

## KAJIAN REFRAKSI GELOMBANG DI PERAIRAN UJUNG PANGKAH KABUPATEN GRESIK, JAWA TIMUR

Arraya Eritha Barcelona, Denny Nugroho Sugianto, Azis Rifai\*)

\*)Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698  
Email : arrayaerithabarcelona@gmail.com

### Abstrak

Gelombang merupakan salah satu parameter oseanografi yang sangat mempengaruhi kondisi fisik pantai. Pantai dengan bentuk tanjung seperti di Ujung Pangkah akan mengalami refraksi gelombang akibat dari perbedaan kedalaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang dan pola refraksi gelombang yang terjadi di perairan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. Pengukuran gelombang dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 26 – 28 September 2013. Palem gelombang digunakan untuk mendapatkan data primer yang berupa tinggi dan periode gelombang, serta GPS untuk mengetahui koordinat titik pengamatan. Data sekunder berupa data angin selama 5 tahun yang didapatkan dari BMKG Maritim Surabaya dan data citra Landsat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Peramalan gelombang laut menggunakan metode SMB (*Sverdrup Munk Bretchneider*) dengan inputan data angin. Penjalaran gelombang menuju pantai disimulasikan dengan *software* CMS – *Wave* (*Coastal Modelling System – Wave*). Hasil dari analisa data gelombang laut lapangan menunjukkan bahwa gelombang di Pesisir Ujung Pangkah merupakan gelombang laut transisi dengan nilai  $d/L$  sebesar 0,14. Berdasarkan hasil peramalan gelombang laut, didapatkan Tinggi gelombang maksimum 2,65 meter dan minimum 0,17 meter, periode gelombang maksimum 8,57 detik, minimum 2,18 detik, serta tinggi gelombang signifikan 0,54 meter dan periode gelombang signifikan 3,65 detik. Hasil pemodelan gelombang laut menunjukkan bahwa gelombang mengalami refraksi konvergensi di perairan Ujung Pangkah. Nilai koefisien refraksi ( $K_r$ ) rata – rata sebesar 0,94.

**Kata kunci** : Gelombang; CMS – *Wave*; Refraksi; Ujung Pangkah.

### Abstract

Wave is an oceanographic parameters that greatly affect the condition of coastal area. Foreland coastal in Ujung Pangkah can be affected by wave refraction due to the difference of coastal bathymetry. The purpose of this research was to describe the wave characteristic and wave refraction in Ujung Pangkah Waters, Kabupaten Gresik. Research was held in 26<sup>th</sup> – 28<sup>th</sup> September 2014. The wave pole was used to measure the primary data (wave height and periode), and the GPS was used to located the coordinat of observation place. The secondary data was annual wind data for 5 years obtained from BMKG Maritim Surabaya, and Landsat image data. This research using quantitative methods. The wave forecasting using SMB (*Sverdrup Munk Bretchneider*) methods based on annual wind data. Coastal wave propagation have been simulated with CMS model - *Wave* (*Coastal Modelling System - Wave*). Result of the data analysis showed that wave in Ujung Pangkah waters determined as transition ocean waves with  $d/L = 0,14$ . Based on the ocean wave precasting, had been obtained dates as follow : maximum and minimum wave hight was 2,65 and 0,17 meter, maximum and minimum wave period was 8,57 and 2,18 second, significant wave height and period was 0,54 meters and 3,65 second. The ocean wave modelling showed the convergence refraction was occurred in Ujung Pangkah waters. The average of refraction coefficient number was 0,94.

