

## Karakteristik Tinggi Gelombang untuk Perencanaan Breakwater di Pelabuhan Jangkar Situbondo, Jawa Timur

Rizki Lindra Pratama<sup>1</sup>, Supriyatno Widagdo<sup>2</sup>, Rahyono<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Prodi Oseanografi, Universitas Hang Tuah.

Korespondensi: [rizkylindra8@gmail.com](mailto:rizkylindra8@gmail.com)

### Abstrak

Pada perairan Pelabuhan Jangkar Situbondo, hingga saat ini hanya ada satu bangunan pantai berupa dermaga atau tempat sandar kapal ferry untuk bongkar muat barang, manusia dan lain-lain yang dibangun sejak tahun 1986 dan hanya dilakukan rekonstruksi pada tahun 1998. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian berupa analisis karakteristik gelombang di perairan tersebut untuk perencanaan bangunan pantai agar keberlangsungan kegiatan bongkar muat di pelabuhan tetap terlindung dari gelombang yang tinggi dan aman. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik tinggi gelombang dan pilihan tata letak *breakwater* yang optimal dalam melindungi perairan Pelabuhan Jangkar. Metode yang digunakan yaitu pemodelan numerik. Data yang digunakan untuk *running* model yaitu data gelombang hasil peramalan dari data angin. Tinggi gelombang berdasarkan hasil *running* yaitu, pada kondisi *layout* eksisting ketinggian gelombang pada daerah alur menuju pelabuhan masih cukup tinggi yaitu 1,41 hingga 1,61 meter. Ketinggian gelombang tersebut dapat direduksi menjadi sebesar 1,21 hingga 1,61 meter untuk daerah alur menuju pelabuhan dan 0,20 hingga 0,47 meter di daerah pelabuhan.

**Kata kunci:** Pelabuhan Jangkar Situbondo, tinggi gelombang, *layout breakwater*

### Abstract

The Sea of Jangkar Harbor Situbondo, until now there is only a coastal building in the form of dock or place to dock ferry for loading and unloading of goods, human and others built since 1986 and only done reconstruction in 1998. Therefore, it is necessary to do Research in the form of analysis of wave characteristics in these sea for the planning of coastal buildings so that the sustainability of loading and unloading activities in ports are protected from high waves and safety. This research was conducted to identify the characteristics of wave height and choice of optimal breakwater layout in protecting the Sea of Jangkar Port. The method used is numerical modeling. The data used for the running model is the wave data forecasting results from the wind data. The wave height is based on the running result that is, the existing layout condition of wave height in towards to the port area is still quite high at 1.41 to 1.61 meters. The wave height can be reduced to 1.21 to 1.61 meters for the towards to the port area and 0.20 to 0.47 meters in the port area.

**Key words:** Jangkar Harbor Situbondo, wave height, breakwater layout

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/jrkt.v1i1.19>

### PENDAHULUAN

Gelombang merupakan salah satu aspek oseanografi yang penting dalam merencanakan suatu bangunan pantai, penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran, dan pengelolaan lingkungan laut. Gelombang dapat menimbulkan energi

untuk membentuk pantai, menimbulkan arus, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Daerah pantai dengan gelombang yang memiliki destruksi yang tinggi perlu dibangun sebuah bangunan pelindung yang sesuai dengan karakteristik gelombang di pantai tersebut. Bangunan pantai juga dapat digunakan untuk melindungi kolam pelabuhan agar tetap aman dalam pelaksanaan kegiatan bongkar muat barang, orang dan lain-lain. Pada perairan tersebut perlu diadakan bangunan pantai untuk mencegah dan mengurangi kerusakan di pantai.

Wilayah pesisir Utara Jawa Timur, khususnya Situbondo yang berbatasan dengan Selat Madura di sebelah Utaranya dan Selat Bali di sebelah Timurnya, sehingga daerahnya mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut dan pasang surut air laut. Situbondo memiliki beberapa pelabuhan, salah satunya Pelabuhan Jangkar yang terletak di daerah Asembagus, tepatnya sekitar 35 km ke arah Timur dari Kota Situbondo (<http://pusaka.situbondokab.go.id>).

