

**POTENSI PEMANFAATAN ENERGI GELOMBANG LAUT MENJADI ENERGI LISTRIK DI
KELURAHAN SAPOLOHE KABUPATEN BULUKUMBA**

**POTENTIAL UTILIZATION OF SEA WAVE ENERGY INTO ELECTRICITY IN SAPOLOHE
VILLAGE, BULUKUMBA REGENCY**

Irwan¹⁾ dan Syatir Suaib²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Sulawesi
Selatan, Indonesia, Telp. 0410-2312720

Email : irwangani03@gmail.com

Abstrak

Gelombang laut merupakan salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang bernilai ekonomis, serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi dan mudah ditemukan di daerah pesisir pantai. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung seberapa besar potensi energi gelombang di Kelurahan Sapolohe Kabupaten Bulukumba yang bisa dimanfaatkan sebagai energi listrik. Metode yang digunakan adalah metode hindcasting gelombang untuk menentukan tinggi gelombang dari input data kecepatan angin. Kemudian menggunakan metode analisis perhitungan energi mekanik gelombang untuk menentukan besar energi gelombangnya. Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu (1) penentuan fetch gelombang, (2) penentuan tinggi gelombang (3) perhitungan energi gelombang. Hasil penelitian menunjukkan besar potensi energi gelombang dari arah tenggara berkisar 436,68 Joule/m² sampai 2.432,23 Joule/m², sedangkan gelombang dari arah selatan berkisar 1.574 Joule/m² sampai 8.042,63 Joule/m² dan gelombang dari arah barat daya berkisar 2.365,71 Joule/m² sampai 28.676,62 Joule/m². Disimpulkan bahwa energi gelombang yang berpotensi membangkitkan listrik di Kelurahan Sapolohe adalah energi gelombang yang datang dari tenggara, selatan dan barat daya. Potensi energi listrik terbesar yang bisa dibangkitkan adalah energi gelombang dari arah barat daya yang bisa mencapai 28.676,62 Joule/m²

Kata Kunci: Amplitudo gelombang, Energi listrik, tinggi gelombang

Abstract

Ocean waves are one of the new renewable energy sources that have economic value and are environmentally friendly because they do not produce pollution and are easily found in coastal areas. This study aims to calculate the potential for wave energy in Sapolohe Village, Bulukumba Regency, which can be used as electrical energy. The method used is the wave hindcasting method to determine the wave height from the input wind speed data. Then use the analysis method of calculating the mechanical energy of waves to determine the amount of wave energy. In the implementation of this research, several stages were carried out, namely (1) determination of wave fetch, (2) determination of wave height, and (3) calculation of wave energy. The results showed that the potential for wave energy from the southeast ranged from 436.68 Joule/m² to 2,432.23 Joule/m², while waves from the south ranged from 1,574 Joule/m² to 8,042.63 Joule/m² and waves from the southwest ranged from 2,365.71 Joule/m² to 28,676.62 Joule/m². It is concluded that wave energy that has the potential to generate electricity in Sapolohe Village is wave energy that comes from the southeast, south, and southwest. The greatest potential for electrical energy that can be generated is wave energy from the southwest, which can reach 28,676.62 Joules/m².

Keywords: wave amplitude, electrical energy, wave height.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Maritim yang besar, yang memiliki peluang yang besar

untuk mengembangkan energi yang bersumber dari laut. Hampir 2/3 wilayah Indonesia adalah berupa lautan. Salah satu parameter laut atau

hidroceanografi yang cukup signifikan dikembangkan menjadi energi listrik adalah gelombang laut. Gelombang laut merupakan salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang bernilai ekonomis, serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi dan mudah ditemukan di daerah pesisir pantai (Nielsen, 2006; Aziz, 2006). Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) secara umum bekerja dengan mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi mekanik, kemudian energi mekanik tersebut selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik.

Analisis energi gelombang laut yang merambat dari laut lepas menuju tepi pantai, secara teoretis dapat dihitung dengan memanfaatkan konsep-konsep fisika yang terkait dengan gelombang mekanik. Deskripsi paling sederhana gelombang laut dinyatakan dalam bentuk sinusoidal yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu titik tertinggi dinamakan puncak dan titik terendah dinamakan lembah. Parameter fisis yang terkait dengan gelombang adalah panjang gelombang, ketinggian gelombang, periode gelombang, dan kedalaman laut. Gelombang dengan amplitudo kecil atau linier, jarak dari puncak gelombang ke SWL (Sea Water Level) atau muka air normal dan jarak dari lembah ke SWL sama dengan amplitudo gelombang.