**Key Words :** Wave; CMS – Wave; Refraction; Ujung Pangkah.

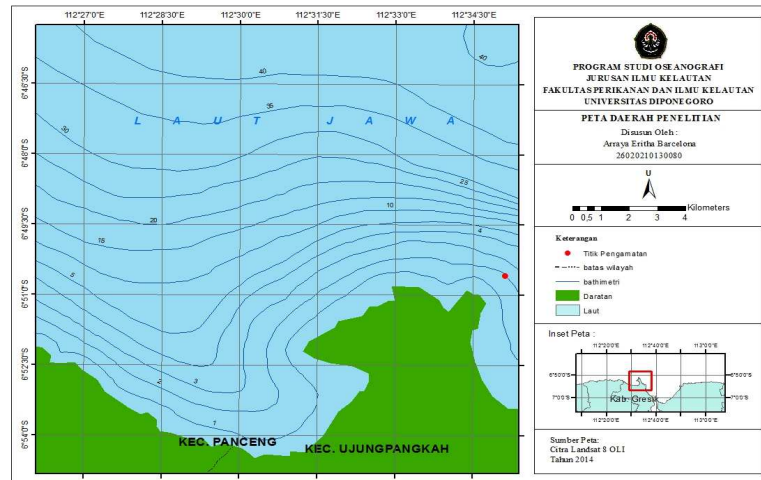
## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki lebih dari 3.700 buah pulau dengan garis pantai sepanjang 80.000 km (Triatmodjo, 1999). Daerah pesisir Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, pariwisata dan lain-lain. Pemanfaatan lahan pesisir ini memunculkan permasalahan di kawasan pantai seperti, erosi dan sedimentasi yang mengakibatkan berubahnya garis pantai, penurunan permukaan tanah, intrusi air laut dan lain-lain (Pranoto, 2007).

Kabupaten Gresik adalah salah satu Kabupaten di Indonesia yang memiliki panjang pantai 140 kilometer dan sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Dengan luas wilayah laut mencapai 5.773,8 km<sup>2</sup> dan wilayah daratan 1.192 km<sup>2</sup> serta wilayah pesisir terbentang mulai Kecamatan Kebomas, Gresik, Bungah, Panceng dan Ujung Pangkah (DLH Gresik, 2003), Kabupaten tersebut memiliki potensi untuk digunakan sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, pariwisata dan sebagainya (Triatmodjo, 1999).

Kecamatan Ujung Pangkah memiliki keunikan tersendiri yaitu wilayah Ujung Pangkah berbentuk tanjung. Hal ini menyebabkan terjadinya pembelokan gelombang karena pengaruh dari perubahan kedalaman terhadap gelombang yang datang menuju pantai (Triatmodjo, 1999).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik gelombang dan pola refraksi gelombang yang terjadi di perairan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik (Gambar 1). Diharapkan akan dapat memberikan informasi tentang transformasi gelombang di Perairan Ujung Pangkah yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan dan perlindungan pantai khususnya di Kecamatan Ujung Pangkah.



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

## 2. Materi dan Metode Penelitian

### A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah data gelombang pengamatan lapangan selama 3 hari untuk mengetahui tipe perairan Ujung Pangkah. Data lainnya adalah data angin dari BMKG Maritim Surabaya selama lima tahun yaitu dari tahun 2009 sampai 2013 untuk keperluan peramalan gelombang, dan data citra Landsat 8 OLI bulan September tahun 2014 yang digunakan sebagai peta dasar dalam penentuan lokasi penelitian dan pembuatan simulasi model gelombang.

### B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam menganalisis penelitian ini adalah metode kuantitatif. Yaitu metode untuk mendapatkan data berbentuk angka atau data kualitatif yang dinyatakan dalam angka (Sugiyono, 2003). Metode kuantitatif digunakan untuk meneliti pada sampel tertentu.

Pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2006).

Penentuan lokasi pengamatan dilakukan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan daerah (Suryabrata, 1983). Penentuan lokasi sampling menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu (Hadi, 1997). Hal – hal yang dipertimbangkan antara lain yaitu bebas dari halangan seperti lalu lintas pelayaran dan bangunan pantai. Serta kondisi yang dapat mewakili keseluruhan tanjung. Sehingga didapatkan posisi stasiun pengamatan yaitu 6°50'32,077" LS - 112°35'7,586" BT pada kedalaman 2 meter sebelum gelombang pecah.

