kecil pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknologi pemodelan 2-D dengan menggunakan variasi kedalaman, dan pembangkitan angin lokal. Studi mengenai tahapan ini akan sangat berguna dalam melakukan evaluasi arah penjalaran, dan transformasi gelombang laut untuk dijadikan acuan pembangunan dan pengembangan potensi wilayah pantai dari ancaman kerusakan akibat adanya gelombang (Dishidros TNI AL, 2004).

*Output* yang diperoleh berupa pola penjalaran dan transformasi gelombang di Pulau Subi Kecil dapat digunakan untuk menjelaskan dampak pengurangan lahan akibat gerusan pasir oleh terjangan gelombang yang menyebabkan daerah perbatasan ini berkurang. Selain itu dapat dijadikan bahan acuan untuk pengembangan dan pembangunan wilayah pulau terluar NKRI berdasarkan tinjauan hidrodinamika dari laut.

## 2. Materi dan Metode Penelitian

### A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan (data primer) dan data pendukung dari instansi terkait (data sekunder). Data primer meliputi pengukuran gelombang dan angin. Sedangkan untuk data sekunder meliputi, Peta dasar Kepulauan Subi Besar peta no 282 skala 1: 200.000 yang diperoleh dari DISHIDROS Jakarta Tahun 2007, data pasang surut selama 15 hari (25 April - 11 Mei 2012) yang diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung, Data angin harian selama 5 tahun (2007 - 2011) yang diperoleh dari stasiun pengukuran BMKG Ranai, Natuna, Provinsi Kepulauan Riau

### B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

#### Metode Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan lokasi sampling menggunakan metode *Area Sampling* yaitu sebuah teknik sampling untuk menentukan lokasi pengukuran bila daerah yang diamati sangat luas (Sugiyono, 2009). Dengan metode ini, peneliti cukup meneliti dari daerah tersebut agar parameter yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik parameter yang diwakili secara representatif, dimana pemilihannya harus memperhatikan syarat-syarat yang harus dipenuhi secara metodologis (Fathoni, 2006). Pengambilan data menggunakan metode pengukuran titik tunggal, dimana dengan satu titik itu dapat mewakili luasan daerah penelitian.

#### Pengukuran Gelombang

Pengukuran parameter gelombang laut dalam penelitian kali ini menggunakan tipe pengukuran pada permukaan laut dengan menggunakan palem gelombang sebagai papan duga, *stop watch* untuk menghitung periode gelombang dan *theodolite* digunakan sebagai alat bantu melihat nilai dari tinggi gelombang ketika berada dipuncak dan tinggi gelombang ketika berada di lembah dengan waktu yang bersamaan pada skala papan duga (WMO, 1998)

#### Pengukuran Angin

Pengukuran angin menggunakan *weather station* dari *davis instrument* yang dapat mengukur kecepatan dan arah angin, sensor angin dipasang pada *station* di luar ruangan (*outdoor*) dengan memperhatikan *landscape* wilayah penelitian, lokasi pengujian, waktu pengujian, durasi pengujian, dan kondisi nilai yang didapat (Viyanto, 2012)

**Model Penjalaran dan Transformasi Gelombang**

Model pola penjalaran dan transformasi gelombang menggunakan software *MIKE 21/3 Integrated Coupled, Coupled Model FM (.mfj)* modul *Hydrodynamics* (HD) dan *Spectral Waves* (SW) (MIKE, 2007)

**3. Hasil dan Pembahasan**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjalaran dan transformasi gelombang di Pulau Subi Kecil, Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. Ditinjau dari kondisi geografisnya yang berhadapan langsung dengan perairan terbuka yaitu Laut Cina Selatan, daratan pulau ini dipengaruhi oleh gelombang dan angin. Kondisi angin yang berbalik arah dua kali dalam setahun berperan memperluas pembangkitan gelombang yang searah dengan arah angin.

**Pengukuran Gelombang**

Hasil pengukuran parameter gelombang pada tanggal 4 Mei dan 7 Mei 2012, di Pulau Subi Kecil, Kabupaten Natuna. dengan posisi geografis titik *sampling* 03°01'51" LU dan 108°54'52" BT pada kedalaman 1.5 m, dengan tinggi gelombang signifikan 0.77 meter dan periode gelombang signifikan 3.47 detik. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa gelombang di Pulau Subi Kecil pada saat pengukuran termasuk gelombang gravitasi untuk periode maksimum dan signifikan, sedangkan untuk gelombang minimum termasuk gelombang ultra gravitasi, Hal ini sesuai dengan klasifikasi gelombang berdasarkan periodenya menurut Ningsih (2002), dimana untuk gelombang ultra gravitasi memiliki periode antara 0.1 – 1 detik. Dan gelombang gravitasi memiliki periode antara 1-30 detik. Kondisi ini dikarenakan pada saat pengukuran, angin yang bertiup cukup tenang.