Dalam penelitian terdahulu yang membahas analisis karakteristik gelombang terhadap bangunan pantai telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan oleh Dzikrurianti dkk., (2014) yang menganalisis refraksi dan difraksi gelombang untuk efektifitas *layout breakwater* di Pelabuhan Pendaratan Ikan Larangan Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Hasil dari penelitian tersebut dihasilkan bahwa tipe *layout breakwater* dengan kedua ujungnya masing-masing yang menutup kolam labuh dapat meredam tinggi gelombang yang terjadi pada daerah gelombang pecah.

Pada perairan Pelabuhan Jangkar hingga saat ini hanya ada satu bangunan pantai berupa dermaga atau tempat sandar kapal ferry tersebut untuk bongkar muat barang, manusia dan lain-lain yang dibangun sejak tahun 1986 dan hanya dilakukan rekonstruksi pada tahun 1998 (<http://pusaka.situbondokab.go.id>). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian berupa analisis karakteristik gelombang di perairan tersebut untuk perencanaan bangunan pantai agar keberlangsungan kegiatan bongkar muat di pelabuhan tetap terlindung dari gelombang yang tinggi dan aman.

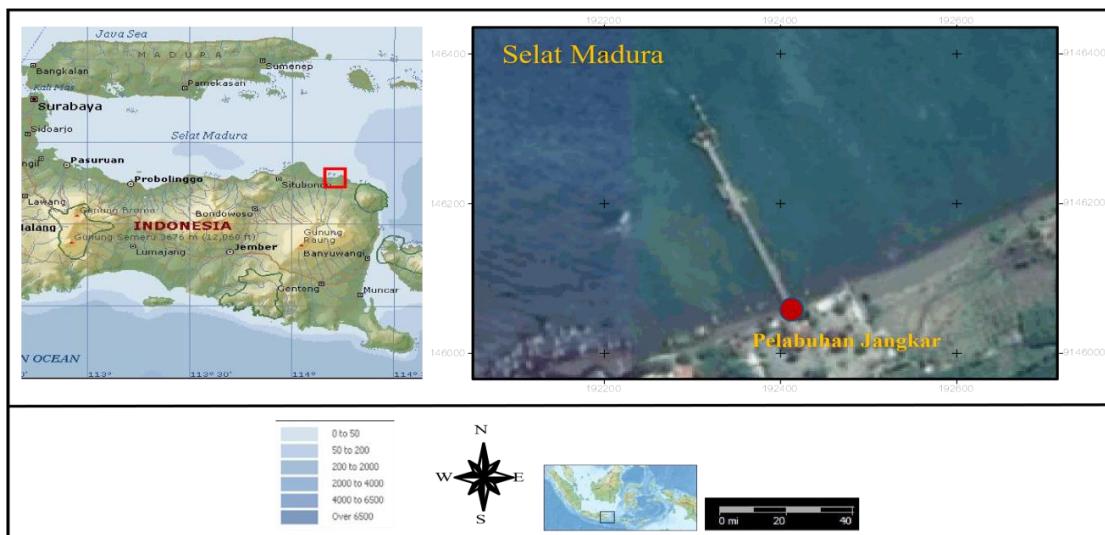
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari–Agustus 2017 dengan lokasi di Perairan Pelabuhan Jangkar yang terletak di Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Situbondo berbatasan dengan Selat Madura di sebelah Utara, sebelah Timur berbatasan dengan Selat Bali, sebelah Selatan

