

Studi Pemanfaatan Energi Gelombang Laut Menjadi Energi Listrik di Pesisir Pantai Kabupaten Bulukumba

Irwan¹, Syatir Suaib¹, Irawan Alham¹

¹Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Jl. Poros Makassar Pare KM 84, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia, telp 0410-2312720

*Email: irwangani@polipangkep.ac.id

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: Energy listrik; Tinggi gelombang ; Amplitude 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: electrical energy; wave height; wave amplitude

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). Pemanfaatan energi biru atau energi gelombang laut dalam 10 tahun terakhir sedang menjadi topik penelitian yang masif dilakukan oleh para peneliti di Indonesia mengingat sumber energi gelombang terbarukan dan bernilai ekonomis. 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 bertujuan untuk menghitung seberapa besar potensi energi gelombang di Kelurahan Sapolohe Kabupaten Bulukumba yang bisa dimanfaatkan sebagai energi listrik. Gelombang laut yang merambat dari laut lepas menuju tepi pantai akan dihitung tinggi gelombangnya untuk kemudian akan dikonversi kedalam energi listrik.

METODE PENELITIAN

Bahan

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah, data kecepatan angin dari BMKG Makassar, peta topografi lokasi penelitian dan peta udara/foto citra lokasi penelitian.

Alat

Peralatan-peralatan yang digunakan adalah pada penelitian ini antara lain komputer PC , *software excel* untuk pengolahan data gelombang dan *drone* (untuk pengambilan foto udara).

Metode yang digunakan adalah metode pengolahan data secara empiris yang tahapannya terbagi atas 2 (dua) secara garis besar yaitu ;

1. Perhitungan Tinggi Gelombang (Hd)

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:

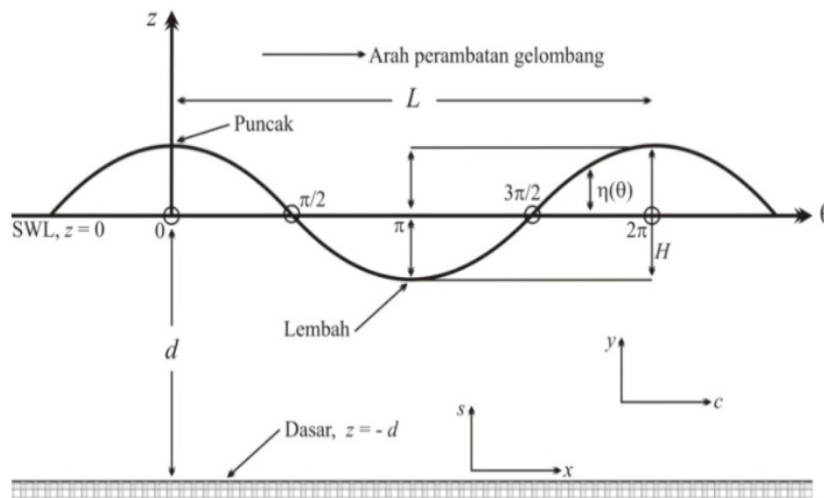
1. Data angin yang telah dikonversi menjadi *wind stress factor* (UA)
2. Panjang *fetch* efektif

Untuk mendapatkan gelombang rencana, dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin jangka panjang

2. Perhitungan Energi Gelombang (E)

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 1.



Gambar 1. Perambatan Gelombang (Aminuddin dkk, 2011)

Berdasarkan gambar perambatan gelombang, persamaan Energi gelombang laut adalah;

$$E = \frac{1}{2} \rho g A^2 \quad \text{(Persamaan 1)}$$

Dimana ρ = rapat massa air (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

A = Amplitudo gelombang (m)

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Tinggi Gelombang (Hmo)

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 urutan 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, barat daya dan arah tenggara.

