

PEMILIHAN TIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT TIPE PELAMPUNG DI PANTAI SALUBOMBA KABUPATEN DONGGALA

Setiyawan¹⁾, Yuli Asmi Rahman²⁾, Muh. Sarjan³⁾, Nurhani Amin⁴⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako

^{2,3,4)}Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

e-mail : yuliasmirahman@gmail.com

Abstract

Indonesia is a country that has an area of sea three times larger than the land area. In line with the rapid development, the need for electricity is also increasing. So that Indonesia has great potential to produce alternative and environmentally friendly energy, namely Sea Wave Energy. Its continuous nature is available all the time. Many potential coastal areas in Indonesia, however, have not been utilized optimally.

The purpose of this study is to see the potential of Wave Energy for electricity. For this reason, research was carried out at a location in the Central Sulawesi area, precisely in Salubomba, Central Banawa District, Donggala Regency. In this study a potential study was conducted on 3 types of PLTGL, namely Buoy, OWC, and Pasut Dam, where one will be chosen that meets the wave criteria requirements on the Beach. From the results of research, PLTGL that fulfills the requirements is the type of buoy.

Data collection begins with secondary data, namely wind data from Mutiara Station. Then proceed with calculating wave forecasting using the SMB (Sverdrup Munk-Bretschneider) method. The results of this study, Salubomba beach has the potential to be built by the Buoy Type Wave Power Plant, a significant wave height of 0.52 - 3.37 meters with a ruptured depth of 3.95 meters.

Keyword : Permanent Magnetic Linear Generator, Type of Buoy, Wave Power Plant, Power Potential, SMB.

I. PENDAHULUAN

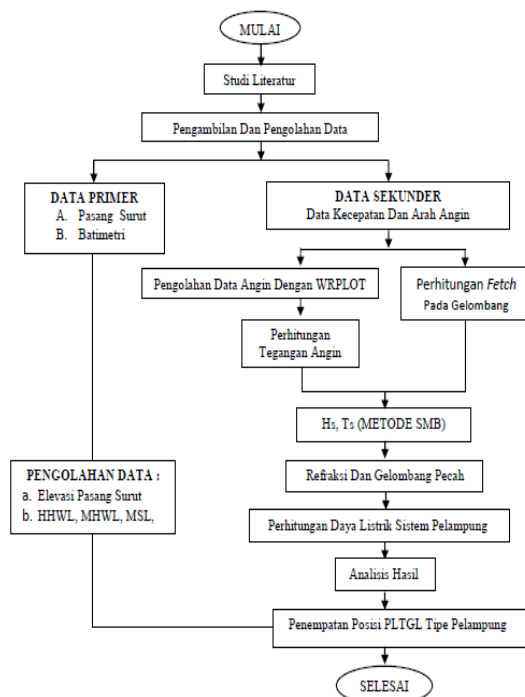
Donggala adalah sebuah kabupaten di provinsi Sulawesi Tengah berupa daerah

pesisir. Pertumbuhan penduduk dan ekonomi membuat permintaan pasokan listrik terus meningkat. Ini yang membuat pembangunan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan dinilai merupakan kebutuhan nasional yang sudah tidak bisa ditunda lagi. Sehingga pemanfaatan energi terbarukan seperti gelombang air laut sebagai sumber pasokan listrik, dan tentu saja akan menghemat devisa dan anggaran negara. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu studi yang mendalam mengenai penggunaan energi laut untuk menjawab masalah yang terdapat di Kabupaten Donggala. Selain dapat diperbarui, juga dibutuhkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan dengan biaya murah (Utami, 2010). Salah satu yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan gelombang laut sebagai pembangkit listrik untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar. Sifat kontinuitasnya yang tersedia terus setiap waktu menjadikan ombak baik untuk dijadikan sebagai pembangkit tenaga listrik melalui pembangkit listrik ini, energi besar yang dimiliki ombak dapat diubah menjadi tenaga listrik. Pembangkit listrik konvensional. Sistem yang digunakan ada beberapa tipe tergantung pada potensi lokasi yang akan diteliti. Pada Penelitian ini akan dilakukan studi potensi terhadap 3 tipe Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut yaitu Pelampung, OWC, dan Dam Pasut. Dari 3 tipe tersebut akan dipilih salah satu berdasarkan syarat-syarat yang memenuhi kriteria dilokasi yang akan

diteliti. Pantai Salubomba berada di Desa Salubomba, Kecamatan Banawa Tengah, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Sebagai desa pantai, bentuk pemukiman penduduk memanjang mengikuti garis pantai dengan jarak dari pantai sekitar ± 5 m. pantai tersebut memiliki gelombang laut yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan ini data awal yang diperlukan yaitu data angin dan massa jenis air adapun data lainnya seperti tinggi gelombang didapatkan dari hitungan, data angin diperoleh dengan pengambilan langsung dari lokasi penulisan atau dari data sekunder. Adapun untuk penulisan ini digunakan data sekunder untuk pengambilan data angin yang diperoleh dari ECMWF (*European Centre For Medium-Range Weather Forecast*). Adapun data massa jenis air diperoleh dengan mengambil sample air laut di lokasi penulisan dan diuji di laboratorium. Berikut disajikan dalam bentuk bagan alir.