**Tabel 10.** Tinggi Dan Periode Gelombang Hasil Pengukuran Di Lapangan

Tanggal	Hmax (m)	Hmin (m)	Hs (m)	Tmax (s)	Tmin (s)	Ts (s)	Hrata-rata	Trata-rata
04, 07 Mei 2012	1.27	0.13	0.77	6.81	0.81	3.47	0.47	2.95

**Tabel 11.** Perhitungan Karakteristik Gelombang Hasil Pengukuran Lapangan

	T(s)	F(Hz)	H(m)	Ho(m)	Lo(m)	Co(m/s)	d (m)	d/Lo
Gelombang maksimum	6.81	0.15	1.27	1.98	72.37	10.627	1.5	0.021
Gelombang signifikan	3.47	0.29	0.77	1.20	18.81	5.417	1.5	0.080
Gelombang minimum	0.81	1.23	0.13	0.20	1.02	1.264	1.5	1.465

	d/L	Klasifikasi Gelombang	L(m)	C(m/s)	Cg(m/s)	C/Co	Kr	Ks
Gelombang maksimum	0.059	Menengah	0.088	0.371	0.248	0.035	0.527	1.22
Gelombang signifikan	0.123	Menengah	0.184	0.537	0.359	0.099	0.641	1.00
Gelombang minimum	1.465	Dalam	2.198	1.852	0.926	1.465	0.671	0.96

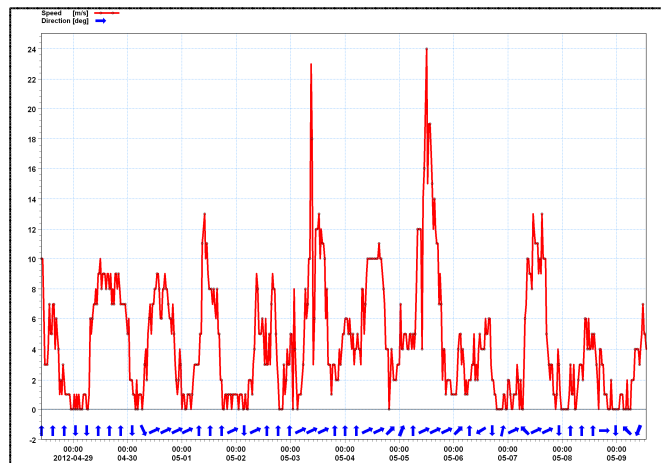
Ho/Lo	H'0	Tinggi Gelombang Pecah			Kedalaman Gelombang Pecah		
		H'o/gT^2	Hb/H'o	Hb	Hb/gT2	db/Hb	db

Gelombang Maksimum	0.027	1.041	0.002	1.246	1.297	0.003	1.28	1.661
Gelombang Signifikan	0.064	0.770	0.007	0.879	0.677	0.006	1.28	0.866
Gelombang Minimum	0.198	0.136	0.021	0.594	0.081	0.013	1.28	0.103

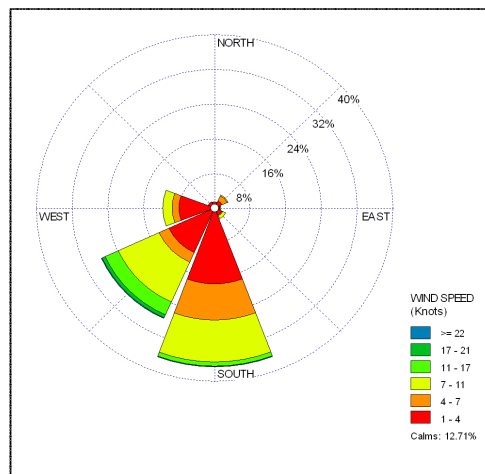
Berdasarkan gaya pembangkitnya, gelombang yang terbentuk di lokasi pengukuran merupakan gelombang yang dibangkitkan oleh angin, hal ini di dukung oleh klasifikasi gelombang berdasarkan periodenya menurut Munk (1951) dalam Houlthutjen (2007) yang menyatakan gelombang yang dibangkitkan oleh angin mempunyai periode antara 1-10 detik. Sedangkan berdasarkan kedalaman relatif, gelombang yang terbentuk termasuk dalam gelombang laut transisi untuk gelombang maksimum dan gelombang signifikan, untuk gelombang minimum termasuk kategori gelombang laut dalam dimana untuk gelombang laut dalam nilai kedalaman relatif ( $d/L$ ) lebih dari 0.5 dan gelombang laut transisi  $0.05 < d/L < 0.5$  hal ini di dukung oleh Triatmodjo (2008) yang menyatakan bahwa berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman perairan  $d$  dan panjang gelombang  $L$  dengan nilai  $0.05 < d/L < 0.5$  dikategorikan dalam gelombang laut transisi dan kedalaman perairan  $d$  dan panjang gelombang  $L$  dengan nilai  $d/L > 0.5$  dikategorikan sebagai gelombang laut dalam.