Penelitian ini mencoba untuk menghitung seberapa besar potensi energi gelombang di Kelurahan Sapolohe Kabupaten Bulukumba yang bisa dimanfaatkan sebagai energi listrik mengingat kelurahan ini akan dikembangkan sebagai terminal Aspal Curah di Kabupaten Bulukumba. Gelombang laut yang merambat dari laut lepas menuju tepi pantai akan dihitung tinggi gelombangnya untuk kemudian akan dikonversi kedalam energi listrik.

METODE

1. Persamaan Dasar Energi Gelombang

Persamaan yang dapat menghubungkan antara besaran-besaran terukur dengan besaran energi gelombang dilakukan dengan menggunakan asumsi dasar bahwa proses perambatan gelombang di permukaan laut terjadi karena adanya energi yang menggerakannya, yaitu energi kinetik dan energi potensial (Rahayu, 2000 dan

Sorensen, 2006). Energi kinetik (E_k) merupakan gerak melingkar molekul air, sedangkan energi potensial (E_p) merupakan energi yang dihasilkan oleh pergerakan gelombang di atas muka laut. Energi potensial tidak hanya terpusat pada satu titik, tetapi menyebar pada seluruh bagian-bagian gelombang. Konsep dasar yang terkait dengan karakteristik gelombang laut tersebut digunakan dalam perumusan persamaan untuk menentukan besarnya energi gelombang laut. Pengembangan dan penyederhanaan dalam perumusan persamaan yang menghubungkan antara parameter gelombang yang terukur dengan energi gelombang laut dikembangkan berdasarkan beberapa asumsi dasar yang digunakan oleh yaitu:

1. Zat cair atau partikel gelombang adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat massa dianggap konstan
 2. Tegangan permukaan diabaikan
 3. Gaya coriolis atau gaya yang terjadi akibat perputaran bumi diabaikan
 4. Gerak partikel air berada dalam keadaan irrotational
 5. Dasar laut dianggap datar, tetap, dan impermeable sehingga kecepatan vertikal dasar bernilai nol
 6. Tekanan permukaan air dianggap seragam dan konstan
 7. Kecepatan partikel air relatif lebih kecil daripada kecepatan jalar gelombang
 8. Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penjaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi.
- ### **2. Perhitungan Tinggi Gelombang (H)**

Pembentukan gelombang di laut dalam, dianalisa dengan formula-formula empiris yang diturunkan dari model parametrik berdasarkan spektrum gelombang JONSWAP (Joint North Sea Wave Project) (CERC, 1984). Prosedur peramalan tersebut berlaku baik untuk kondisi fetch terbatas (fetch limited condition) maupun kondisi durasi terbatas (duration limited condition). Pada kondisi fetch terbatas, angin bertiup secara konstan cukup jauh untuk tinggi gelombang di ujung

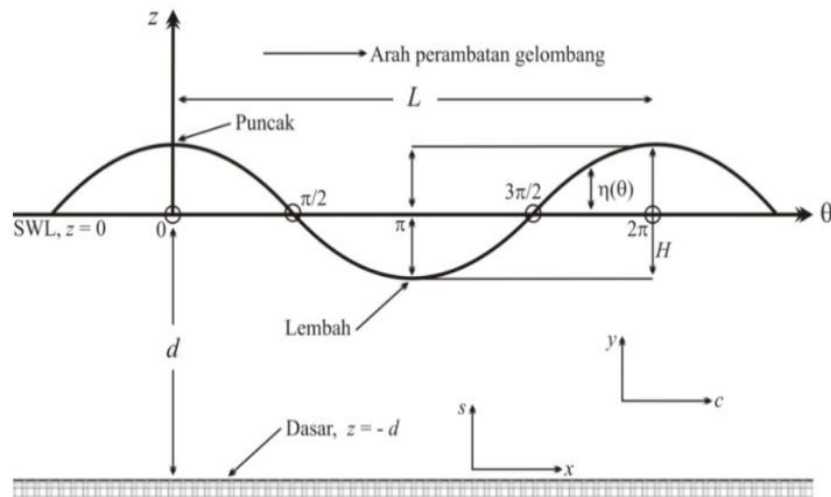
fetch dalam mencapai keseimbangan sedangkan pada kondisi durasi terbatas, tinggi gelombang dibatasi waktu setelah angin bertiup/berhembus. Salah satu cara peramalan gelombang adalah dengan melakukan pengolahan data angin. Prediksi gelombang yang dihitung berdasarkan kondisi meteorologi yang telah lampau disebut hindcasting. Gelombang laut yang akan diramal adalah gelombang di laut dalam suatu perairan yang dibangkitkan oleh angin, kemudian merambat ke arah pantai dan pecah seiring dengan mendangkalnya perairan di dekat pantai. Hasil peramalan gelombang berupa tinggi dan perioda gelombang signifikan, namun pada penelitian yang dibutuhkan hanya tinggi gelombang. Data-data yang dibutuhkan untuk meramal tinggi gelombang terdiri dari:

1. Data angin yang telah dikonversi menjadi wind stress factor (UA).
2. Panjang fetch efektif.

Untuk mendapatkan gelombang rencana, dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin jangka panjang. Metode yang diterapkan mengikuti metode yang ada di Shore Protection Manual dari US Army Corps of Engineer edisi 1984.