Gambar 1. Bagan Alir

Pembangkit listrik tenaga gelombang laut adalah suatu pembangkit yang ramah lingkungan dan cocok di Indonesia karena Indonesia negara yang luas akan perairan laut, dan memiliki ombak yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga gelombang laut terbagi atas tiga macam model yaitu: Dengan Pelampung, Kolom Air (*Oscillating Water Column*), Wave Surge atau *Focusing Devices*.

1) Kecepatan dan Arah Angin (UA)

Untuk mengetahui arah dan kecepatan angin, terlebih menghitung tegangan angin. Karena, arah dan kecepatan angin dipengaruhi oleh tegangan angin

$$U_A = 0,71 \times U^{1,23} \quad (1)$$

Dengan:

UA = Tegangan angin (m/s)

U = Kecepatan angin (m/s)

U adalah resultan kecepatan angin (m/s) nilai tersebut diperoleh dengan persamaan :

$$U = \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2)$$

Sedangkan u dan v masing-masing adalah kecepatan angin dalam arah vektor x dan y dalam satuan m/s. Arah angin adalah penunjuk pergerakan angin. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan arah kecepatan angin yaitu :

$$\theta = \arctan \frac{u}{v} \quad (3)$$

2) Fetch Gelombang

Jarak pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan

arah angin yang relatif konstan hingga menuju ke daratan disebut dengan fetch gelombang. Panjang *fetch* adalah panjang laut yang dibatasi oleh pulau-pulau pada kedua ujungnya. Persamaan fetch dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = \frac{\sum F_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (4)$$

Dengan :

F_i = Panjang fetch ke-i (m)

α_i = Sudut pengukuran fetch ke-i(0)

i = Nomor pengukuran *fetch*

3) Peramalan Gelombang dengan Menggunakan Metode Wilson

Berdasarkan pada kecepatan angin, lama hembus angin dan fetch seperti yang telah dibahas sebelumnya, dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan Metode Wilson dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_s = \frac{0,3}{g} 1 - 1 + \left[\left\{ 0,004 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{1/2} \right\}^{-2} \right] U^2 \quad (5)$$

Dengan :

H_s = tinggi signifikan gelombang laut (m)

U = kecepatan angin (m/s)

F = panjang *fetch* gelombang (m)

g = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s²)

4) Tipe Pasang Surut

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau

ukurannya lebih kecil.

Selain dengan melihat data pasang surut yang diplot dalam bentuk grafik tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan Formzahl (F) yang dinyatakan dalam bentuk :

$$F = \frac{A(O_2) + A(K_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \quad (6)$$

Dengan :

F = Bilangan Formzahl

K_1 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari

O_1 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan

M_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi posisi bulan

S_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi posisi matahari

5) Refraksi Gelombang

Refraksi gelombang di pantai ialah peristiwa pembelokan gelombang yang diakibatkan oleh perubahan kedalaman air pada saat gelombang menjalar ke garis pantai. Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_0 dan L_0 menjadi C_1 dan L_1 .

$$\alpha = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \quad (7)$$

Dengan :

α_0 = Sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas

α_1 = Sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya

C_0 = Kecepatan gelombang pada

kedalaman di kontur pertama

C_1 = Kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua

Sehingga koefisien refraksi adalah :