Pengambilan data lapangan gelombang dilakukan pada tanggal 26 – 28 September 2014 yang mana masuk dalam musim peralihan II. Pengukuran gelombang dilakukan dengan teknik langsung (*visual observation*) menggunakan palem gelombang (papan berskala) yang dilakukan dengan pencatatan pada saat kondisi gelombang berada pada rata – rata gelombang tertinggi, yaitu pada jam 13.00 – 15.00 yang dilihat dari hasil peramalan gelombang dengan data angin dari BMKG Maritim Surabaya. Pencatatan dilakukan secara kontinyu selama 2 jam setiap harinya. Jumlah total data selama tiga hari yang dapat digunakan yaitu 800 data.

Peramalan gelombang dari berdasarkan angin dimaksudkan untuk mendapatkan informasi kondisi gelombang dominan pada daerah penelitian. Metode peramalan gelombang menggunakan metode Sverdrup Munk Bretchneider (SMB). Langkah-langkah dalam peramalan gelombang metode SMB adalah sebagai berikut (CERC, 1984) : 1. Koreksi terhadap letak pengukuran kecepatan angin; 2. Koreksi terhadap temperatur; 3. Perhitungan Fetch; 4. Peramalan tinggi gelombang.

Karena proses refraksi gelombang sama dengan refraksi cahaya, maka dapat digunakan hukum Snellius pada optik untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan oleh perubahan kedalaman. Sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dengan garis pantai dapat diketahui dengan menggunakan rumus trigonometri (sinus).

Pemodelan gelombang dalam penelitian ini menggunakan *software* SMS (*Surface-water Modelling System*). Model ini memperhitungkan efek dari refraksi gelombang dan efek pendangkalan karena adanya perubahan kedalaman perairan dan pengaruh angin. Dengan domain model adalah Perairan Ujung Pangkah kabupaten Gresik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengukuran gelombang di lapangan didapatkan data seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Tinggi dan Periode Gelombang di Perairan Ujung Pangkah

Tanggal	H (meter)			T (detik)		
	Hs	Hmin	Hmax	Ts	Tmin	Tmax
26 – 28 September 2014	0.43	0.17	0.65	3.5	1.21	3.9

(Sumber : *Pengolahan Data Lapangan, 2014*).

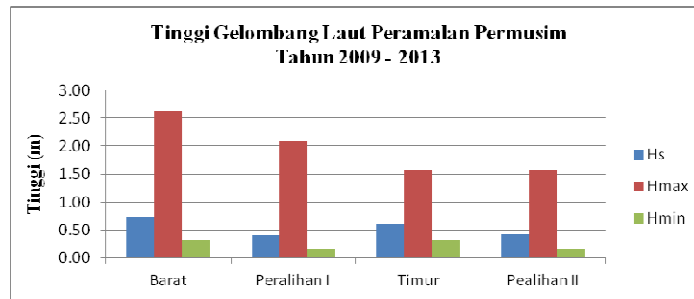
Dari hasil pengukuran data di lapangan dapat diketahui tipe perairan Ujung Pangkah. Dengan nilai d/L sebesar 0.14 maka perairan Ujung pangkah dapat diklasifikasikan sebagai perairan transisi (menengah). Bila dilihat dari gaya pembangkit gelombang yang ada di lokasi pengamatan, gelombang yang didapatkan adalah tipe gelombang yang gaya pembangkitnya berasal dari angin. Hal tersebut didapatkan berdasarkan klasifikasi gelombang oleh Munk (1951) dalam Houlthuijsen (2007) yang menyatakan gelombang yang dibangkitkan angin mempunyai periode gelombang antara 1 - 10 detik. Periode signifikan yang diperoleh yaitu 3.5 detik dan hal tersebut sesuai dengan teori tersebut.