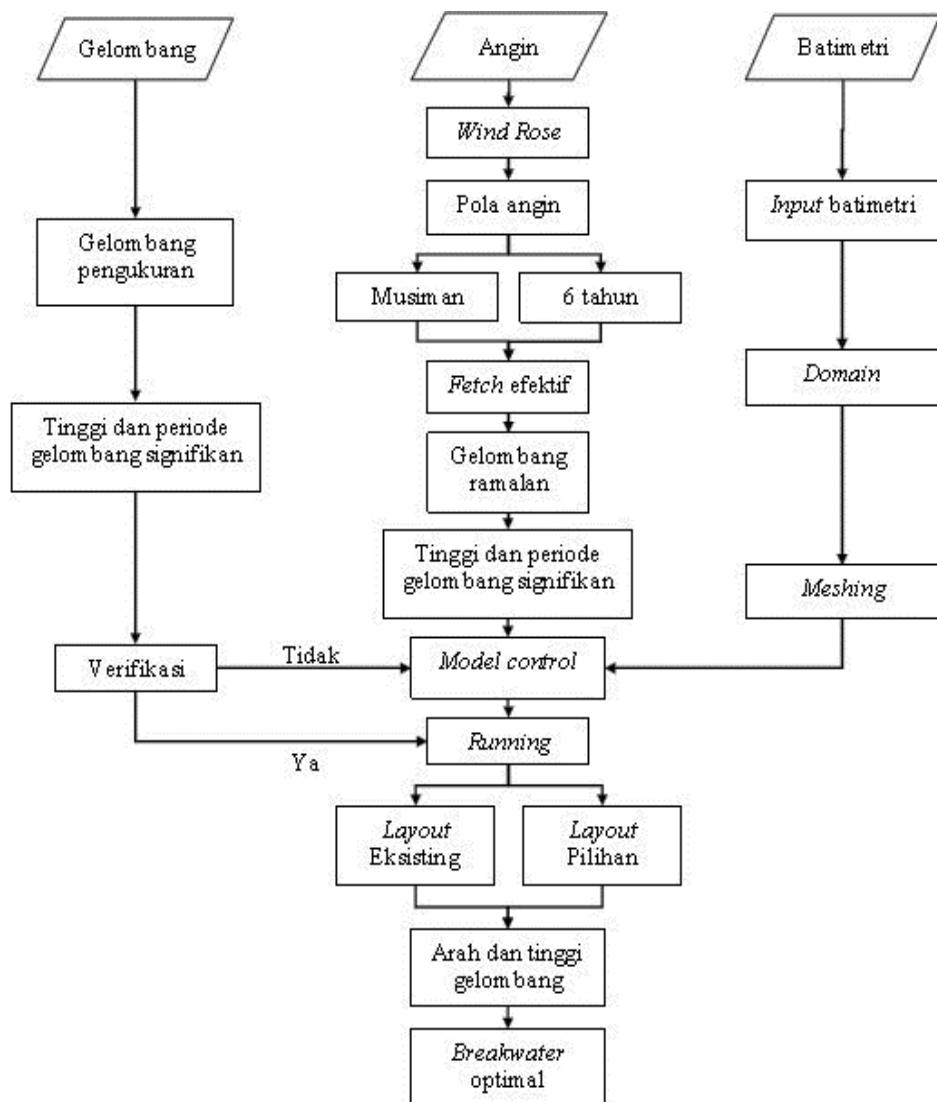
berbatasan dengan Kabupaten Bondowoso dan Banyuwangi, serta sebelah Barat dibatasi dengan Kabupaten Probolinggo (<http://situbondokab.go.id>). Secara geografis, Pelabuhan Jangkar terletak pada koordinat  $7^{\circ}43'1.76''\text{LS}$  dan  $114^{\circ}12'42.23''\text{BT}$ . Lokasi penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan tiga parameter yaitu angin, gelombang dan batimetri. Data angin diolah menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan hasil data ramalan gelombang. Dari data gelombang ramalan tersebut didapatkan nilai tinggi dan periode gelombang. Data batimetri sebagai pendukung untuk *input* data dalam mendapatkan perubahan tinggi gelombang. Data gelombang pengukuran digunakan untuk verifikasi hasil error terhadap gelombang ramalan. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 2.

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam dua tahap, pertama adalah pengumpulan data sekunder. Tahap kedua adalah pengolahan data angin untuk peramalan gelombang dan proses untuk mengetahui pola transformasi gelombang dengan menggunakan simulasi model numerik pada SMS dengan modul CGWAVE.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian di pelabuhan jangkar, Kabupaten Situbondo.

**Gambar 2.** Bagan Alir penelitian

### Peramalan Gelombang

Tinggi dan periode gelombang signifikan digunakan untuk perencanaan bangunan pelindung pantai. Gelombang signifikan ( $H_s$ ) yaitu  $H_{33}$  atau 1/3 nilai tertinggi dari hasil perhitungan gelombang yang telah diurutkan. Dalam penelitian ini peramalan gelombang menggunakan kecepatan angin tertinggi yang dikonversi menggunakan beberapa langkah menjadi nilai gelombang signifikan.