**Pengukuran Angin**

Pengukuran angin dilakukan pada tanggal 28 April 2012 – 09 Mei 2012. Pengukuran data angin di lapangan menunjukkan dominansi arah angin yang berasal dari Selatan dan Barat Daya, dengan kecepatan terkecil 0 knots dan kecepatan tertinggi 24 knots dengan durasi pencatatan per-30 menit. berikut gambar 34 menyajikan grafik hasil pengukuran angin di lapangan.



**Gambar 34.** Grafik Hasil Pengukuran Angin Di Lapangan  
Mawar Angin pengukuran lapangan hasil konversi disajikan dalam gambar 35 berikut:



**Gambar 35.** Mawar Angin Lapangan Pulau Subi Kecil

Nilai kecepatan angin saat pengukuran dilapangan sangatlah besar jika dilihat dari data pengukuran angin secara berkala dari BMKG stasiun Ranai selama 5 tahun kebelakang, hal ini dikarenakan pada saat pengukuran terjadi hujan secara tiba-tiba dengan disertai hembusan angin kencang sebesar 24 knots dalam kurun waktu kurang dari 10 menit hembusan.

**Peramalan Gelombang Dengan Metode SMB**

Konversi gelombang dari data angin BMKG stasiun Ranai, Natuna selama 5 tahun (2007-2011) menghasilkan parameter gelombang berupa tinggi gelombang ( $H$ ) dan periode gelombang ( $T$ ). Tabel 12 menyajikan tinggi gelombang hasil konversi berdasarkan pengelompokan Tinggi Gelombang Representatif kondisi gelombang per-Musim.

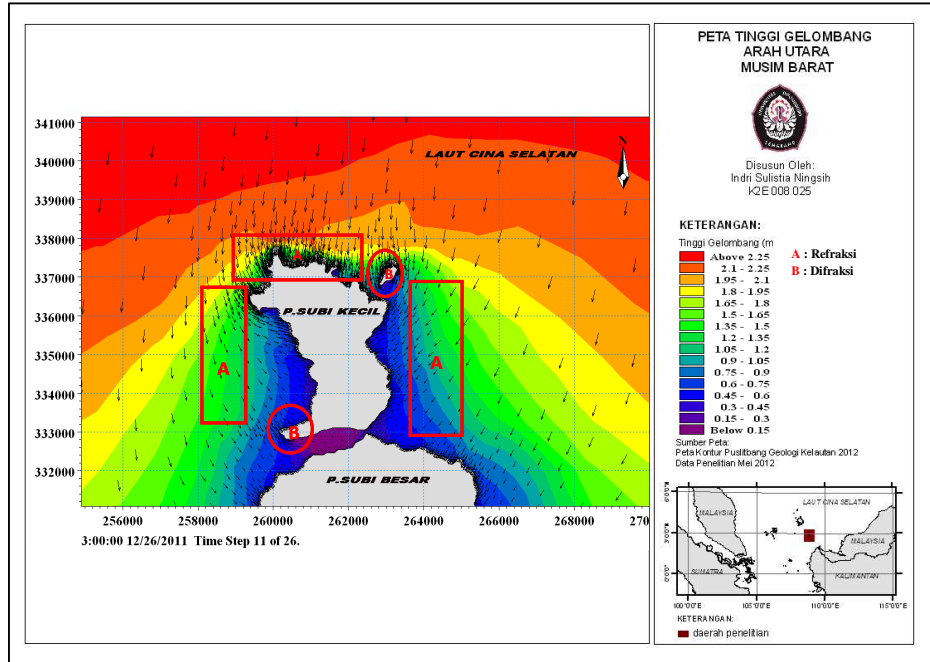
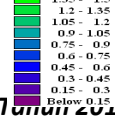
**Tabel 12.** Tinggi Gelombang Representatif Per Musim (2007-2011).