Konversi data angin dilakukan untuk menghitung nilai gelombang representatif dengan pertimbangan bahwa pengukuran yang dilakukan selama tiga hari kurang mewakili karakteristik gelombang di suatu perairan. Dengan menggunakan panjang fetch seperti pada tabel 2 maka didapatkan hasil sebagai berikut :

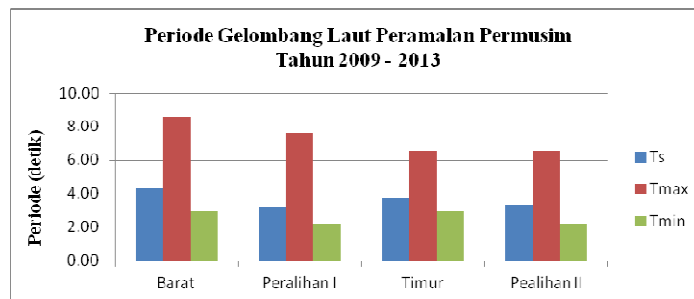
Tabel 2. Fetch efektif Ujung Pangkah

Arah Dominan	Fetch Efektif (kilometer)
Utara	329.953
Timur Laut	317.258
Timur	269.325
Tenggara	17.140
Barat	167.641
Barat Laut	407.040

(Sumber : Pengolahan data, 2014)

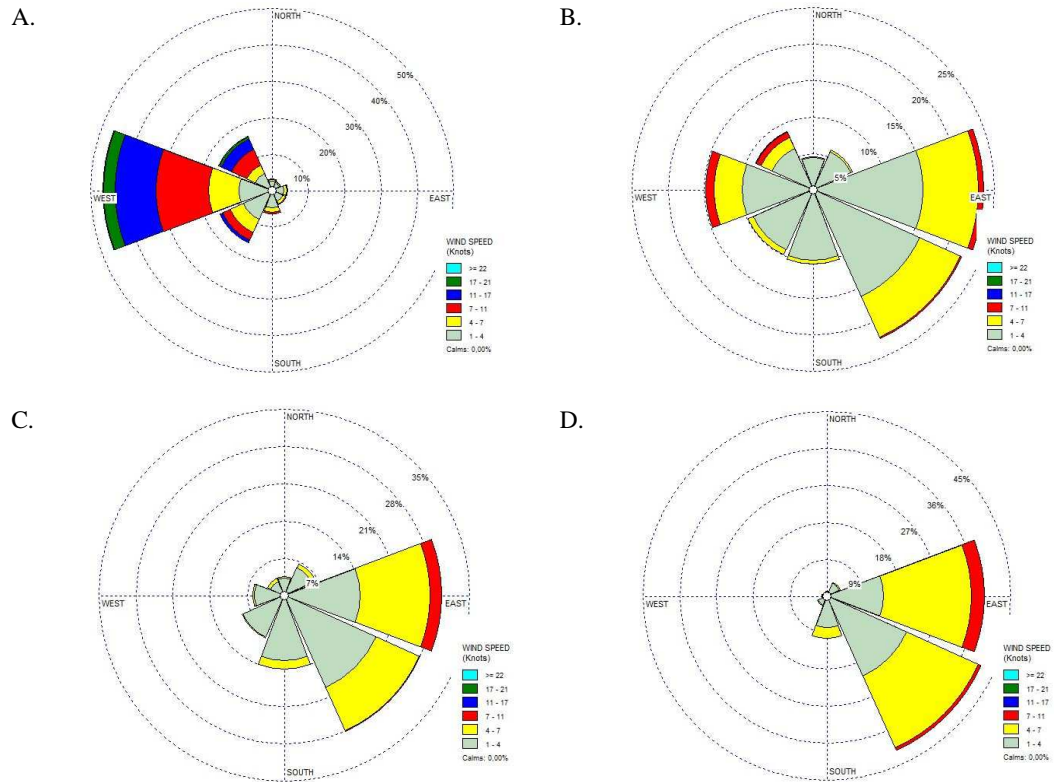


Gambar 2. Histogram Tinggi Gelombang Laut Peramalan Permusim (2009-2013)  
(Sumber : Pengolahan Data Angin BMKG, 2014).