3. Perhitungan Energi Gelombang

Fungsi energi potensial dan energi kinetik gelombang laut mempunyai bentuk yang sama sehingga besarnya energi total gelombang laut dua kali lipat dari energi kinetik atau energi potensial gelombang laut tersebut. Dengan menjumlahkan secara linear kedua bentuk energi gelombang potensial dan energi gelombang kinetik serta melibatkan asumsi bahwa energi gelombang dapat berubah pada titik tertentu (E/L) dan asumsi bahwa besarnya ketinggian gelombang laut dua kali lipat dari amplitudonya ($A=H/2$) maka diperoleh energi rata-rata total gelombang laut dalam bentuk seperti gambar berikut



Gambar 1. Perambatan Gelombang (Aminuddin dkk, 2011)

Berdasarkan gambar perambatan gelombang, persamaan Energi gelombang laut adalah;

$$E = \frac{1}{2} \rho g A^2$$

Dimana ρ = rapat massa air (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 A = Amplitudo gelombang (m)

Persamaan tersebut dapat dimanfaatkan untuk membuat daerah yang berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga gelombang. Dengan memanfaatkan persamaan ini, maka energi rata-rata gelombang laut per satuan luas dapat ditentukan.

Hasil dan Pembahasan

1. Perhitungan Tinggi Gelombang

Arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang di lokasi studi yaitu arah tenggara, barat daya dan selatan. Dengan demikian data dari 3 arah tersebut yang dipakai sebagai data masukan yang dipakai dalam proses hindcasting gelombang. Dari hasil hindcasting didapat nilai tinggi gelombang signifikan maksimum di laut

dalam. Data yang kami tampilkan adalah data 20 besar tinggi gelombang yang diurutkan dari tinggi gelombang paling maksimum/nomor 1 sampai tinggi gelombang pada urut 20. Hal ini kami lakukan untuk melihat potensi gelombang terbesar yang bisa dikonversi menjadi energi listrik. Berikut adalah hasil analisis perhitungan tinggi gelombang dari arah selatan.

Tabel 1. Perhitungan Tinggi Gelombang dari arah Selatan

Nomor Urut	U_A	g_{td}	Klasifikasi	H_{mo}
	(m/detik)	U_A	Gelombang	(meter)
1	11,74002896	37280,84041	Fetch Limited	2,52
2	10,47951271	43376,69579	Fetch Limited	2,25
3	9,819702862	47305,69813	Fetch Limited	2,11
4	9,112970045	52259,42912	Fetch Limited	1,96
5	8,143004831	60719,98583	Fetch Limited	1,75
6	8,143004831	60719,98583	Fetch Limited	1,75
7	8,143004831	60719,98583	Fetch Limited	1,75
8	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
9	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
10	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
11	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
12	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
13	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
14	7,4303695	68606,30611	Fetch Limited	1,60
15	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12
16	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12
17	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12
18	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12
19	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12
20	6,710757964	78586,71783	Fully Developed	1,12

(sumber: Hasil perhitungan)

Tabel 2. Perhitungan Tinggi Gelombang dari arah Barat Daya

Nomor Urut	U_A	g_{td}	Klasifikasi	H_{mo}
	(m/detik)	U_A	Gelombang	(meter)
1	20,62571078	19361,23713	Fetch Limited	4,77
2	15,59811866	28100,58596	Fetch Limited	3,61
3	11,1024575	44216,68465	Fetch Limited	2,57
4	10,47951271	47755,51697	Fetch Limited	2,42
5	9,819702862	52081,147	Fetch Limited	2,27
6	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
7	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
8	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
9	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
10	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
11	9,112970045	57534,9507	Fetch Limited	2,11
12	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
13	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
14	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
15	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
16	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
17	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
18	8,143004831	66849,58964	Fetch Limited	1,88
19	7,4303695	75532,02372	Fully Developed	1,37
20	7,4303695	75532,02372	Fully Developed	1,37