- Perhitungan *Fetch*
- Konversi data angin

c) Perhitungan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan

### Analisis Gelombang

Dalam penelitian ini, analisis transformasi gelombang diselesaikan dengan menggunakan pendekatan model numerik pada SMS dengan modul *CGWAVE*. *Input* data pada model ini yaitu meliputi data batimetri dan data gelombang. Data batimetri diolah dan diubah dalam *format file .xyz* menggunakan *software Global Mapper 13*. Data gelombang didapatkan dari hasil peramalan gelombang menggunakan konversi data angin yang menghasilkan data tinggi gelombang signifikan, periode signifikan, dan arah gelombang dari laut dalam ( $H_s$ ,  $T_s$ , dan  $\theta_0$ ).

- a) *Input* dan *Create Data*
- b) *Domain*
- c) *Model control* dan *running model*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Gelombang Selama 6 (Enam) Tahun dengan *Layout* Eksisting. *Input* gelombang dominan selama 6 tahun dengan nilai  $H_s=1,17$  meter,  $T_s=5,48$  sekon dan gelombang dari arah Timur= $90^\circ$ , menghasilkan ketinggian gelombang seperti yang dapat ditampilkan pada Gambar 4.

Selama 6 tahun pada kondisi *layout* eksisting ketinggian gelombang maksimum mencapai hingga 2,79 meter terjadi di sebelah Timur Laut hingga Timur dari pelabuhan yang terletak pada kedalaman 4 – 6 meter dengan jarak kurang lebih 500 hingga 700 meter dari pelabuhan, hal ini hampir sama dengan yang terjadi ketika Musim Timur, karena memang di perairan ini memiliki pola angin dominan yang berasal dari arah Timur dan kontur kedalaman di sebelah Timur Laut cenderung beragam, sehingga, tinggi gelombang pada daerah alur menuju pelabuhan (titik 3 dan 4) yang terletak pada jarak 135 – 215 meter dengan kedalaman 3 – 4 meter, yaitu sebesar 1,41 - 1,46 meter.

Ketinggian gelombang di area pelabuhan (titik 1 dan 2) yang terletak pada jarak sampai 70 meter dengan kedalaman 2,3 meter berkisar antara 0,92 hingga 1,21 meter. Daerah sebelah Barat dari pelabuhan memiliki ketinggian gelombang yang relatif rendah, dikarenakan gelombang dominan berasal dari arah Timur dan kontur kedalaman yang cenderung landai. Dalam analisis pemodelan numerik ketinggian

gelombang dengan menggunakan *input* gelombang hasil ramalan dari angin ini diyakini masih memiliki nilai kesalahan dibandingkan dengan ketinggian gelombang yang terjadi pada lokasi sebenarnya. Untuk mendapat besarnya nilai kesalahan atau biasa disebut dengan *error*, digunakan perbandingan data gelombang hasil ramalan dari angin tersebut dengan data gelombang hasil pengukuran oleh pihak pengelola Pelabuhan Jangkar yaitu PT. Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan Ferry Indonesia (PT. ASDP) yang dibantu dengan mahasiswa praktik dari Universitas Jember pada tahun 2015 lalu, dimana saat itu gelombang yang terjadi di lokasi cukup tinggi. Gelombang hasil pengukuran tersebut diperoleh nilai  $H_s=0,92$  meter dan  $T_s=4,77$  sekon. Perbandingan hasil model tinggi gelombang ramalan dengan model tinggi gelombang pengukuran lapangan dijadikan sebagai verifikasi pada penelitian ini yang ditampilkan pada tabel berikut ini.