Tabel 1. Tinggi Gelombang dari Arah Selatan

| Nomor Urut | U_A | $g t_d$ | 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 |

2. Potensi Energi Listrik (E)

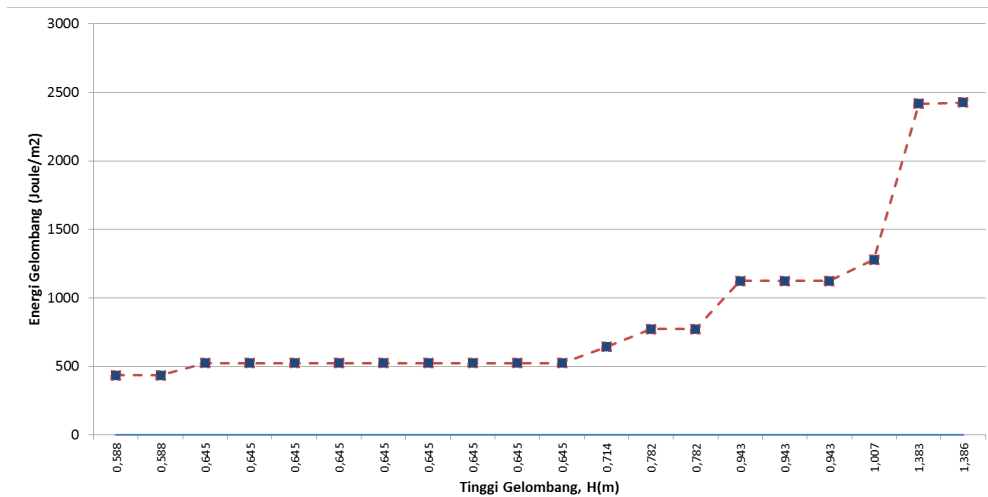
Fungsi energi potensial dan energi kinetik gelombang laut mempunyai bentuk yang sama sehingga besarnya energi total gelombang laut dua kali lipat dari energi kinetik atau energi potensial gelombang laut tersebut. Dengan menjumlahkan secara linear kedua bentuk energi gelombang potensial dan energi gelombang kinetik serta melibatkan asumsi bahwa energi gelombang dapat berubah pada titik tertentu (E/L). 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 dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 2. Tinggi Gelombang dari Arah Barat Daya

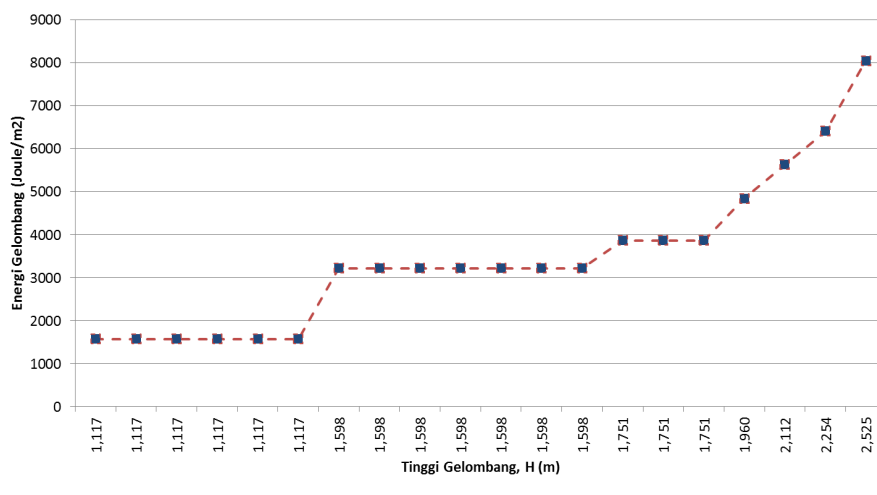
| Nomor Urut | U_A | g_{td} | Klasifikasi | H_{mo} |
|------------|-------------|-------------|-----------------|----------|
| | (m/detik) | U_A | Gelombang | (meter) |
| 1 | 20,62571078 | 19361,23713 | Fetch Limited | 4,77 |
| 2 | 15,59811866 | 28100,58596 | Fetch Limited | 3,61 |
| 3 | 11,1024575 | 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. Tinggi Gelombang dari Arah Tenggara