Gambar 3. Histogram Periode Gelombang Laut Peramalan Permusim (2009-2013)  
(Sumber : Pengolahan Data Angin BMKG, 2014).

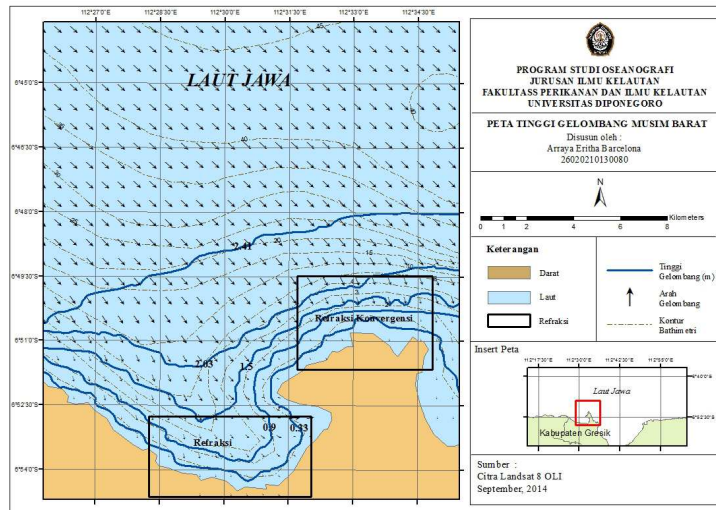
Arah angin dominan dan akan sangat menentukan arah penjalaran serta tinggi gelombang yang terbentuk di perairan Ujung Pangkah. Peramalan gelombang yang dilakukan menggunakan metode SMB (Sverdrup Munk Bretchneider) dengan pengelompokkan kecepatan angin menurut skala *Beaufort* yaitu untuk kecepatan angin sedang (11-16 knot), agak kuat (17-21), dan kuat (22-27 knot). Didapatkan hasil sebagai berikut :



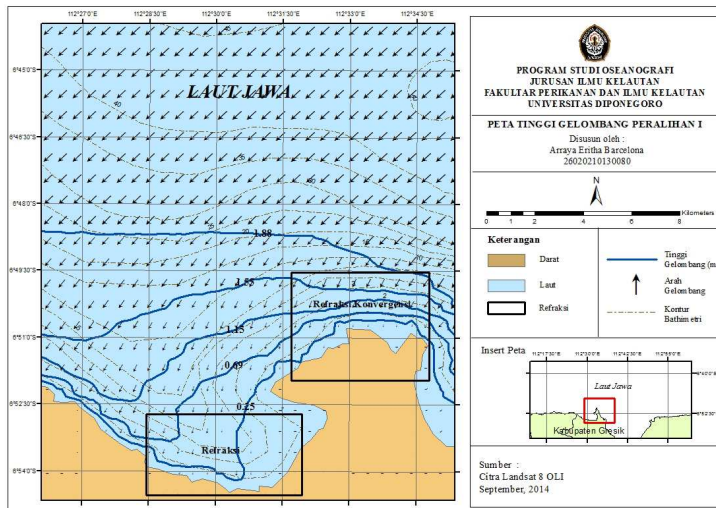
Gambar 4. Wind Rose Gelombang Peramalan Permusim ; A. Musim Barat; B. Musim Peralihan II; C. Musim Timur; D. Musim Peralihan II (Sumber : Pengolahan Data Angin BMKG, 2014).

Dari grafik mawar angin atau *wind rose* didapatkan kecepatan angin pada musim Barat antara 1-21 knot. Dengan arah dominan berasal dari barat (46%) dan barat laut (17%). Kecepatan angin rendah mencapai (31%), kecepatan angin sedang (13%) dan kecepatan angin agak kuat (3%). Musim Peralihan I kecepatan angin antara 1-11 knot. Dengan arah dominan berasal dari timur (23.5%) dan tenggara (22%). Kecepatan angin merupakan kecepatan rendah yaitu tidak lebih dari 11 knot. Musim Timur kecepatan angin antara 11 knot. Dengan arah dominan berasal dari timur (30%) dan tenggara (28%). Kecepatan angin merupakan kecepatan rendah yaitu tidak lebih dari 11 knot. Musim Peralihan II kecepatan angin antara 1-11 knot. Dengan arah dominan berasal dari tenggara (40.5%) dan timur (38.5%). Kecepatan angin merupakan kecepatan rendah yaitu tidak lebih dari 11 knot.