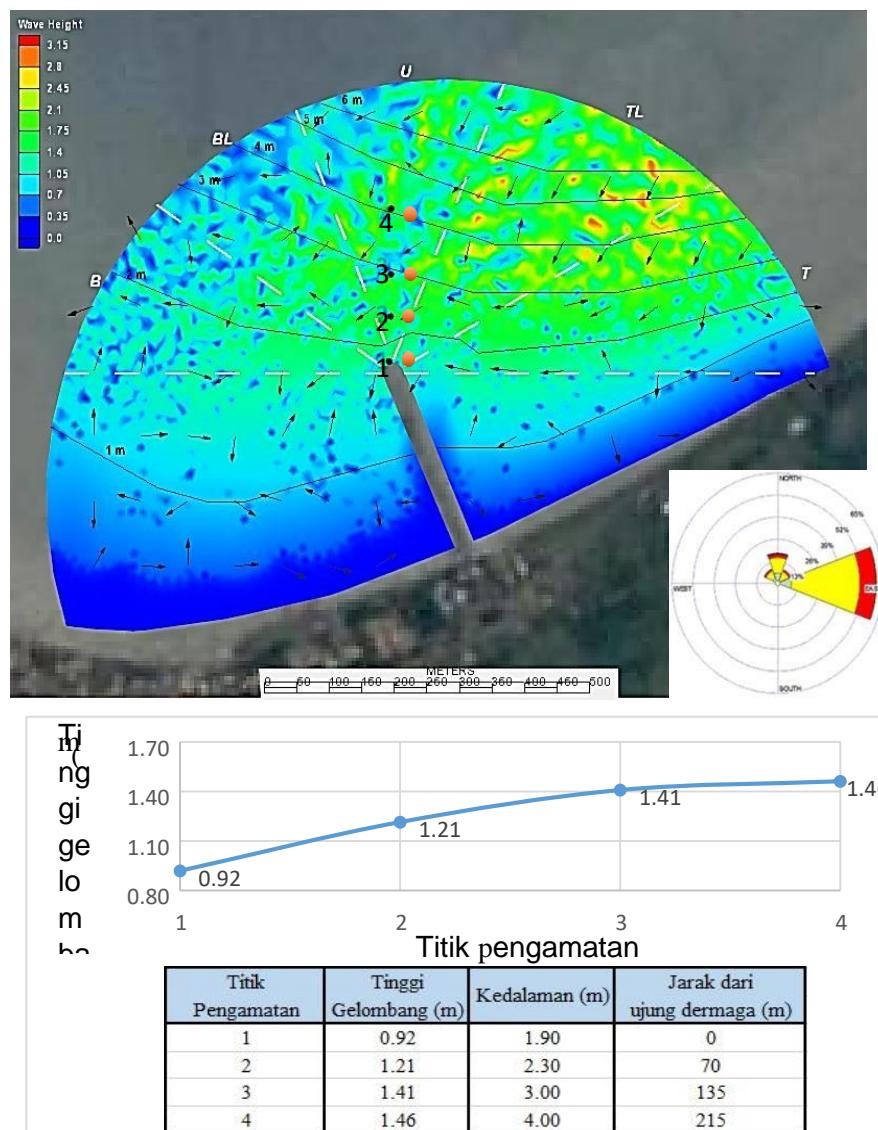
Perbandingan model tinggi gelombang ramalan dengan model tinggi gelombang lapangan tidak banyak mengalami perbedaan, dengan perbedaan paling tinggi yaitu pada titik pengamatan 2 dengan nilai *error* 27%. Rerata nilai *error* pada model tinggi gelombang ramalan dengan model tinggi gelombang pengukuran lapangan terhitung masih rendah yaitu sebesar 14%.

**Tabel 1.** Perbandingan nilai *error* hasil model tinggi gelombang ramalan dengan model tinggi gelombang pengukuran lapangan

Titik Pengamatan	Tinggi Gelombang (m)		Nilai <i>error</i> (%)
	Ramalan	Lapangan	
1	0.92	0.85	7
2	1.21	0.95	27
3	1.41	1.24	17
4	1.46	1.43	4