Tabel 3. Perhitungan Tinggi Gelombang dari arah Tenggara

Nomor Urut	U_A	g_{td}	Klasifikasi	H_{mo}
	(m/detik)	U_A	Gelombang	(meter)
1	14,42669251	9671,405158	Fetch Limited	1,39
2	14,40222702	9693,316827	Fetch Limited	1,38
3	10,47951271	14811,2084	Fetch Limited	1,01
4	9,819702862	16152,7876	Fetch Limited	0,94
5	9,819702862	16152,7876	Fetch Limited	0,94
6	9,819702862	16152,7876	Fetch Limited	0,94
7	8,143004831	20733,169	Fetch Limited	0,78
8	8,143004831	20733,169	Fetch Limited	0,78
9	7,4303695	23425,9959	Fetch Limited	0,71
10	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
11	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
12	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
13	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
14	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
15	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
16	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
17	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
18	6,710757964	26833,86169	Fetch Limited	0,64
19	6,124210703	30314,13023	Fetch Limited	0,59
20	6,124210703	30314,13023	Fetch Limited	0,59

2. Potensi Energi Listrik

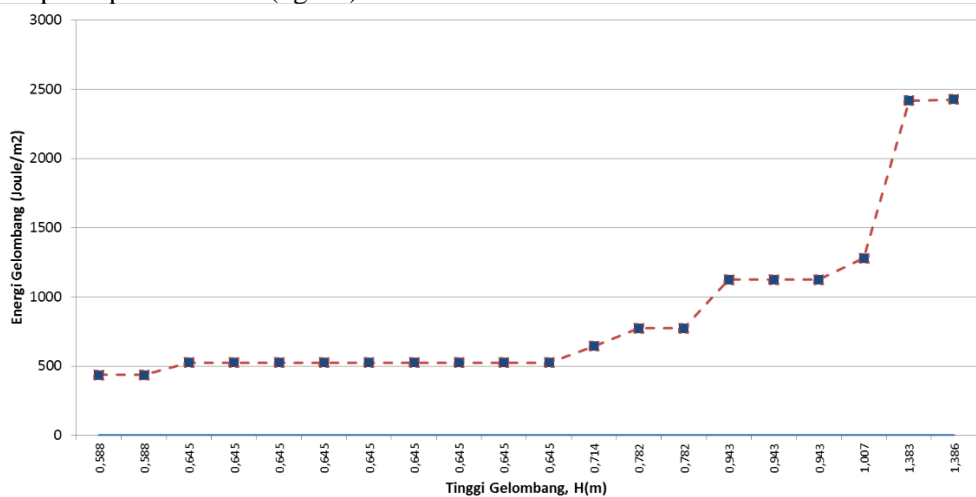
Fungsi energi potensial dan energi kinetik gelombang laut mempunyai bentuk yang sama sehingga besarnya energi total gelombang laut dua kali lipat dari energi kinetik atau energi potensial gelombang laut tersebut. Dengan menjumlahkan secara linear kedua bentuk energi gelombang potensial dan energi gelombang kinetik serta melibatkan asumsi bahwa energi gelombang dapat berubah pada titik tertentu (E/L). Energi listrik dituliskan dengan persamaan sebagai berikut

$$E = \frac{1}{2} \rho g A^2$$

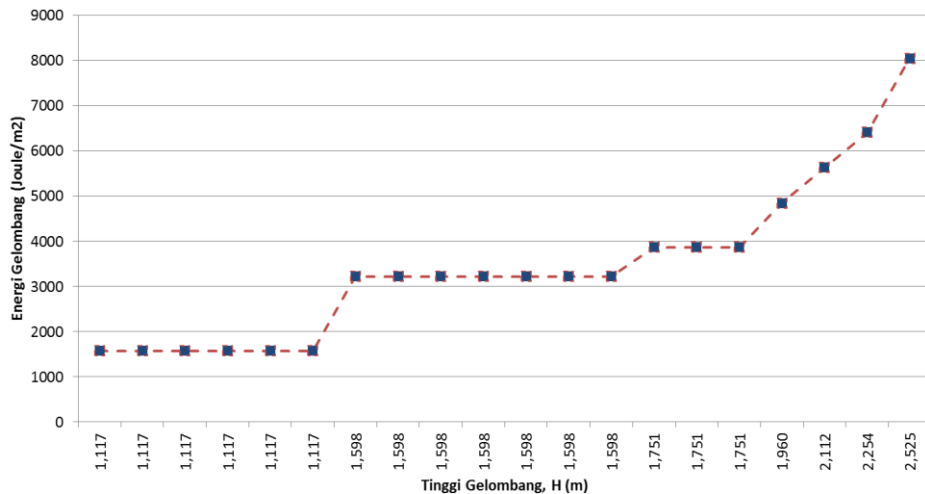
Dimana ρ = rapat massa air (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 A = Amplitudo gelombang (m)