Musim	Hmax (m)	H33/Hs (m)	Hmin (m)	H rata-rata
Barat	2.63	1.73	0.03	1.22
Peralihan I	1.75	0.73	0.13	0.55
Timur	2.45	1.34	0.13	0.97
Peralihan II	1.46	0.80	0.13	0.58

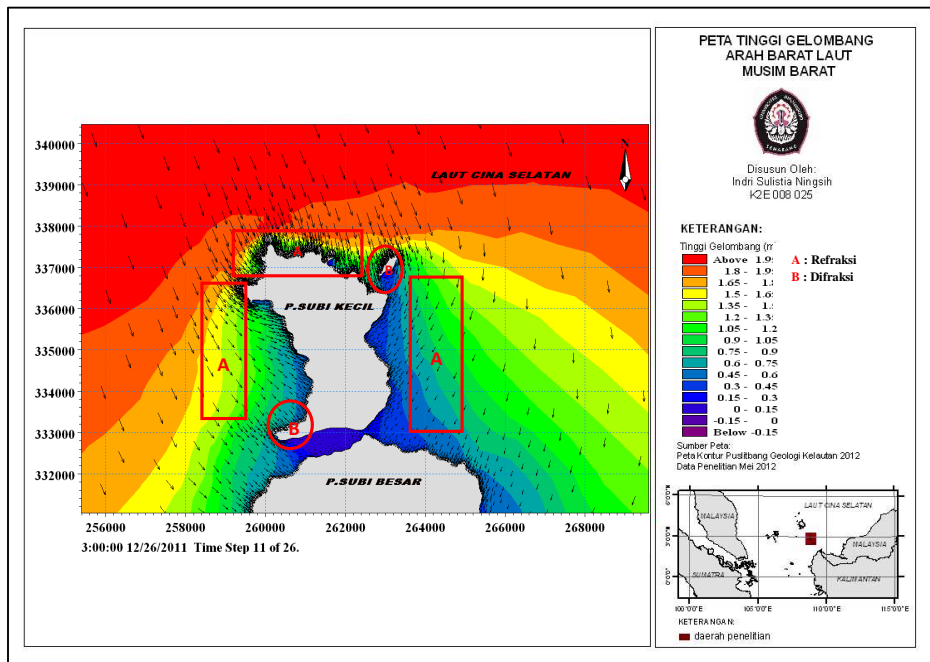
**Tabel 13.** Periode Gelombang Representatif Per Musim (2007-2011).

Musim	Tmax (m)	T33/Ts (m)	Tmin (m)	Trata-rata
Barat	7.42	6.25	0.90	5.34
Peralihan I	5.48	3.85	1.92	3.41
Timur	7.21	5.67	1.92	4.89
Peralihan II	5.10	3.99	1.92	3.47

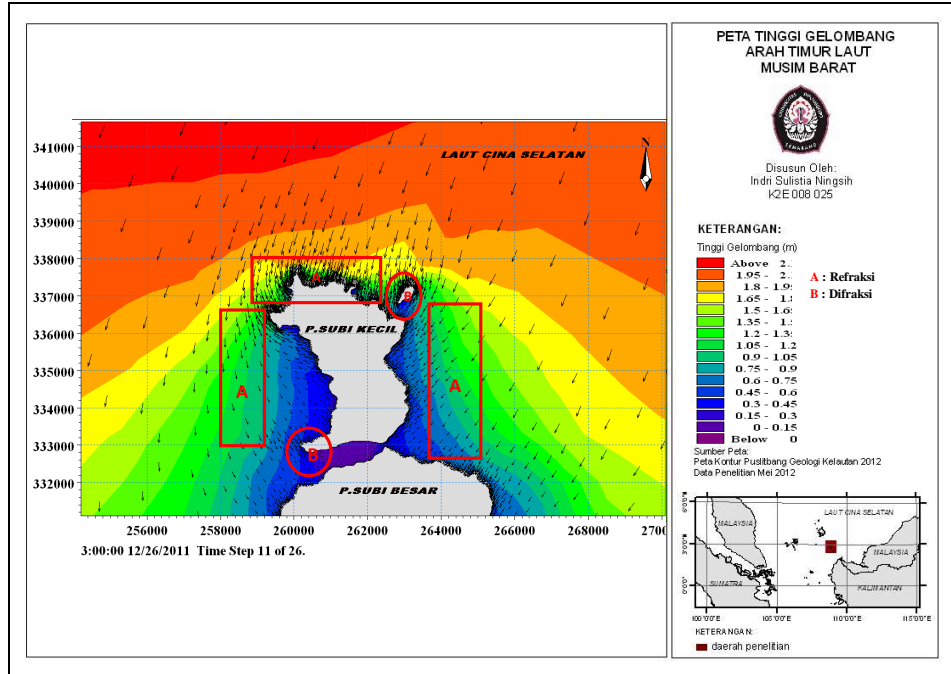
Pada Musim Barat menghasilkan tinggi gelombang maksimum sebesar 2.63 meter, tinggi gelombang signifikan 1.73 meter, tinggi minimum 0.03 meter dan tinggi rata-rata gelombang musim ini adalah sebesar 1.22 meter. Sedangkan Pada Musim Peralihan I menghasilkan tinggi gelombang maksimum sebesar 1.75 meter, tinggi gelombang signifikan 0.73 meter, tinggi minimum 0.13 meter dan tinggi rata-rata gelombang musim ini adalah sebesar 0.55 meter. Pada Musim Timur menghasilkan tinggi gelombang maksimum sebesar 2.45 meter, tinggi gelombang signifikan 1.34 meter, tinggi minimum 0.13 meter dan tinggi rata-rata gelombang musim ini adalah sebesar 0.97 meter. Dan pada Musim Timur menghasilkan tinggi gelombang maksimum sebesar 1.46 meter, tinggi gelombang signifikan 0.80 meter, tinggi minimum 0.13 meter dan tinggi rata-rata gelombang musim ini adalah sebesar 0.58 meter. Hasil akan dijadikan inputan untuk mensimulasikan penjalaran transformasi gelombang. Hasil pemodelan bisa dilihat pada gambar berikut :