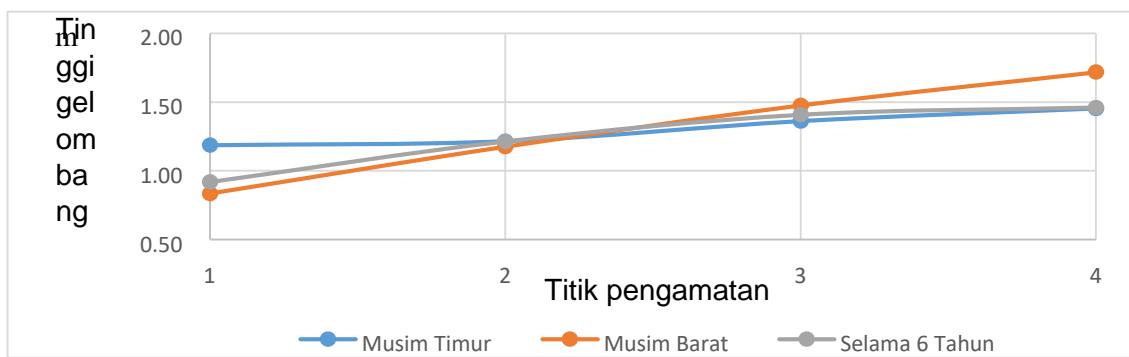
Secara keseluruhan gelombang dominan berasal dari arah Timur dan mengalami pembelokan dan penurunan dari laut dalam menuju laut dangkal (refraksi), namun keberagaman kontur kedalaman yang cenderung curam di perairan sebelah Timur dan Timur Laut dari pelabuhan mengakibatkan masih terjadi ketinggian gelombang maksimum yang mencapai hingga lebih 2 meter pada kedalaman 3 – 4 meter dan

tinggi gelombang rata-rata masih 1 meter di area pelabuhan pada kedalaman kurang lebih 2 meter. Perairan sebelah Barat pelabuhan tidak banyak terjadi tinggi gelombang maksimum seperti di sebelah Timur dan Timur Laut, dikarenakan gelombang dominan berasal dari arah Timur dan Timur Laut, sedangkan saat Musim Barat berasal dari arah Utara dengan kontur kedalaman relatif landai dan juga rendah.



**Gambar 3.** Ketinggian gelombang di empat titik pengamatan pada *layout* eksisting gelombang dominan selama 6 tahun

Ketinggian gelombang musiman dan keseluruhan selama 6 tahun yang ditampilkan pada Gambar 4. pada area alur menuju pelabuhan (titik 3 dan 4) yang terletak pada jarak 135 – 215 meter dari pelabuhan dengan kedalaman 3 – 4 meter dapat dinyatakan cukup tinggi dalam sepanjang tahun baik saat Musim Timur dan Musim Barat yaitu sebesar 1,36 hingga 1,72 meter. Untuk daerah pelabuhan (titik 1 dan 2) yang terletak pada jarak hingga 70 meter dari pelabuhan dengan kedalaman 1,9 - 2,3 meter terjadi variasi perubahan tinggi gelombang saat Musim Timur yaitu berkisar dari 1,19 hingga 1,22 meter, sedangkan pada Musim Barat tinggi gelombang berkisar 0,83 hingga 1,18 meter dengan rataan selama 6 tahun penuh yaitu berkisar 0,92 hingga 1,21 meter. Tinggi gelombang tersebut tergolong cukup tinggi untuk keamanan alur masuk menuju pelabuhan dan bahkan pada area pelabuhan, karena masih terjadi ketinggian gelombang lebih dari 1 meter terletak dengan jarak dari pelabuhan yang cukup dekat yaitu kurang lebih 100 – 300 meter dan hanya pada kedalaman kurang lebih 2 – 4 meter, sehingga diperlukan tambahan bangunan pelindung pantai yang sesuai dengan jenis kapal yang berlabuh agar tidak mengganggu kelancaran bongkar muat dan juga mampu untuk meredam tinggi gelombang yang terjadi di daerah pelabuhan.



**Gambar 4.** Perbandingan tinggi gelombang musiman dan 6 tahun penuh di empat titik pengamatan pada *layout* eksisting

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil peramalan gelombang pada perairan Pelabuhan Jangkar dalam periode 6 (enam) tahun (2011-2016) memiliki karakteristik gelombang dengan nilai tinggi gelombang signifikan=1,17 meter, periode gelombang signifikan=5,48 sekon dan arah dominan datangnya gelombang dari Timur.

## REFERENSI

Dzikrurianti R O, Handoyo G, dan Widada S. 2014. Studi Refraksi dan Difraksi Gelombang Untuk Analisa Efektivitas *Layout breakwater* di Pelabuhan Pendaratan Ikan Larangan, Kabupaten Tegal. *Jurnal Oseanografi*. 3 (3): 429.

<http://pusaka.situbondokab.go.id>

<http://situbondokab.go.id>

Triatmodjo B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset:Yogyakarta.

Triatmodjo B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset:Yogyakarta.