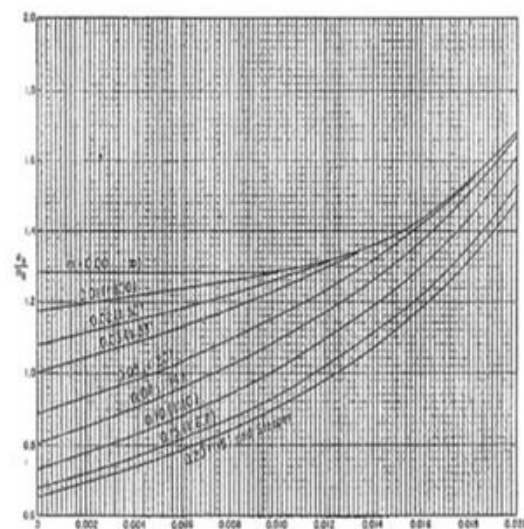
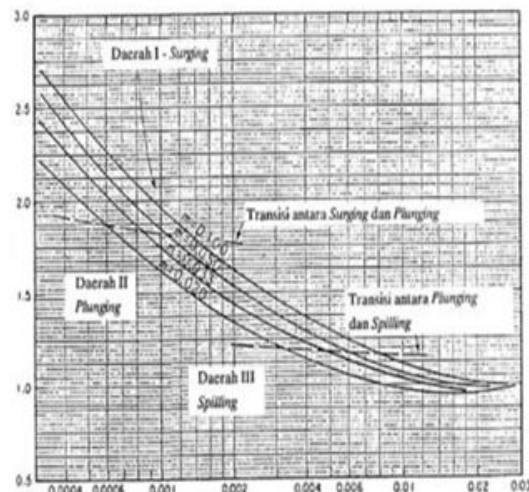
$$K_r = \sqrt{\frac{c\alpha_0}{c\alpha_1}} \quad (8)$$

$$H = H_s + K_r \quad (9)$$

1) Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. (Triatmodjo, 2012)

Penelitian yang dilakukan oleh Iversen, Galvin dan Goda (dalam SPM 1984) menunjukkan bahwa H_b / H_o dan db / H_b tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kemiringan gelombang datang. Gambar 1 adalah grafik yang dibuat oleh Goda yang memberikan hubungan antara H_b / H_o dan H_o / gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Hasil penelitian Wiegell yang memberikan hubungan antara db / H_b dan H_b / gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Gambar 1. disarankan untuk digunakan didalam hitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah. (Triatmodjo, 2012).

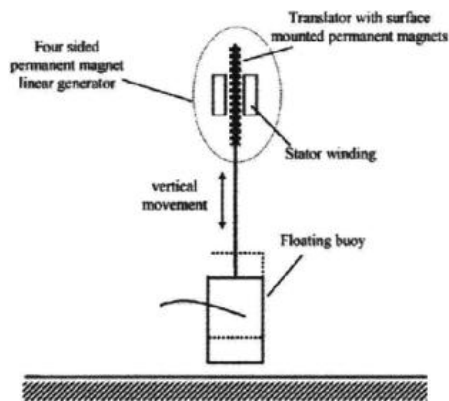


Gambar 2. Penentuan tinggi dan kedalaman gelombang pecah (Triatmodjo, 2012).

1) Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Tipe Pelampung dengan Generator Linier Magnet Permanen

Generator adalah sumber pembangkit listrik pada suatu sistem yang memanfaatkan energi mekanik dan mengubahnya menjadi energi listrik. Komponen utama dari suatu generator adalah magnet. Magnet dapat berupa magnet permanen atau magnet buatan. Bagian yang lainnya adalah kumparan kawat. Jenis generator yang digunakan adalah jenis linier (translasi). Aplikasi generator linier dapat mengubah energi mekanik dari

sumber yang memiliki tenaga besar, tetapi kecepatannya relative kecil.



Gambar 3. Generator Linier
(Puslitbang, 2014)

6) Syarat PLTGL - Pelampung dengan Generator Linier Magnet Permanen

- Tinggi Gelombang Laut
 - Gelombang yang selalu terbentuk sepanjang tahun.
 - Minimal tinggi gelombang 0,5 – 1 meter dengan kedalaman 4 - 5 meter dan diletakkan sebelum gelombang pecah.
 - Untuk menghasilkan energi listrik yang besar dibutuhkan lokasi yang memiliki nilai energi gelombang besar pula. Gelombang yang sesuai dengan kriteria ini adalah gelombang Swell yang cenderung mengandung energi yang besar.
- Syarat Gelombang Beraturan

Syarat gelombang beraturan adalah ketika gelombang tersebut tidak mengalami pecah akibat pendangkalan. Karena ketika suatu gelombang tersebut terpecah maka ada energi yang terbuang. dimana, gelembung udara akan muncul pada massa air sehingga mempengaruhi besar kerapatan massa.
- Keadaan Topografi Lautan

Optimasi dari suatu desain akhir PLGL tipe Pelampung tergantung pada topografi kelautan atau barimetri di sekitar lokasi. Apabila kondisi dasar lautan atau

permukaannya kurang memenuhi persyaratan maka akan dilakukan pengerukan atau penambalan agar struktur kaki dan tower PLGL bisa berdiri kokoh.