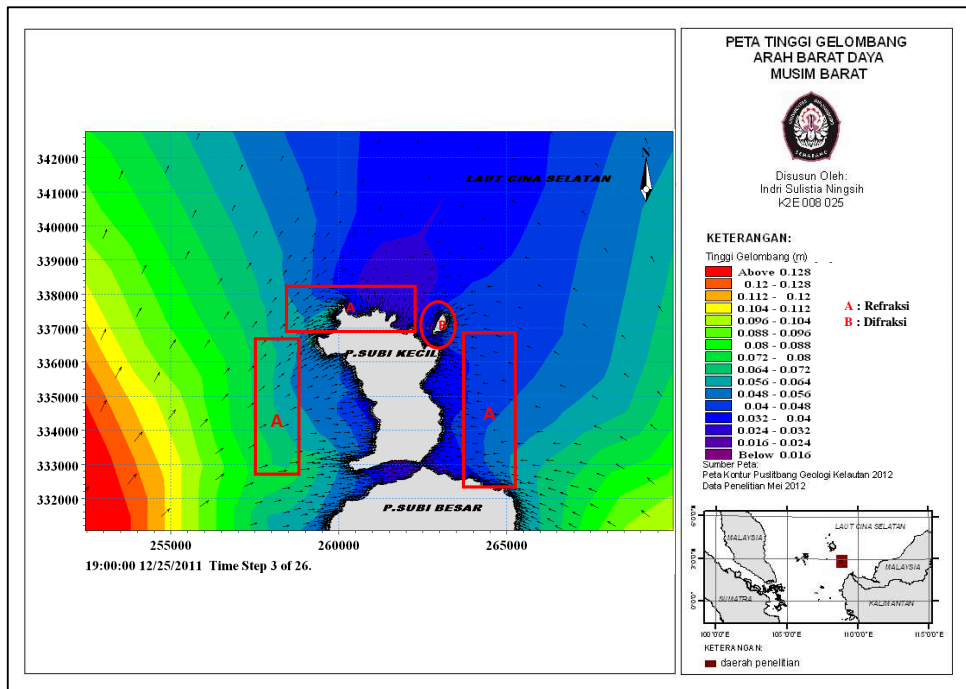
Gambar 43. Peta Model Gelombang Arah Utara Musim Barat