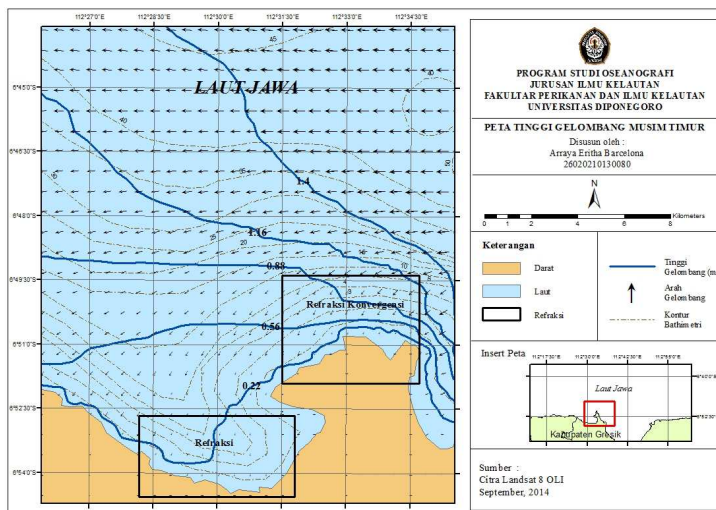
Pemodelan gelombang dilakukan untuk mengetahui pola refraksi (pembelokan gelombang) yang terjadi di Perairan Ujung Pangkah sehingga dapat diketahui nilai koefisien refraksi pada setiap musim. Dengan menggunakan inputan tinggi, periode hasil peramalan gelombang dan arah dominan angin, didapatkan hasil pemodelan sebagai berikut :



Gambar 5. Peta Tinggi Gelombang Musim Barat (Sumber : Pengolahan Data, 2014).

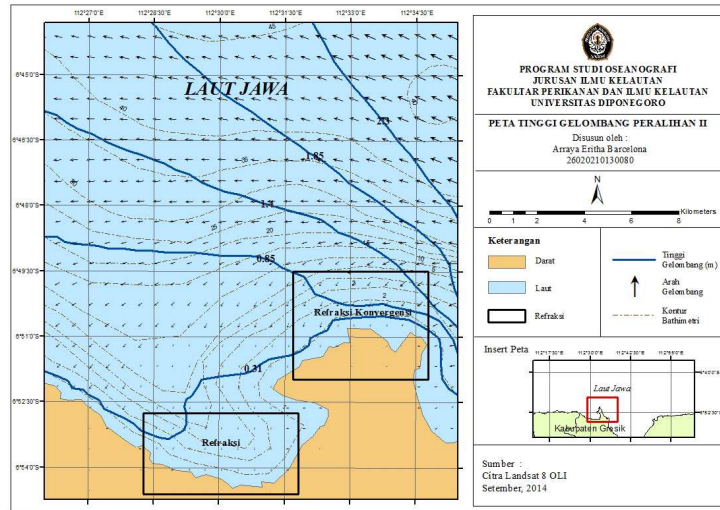


Gambar 6. Peta Tinggi Gelombang Musim Peralihan I (Sumber : Pengolahan Data, 2014).



Gambar 7. Peta Tinggi Gelombang Musim Timur (Sumber : Pengolahan Data, 2014).





Gambar 8. Peta Tinggi Gelombang Musim Peralihan II (Sumber : Pengolahan Data, 2014).