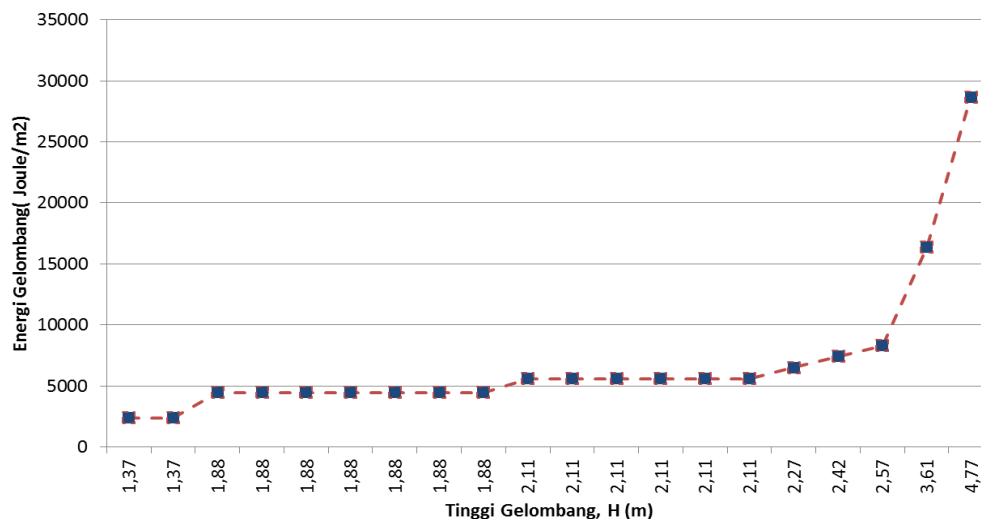
Berikut ini hasil perhitungan energi listrik dari gelombang arah selatan (nilai 20 terbesar). Mengingat karena banyaknya data perhitungan tinggi gelombang dan sebagian besar hanya menghasilkan gelombang kecil yang tidak signifikan menghasilkan energi gelombang, maka setiap arah datang gelombang diwakili oleh 20 data yang menghasilkan energi listrik yang terbesar yang disajikan dalam bentuk tabel, besar potensi energi gelombang adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Energi Gelombang dari arah Tenggara



Gambar 3. Grafik Energi Gelombang dari arah Selatan



Gambar 4. Grafik Energi Gelombang dari arah Barat daya

Berdasarkan grafik energi gelombang dikelurahan Sapolohe didapatkan catatan sebagai berikut :

1. Energi gelombang yang berpotensi membangkitkan listrik di Kelurahan Sapolohe adalah energi gelombang yang datang dari Tenggara, Selatan dan Barat Daya.
2. Besar potensi energi gelombang dari arah tenggara berkisar 436,68 Joule/m² sampai 2.432,23 Joule/m², sedangkan dari arah selatan berkisar 1.574 Joule/m² sampai 8.042,63 Joule/m² dan dari arah barat daya berkisar 2.365,71 Joule/m² sampai 28.676,62 Joule/m²
3. Potensi energi listrik terbesar yang bisa dibangkitkan adalah energi gelombang dari arah Barat Daya yang bisa mencapai 28.676,62 Joule/m².

KESIMPULAN

Besar potensi energi gelombang dari arah tenggara berkisar 436,68 Joule/m² sampai 2.432,23 Joule/m², sedangkan dari arah selatan berkisar 1.574 Joule/m² sampai 8.042,63 Joule/m² dan dari arah barat daya berkisar 2.365,71 Joule/m² sampai 28.676,62 Joule/m². Potensi energi listrik terbesar yang bisa dibangkitkan adalah energi gelombang dari arah

barat daya yang bisa mencapai 28.676,62 Joule/m²

DAFTAR PUSTAKA

Aminuddin J., Abdullah Farzand, Wihantoro. (2015) Persamaan Energi Untuk Perhitungan Dan Pemetaan Area Yang Berpotensi Untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut. Jurnal Wave Vol 9 No.1, Hal 9-16.

Rahayu. F., (2000). Kondisi Gelombang dan Pengaruhnya Terhadap Pergerakan Sedimen di Perairan Pantai Yogyakarta-Cilacap Pada Bulan April-Mei 1999. Skripsi Prodi Ilmu dan Teknologi Kelautan: IPB

Sorensen, R.N., (2006). Basic Coastal Engineering. Department of Civil and Environmental Engineering Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania.

Triatmodjo B. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.