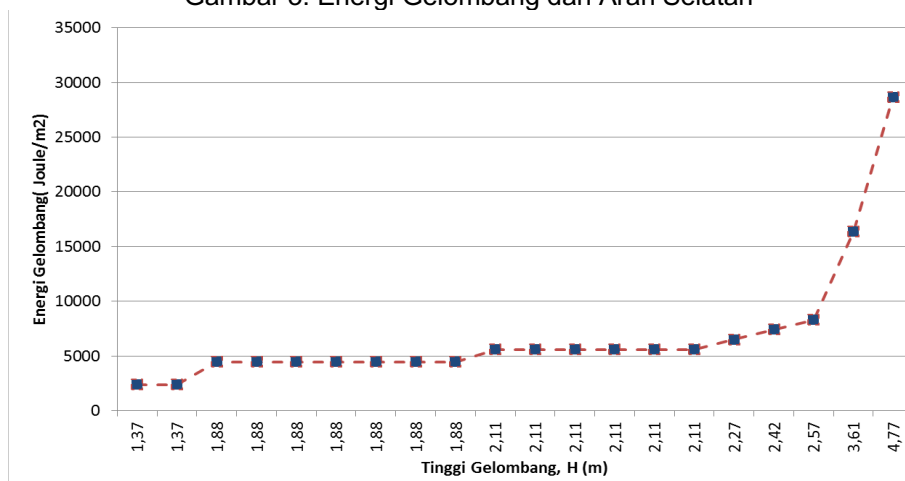
| Nomor Urut | U_A | g_{td} | Klasifikasi | H_{mo} |
|------------|-------------|-------------|---------------|----------|
| | (m/detik) | U_A | Gelombang | (meter) |
| 1 | 14,42669251 | 9671,405158 | Fetch Limited | 1,39 |
| 2 | 14,40222702 | 9693,316827 | Fetch Limited | 1,38 |
| 3 | 10,47951271 | 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 |



Gambar 2. Energi Gelombang dari Arah Tenggara



Gambar 3. Energi Gelombang dari Arah Selatan



Gambar 4. Energi Gelombang dari Arah Barat Daya

Berdasarkan grafik analisis energi gelombang diperoleh 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

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkep dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Pertanian Negeri Pangkep yang telah memberi kesempatan dan mendanai penelitian ini yang bersumber dari dana Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) Tahun 2022

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.
- Faulincia. (2015) Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Metode Oscilating Water Column di Perairan Kendari Indonesia. *Seminar Nasional Cendekiawan*. ISSN 2460-8696
- Fikry Syach,M, Farras Ayasy,M, Novia Safinatunnajah. (2020) Pemetaan Perkiraan Potensi Gelombang Laut dengan Sistem Pelamis di Perairan Nias. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* Vol 7 No.3 Hal 11-19
- I Wayan Arta Wijaya. (2010) Pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan teknologi oscilating water column di Perairan Bali. *Jurnal Teknologi Elektro* Vol 9 No.2, Hal 165-174

Parjiman, Daryanto, Massus Subekti, Rif'an,M. (2018) Simulasi Gelombang Laut untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL). Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana Vol 9 No.2.ISSN 2086-9479

Rohmaniatul Adafiah,S, Fajar Pratiwi,A, Saepul Rahmat. (2021) Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem Oscillating Water Column Vol 12 No.. ISSN 2087-1627

Siti Rahma Utami. (2021) Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Menggunakan Sistem Oscilating Water Column (Owc) Di Tiga Puluh Wilayah Kelautan Indonesia. Perpustakaan Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Vidura,A, Laksmono,R, Mukhtasor.(2020) Potensi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut di Perairan Selatan Pulau Jawa dalam Mendukung Ketahanan Energi. Jurnal Ketahanan Energi Vol 8 No 1

Wintazon, Anang Setyo, Eko Nur Hidayat. (2019) Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Laut atau Angin dengan Pengendali Gravitasi Bumi. Majalah Ilmiah Gema Maritim Vol 21 No 1 tahun 2019

Zamri,A, Mura,Y, Asmed, Adril,E. (2015) Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistim Empat Bandul. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Universitas Muhammadiyah Jakarta.