Dari hasil pemodelan dapat dilihat bahwa pada saat musim barat, arah dominan gelombang berasal dari barat laut yaitu dari perairan dalam menuju ke perairan yang lebih dangkal. Pada musim peralihan I arah dominan berasal dari timur laut. Pada musim timur, arah dominan gelombang berasal dari timur. Sedangkan musim peralihan II arah dominan gelombang lebih berasal dari arah tenggara. Arah perambatan gelombang berangsur-angsur akan berubah dengan berkurangnya kedalaman (shoaling). Hal ini disebabkan adanya perubahan kedalaman yang mengakibatkan perubahan kecepatan dan tinggi gelombang. Berkurangnya laju gelombang laut ini mengakibatkan terjadinya pembelokkan arah perambatan gelombang. Dengan kata lain, berkurangnya laju gelombang laut ketika memasuki bagian laut yang dangkal menyebabkan gelombang laut dibelokkan sehingga gelombang akan berusaha sejajar dengan garis pantai.

Berdasarkan peta yang dibuat dari hasil pemodelan, pada musim barat gelombang mengalami deformasi berupa refraksi gelombang. Dapat dilihat daerah yang mengalami refraksi (ditandai dengan kotak) dimana vektor arah penjalaran gelombang berbelok arah dan berusaha tegak lurus dengan garis pantai. Pada musim barat ini, refraksi yang terjadi berupa refraksi konvergensi. Refraksi konvergensi adalah menyebabkan pemusatan energi pada daerah tertentu sehingga kerusakan yang ditimbulkan lebih besar dari daerah yang lain.

Pada musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II juga terjadi refraksi konvergensi di daerah tanjung Pesisir Ujung Pangkah karena gelombang datang yang berasal dari timur laut dan timur mengalami pembelokkan arah. Vektor menunjukkan arah gelombang yang tadinya berasal dari timur dan tenggara membelok dan berusaha tegak lurus untuk sejajar garis pantai. Dapat dilihat pada vektor gelombang bahwa tinggi gelombang berkurang dan mengarah ke arah pantai serta menyesuaikan dengan bentuk garis pantai di belakang tanjung.

Nilai koefisien refraksi pada musim barat sebesar 0.97, pada musim peralihan I sebesar 0.92, pada musim timur sebesar 0.94 dan pada musim peralihan II sebesar 0.92. Sehingga rata – rata koefisien refraksi di perairan Ujung Pangkah yaitu 0.94.

#### 4. Kesimpulan

Gelombang yang ada di perairan Ujung Pangkah termasuk tipe gelombang menengah dengan nilai  $d/L$  sebesar 0,14. Tinggi dan periode gelombang maksimum 2,65 meter dan 8,57 detik, minimum 0,17 meter dan 2,18 detik, signifikan 0,54 meter dan 3,65 detik. Refraksi yang terjadi di Perairan Ujung Pangkah pada umumnya merupakan refraksi konvergensi dengan nilai koefisien reraksi ( $K_r$ ) rata – rata sebesar 0,94.

#### Daftar Pustaka

- CERC ( Coastal Engineering Research Center). 1984. Shore Protection Manual. US Army Coastal Engineering Research Center., Washington (SPM, 1984).
- Dinas Lingkungan Hidup Gresik. 2003. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Gresik. Gresik: Dinas Lingkungan Hidup Gresik. *Dalam*: Joko Triyono, Kunjung Wahyudi. Aplikasi Sistem Informasi Geografi Tingkat Pencemaran Industri Di Kabupaten Gresik. Jurnal Teknologi, Vol. 1, No. 1, 2008: 1-8.
- Hadi, A.R. 1997. Mikro zoning Untuk Pengkajian Resiko dan Mitigasi Bencana. Jakarta: BPPT.
- Holthuijsen, L. H. 2007. *Waves In Oceanic And Coastal Waters*. Cambridge University Press., Cambridge CB2 8RU, UK.
- Pranoto, S. 2007. *Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis*. Berkala Ilmiah Teknik Keairan Vol. 13, No.3– Juli 2007, ISSN 0854-4549.
- Sugiyono. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: CV. Alfabeta, 380 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta offset. Yogyakarta.