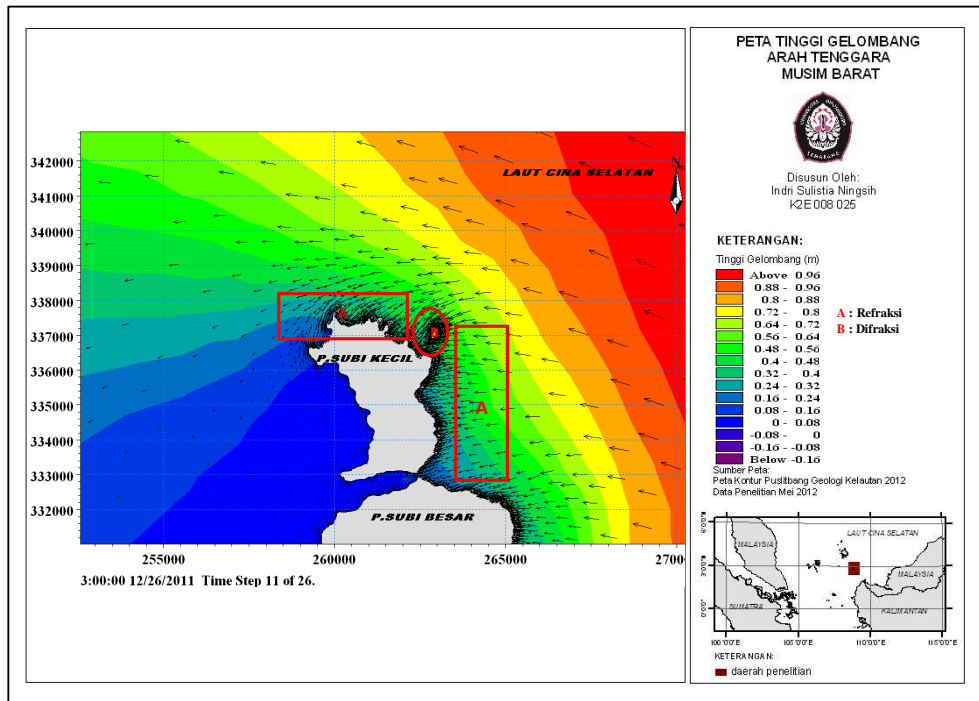
Gambar 44. Peta Model Gelombang Arah Barat Laut Musim Barat



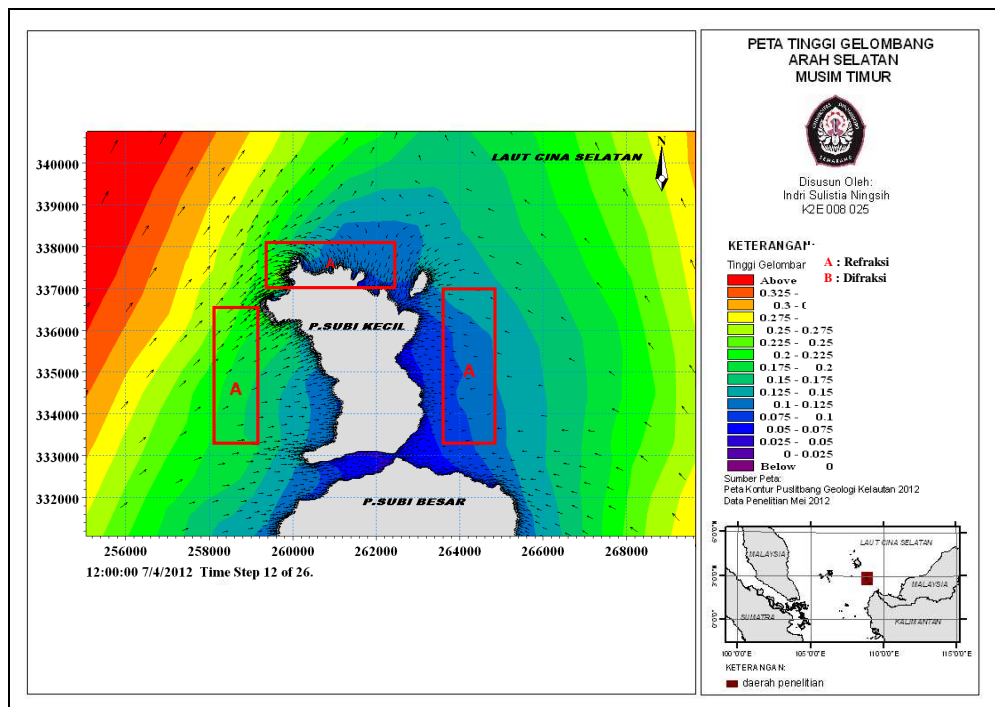
Gambar 45. Peta Model Gelombang Arah Timur Laut Musim Barat



Gambar 46. Peta Model Gelombang Arah Barat Daya Musim Barat

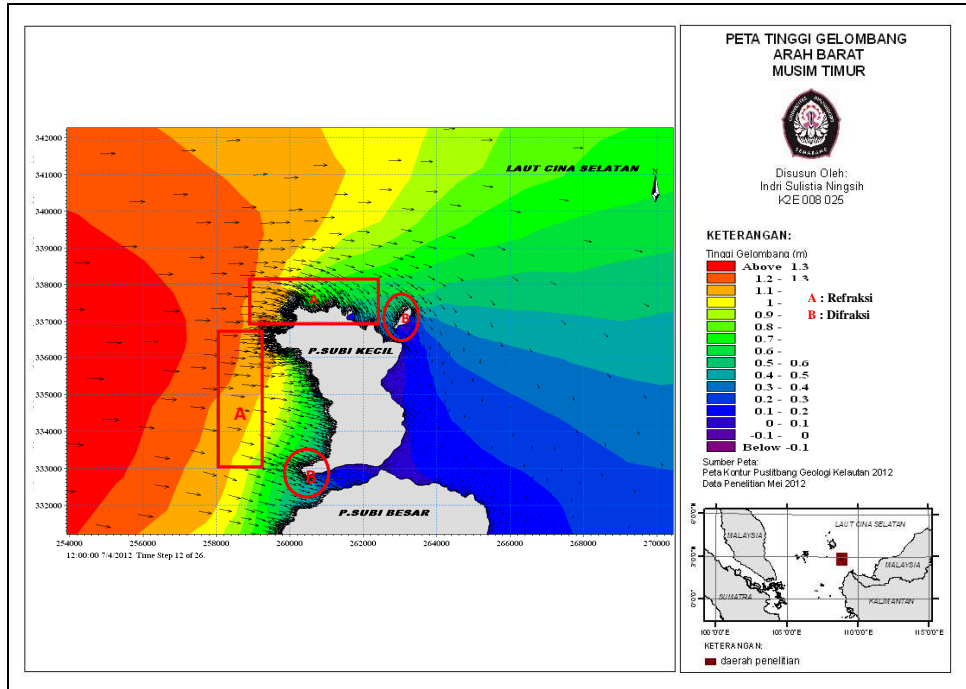


Gambar 47. Peta Model Gelombang Arah Tenggara Musim Barat

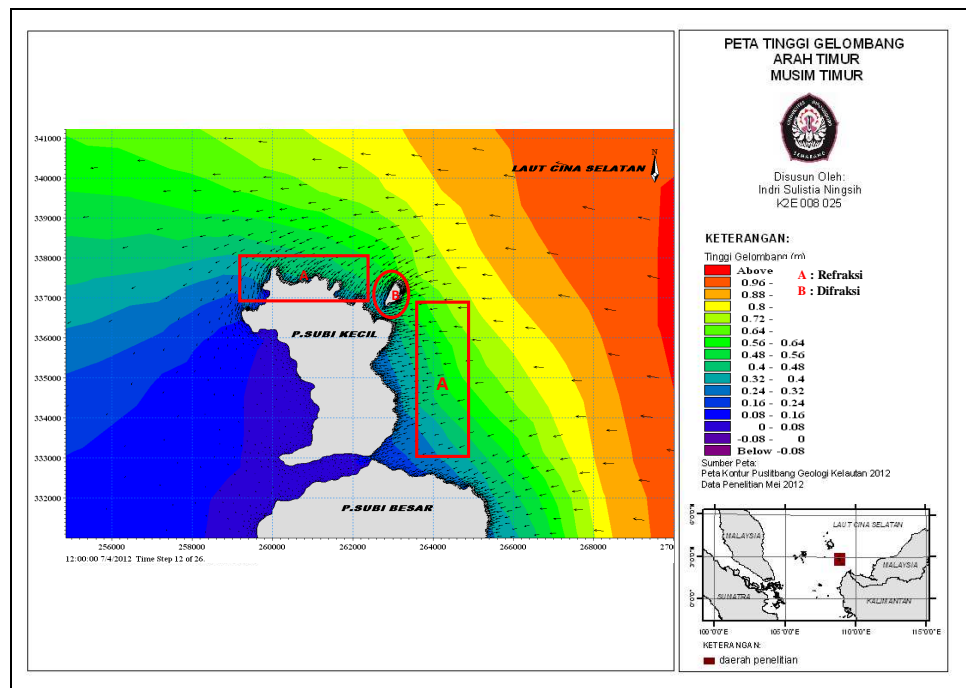


Gambar 57. Peta Model Gelombang Arah Selatan Musim Timur





Gambar 58. Peta Model Gelombang Arah Barat Musim Timur



Gambar 60. Peta Model Gelombang Arah Timur Musim Timur

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan gelombang dari 8 arah mata angin dengan tinggi gelombang yang paling dominan berdasarkan hasil peramalan SMB dapat diketahui adanya perpaduan antara refraksi dan *shoaling* yang menyebabkan konvergensi dan divergensi di lokasi penelitian. Daerah yang menjorok ke laut atau daerah tanjung akan mengalami proses

konvergensi, hal ini bisa dilihat dari banyaknya vektor gelombang yang lebih banyak terdapat di tanjung menunjukkan pemusatan konvergensi di daerah ini lebih besar daripada di daerah teluk, sedangkan di daerah yang menjorok ke darat atau daerah Teluk akan terjadi proses divergensi, hal ini ditunjukkan dengan vektor yang menyebar pada model penjalaran. Gelombang pecah yang terjadi di lokasi penelitian ini termasuk kategori gelombang *Surging* dan *Collapsing* dengan nilai koefisien gelombang pecah ( $B_o$ ) < 0,09

#### **Verifikasi Gelombang Lapangan dengan Gelombang Peramalan**

Tinggi gelombang signifikan hasil pengukuran lapangan ( $H_s$ ) adalah 0.77 meter dan periode signifikan ( $T_s$ ) adalah 3.47 detik. Tinggi gelombang signifikan hasil Konversi Gelombang ( $H_s$ ) adalah 0.73 meter dan periode signifikan ( $T_s$ ) adalah 3.85 detik. Relatif Error (RE) yang diperoleh dari hasil perhitungan antara tinggi gelombang signifikan lapangan dan ramalan adalah 5.48 % dan 9.87 % untuk periode signifikan.

Sedangkan perbandingan untuk mencari nilai *error* antara inputan gelombang hasil peramalan menggunakan metode SMB dengan hasil simulasi model menggunakan data gelombang pada musim Peralihan I, inputan hasil konversi angin ke gelombang BMKG stasiun Ranai adalah 1.27 meter untuk tinggi gelombang maksimum ( $H_{max}$ ) dan 4.82 detik untuk periode gelombang maksimum ( $T_{max}$ ). Tinggi gelombang maksimum ( $H_{max}$ ) hasil simulasi adalah 1.55 meter dan periode gelombang maksimum ( $T_{max}$ ) adalah 4.98 detik. dimana Relatif Error (RE) yang diperoleh adalah 28 % tinggi gelombang maksimum dan 3.21 % untuk periode maksimum, menunjukkan hasil simulasi bisa menggambarkan kondisi gelombang di lapangan

#### **4.Kesimpulan**

Berdasarkan hasil peramalan gelombang menggunakan data angin dari BMKG stasiun Ranai tahun 2007-2011 didapatkan parameter gelombang berdasarkan empat musim, yaitu musim Barat, Musim Timur, Musim Peralihan I, dan Musim Peralihan II. Musim Barat tinggi maksimum mencapai 2.63 m dengan periode maksimum 7.42 s, kecepatan rambat gelombang 11.58 m/s, panjang gelombang 85.9 m, Musim Timur tinggi maksimum mencapai 2.45 m dengan periode maksimum 7.21 s kecepatan rambat gelombang 11.23 m/s panjang gelombang 81.1 m, Musim Peralihan I tinggi maksimum mencapai 1.75 m dengan periode maksimum 5.48 s kecepatan rambat gelombang 11.23 m/s panjang gelombang 81.1 m dan Musim Peralihan II tinggi maksimum mencapai 1.46 m dengan periode maksimum 5.10 s kecepatan rambat gelombang 7.96 m/s panjang gelombang 40.6 m klasifikasi gelombang dari semua Musim termasuk karakteristik gelombang laut dalam.

Transformasi gelombang terjadi antara perpaduan *shoaling* dan refraksi gelombang yang dominan terjadi di daerah Utara Pulau Subi Kecil, menimbulkan konvergensi dan divergensi gelombang dari semua arah gelombang datang. Tipe gelombang pecah di Pulau Subi Kecil termasuk kategori gelombang *Surging* dan *Collapsing* dengan nilai koefisien gelombang pecah ( $B_o$ ) < 0,09

#### **Daftar Pustaka**

- Fathoni, A. 2006. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- MIKE.2007.*MIKE 21 Integrated Coupled Model. DHI Water & Environment*. Denmark.
- Ningsih, N S. 2002.*Diktat Kuliah Oseanografi*. ITB. Bandung.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung : Alfabeta.
- Tim Redaksi, 2004. *Pulau-Pulau Terluar Indonesia*. Buletin DISHIDROS TNI AL edisi 1/ III tahun 2004.
- Viyanto NO. 2012. *Metode dan Aplikasi Pengukuran Energi Angin di Daerah Pesisir*. Kumpulan Artikel Energi Angin.Jakarta.
- World Meteorological Organization.1998. *Guide Wave Analysis and Forecasting*. ISBN 92-63-12702-6. WMO-No. 702. *Secretariat of the World Meteorological Organization – Geneva – Switzerland*.