7) Besar Daya Listrik yang dihasilkan Gelombang Laut

$$E = 2\rho V \left(\frac{H_s^2}{T^2} \right) x f \quad (10)$$

Dengan :

E = Tenaga gelombang (P_w), dimana besar daya listrik yang mampu dihasilkan gelombang laut (Watt)

ρ = Massa jenis pelampung (kg/m³)

V = Volum dari pelampung (m³)

H_s = Tinggi signifikan gelombang (m)

T = Periode gelombang (det)

f = Frekuensi (Hz)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei pasang surut berupa data pengamatan pasang surut selama 15 (lima belas) hari dengan interval pembacaan tiap 1 (satu) jam. Untuk lebih memperjelas dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sementara grafik pasang surutnya dapat dilihat pada **Gambar 4**.

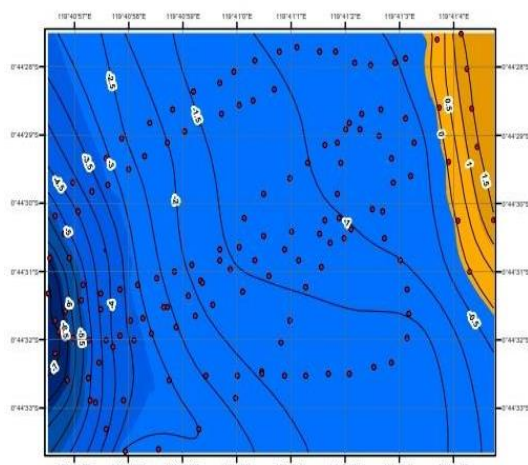
Tabel 1. Data Pasang Surut di Pantai Salubomba

Jam	Tanggal														
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
0:00	0.88	0.92	1.10	0.92	0.80	0.78	0.65	0.60	0.85	0.75	0.73	0.63	0.65	0.50	0.65
1:00	0.83	0.84	0.95	0.84	0.82	0.70	0.63	0.71	0.75	0.55	0.65	0.65	0.57	0.61	0.97
2:00	0.83	0.77	0.91	0.79	1.05	0.83	0.63	1.08	0.65	0.51	0.63	0.54	0.53	0.98	0.60
3:00	0.74	0.63	0.90	0.65	1.21	1.21	0.57	1.47	0.65	0.45	0.45	0.66	0.70	1.07	1.04
4:00	0.69	0.59	1.00	0.59	1.76	1.69	0.55	1.80	1.08	1.08	0.68	1.59	1.08	1.70	1.36
5:00	0.80	0.64	1.26	0.87	1.89	1.90	1.12	2.10	1.67	1.39	1.19	1.72	1.77	2.00	1.55
6:00	1.20	1.21	1.98	1.39	2.26	2.18	1.78	2.20	2.53	2.14	1.96	2.00	2.05	2.10	1.77
7:00	1.66	1.56	1.84	2.16	2.65	2.58	2.17	2.60	2.45	2.55	2.59	2.10	2.30	2.50	2.06
8:00	1.83	1.74	1.60	2.05	2.74	2.43	2.05	2.10	2.15	2.35	2.62	2.50	1.97	2.00	1.77
9:00	1.60	1.49	1.40	1.48	2.34	2.10	1.58	1.79	1.75	1.85	2.18	2.00	1.66	1.69	1.35
10:00	1.46	1.11	1.10	1.07	1.84	1.79	1.17	1.08	0.95	1.35	1.64	1.69	1.39	0.98	0.97
11:00	1.25	0.90	1.00	0.92	1.22	1.52	0.78	0.94	0.75	0.95	1.18	0.98	1.19	0.84	0.76
12:00	1.00	0.66	1.00	0.97	0.92	1.32	0.62	0.72	0.84	0.65	0.78	0.84	0.79	0.62	0.67
13:00	0.95	0.58	1.20	1.22	0.69	0.91	0.70	0.64	1.04	0.64	0.63	0.62	0.68	0.54	0.76
14:00	0.88	0.78	1.40	1.62	0.79	0.80	0.82	0.69	1.34	0.74	0.88	0.54	0.80	0.59	0.96
15:00	1.40	1.41	1.60	2.09	0.90	0.92	1.15	0.92	2.04	1.04	1.15	0.59	0.98	0.82	1.30
16:00	1.67	1.74	1.80	2.52	1.19	1.10	1.40	1.19	1.94	1.44	1.61	0.82	1.22	1.29	1.30
17:00	2.10	2.14	1.80	2.67	1.50	1.34	1.85	1.39	1.34	1.74	2.03	1.03	1.32	1.56	1.65
18:00	2.59	2.63	1.80	2.57	1.91	1.44	2.10	1.66	2.04	1.94	2.40	1.34	1.41	1.95	1.90
19:00	2.66	2.69	1.58	2.27	2.13	1.53	2.00	2.05	1.94	1.83	2.38	1.75	1.52	1.80	1.85
20:00	2.54	2.56	1.10	1.92	1.96	1.64	1.87	1.90	1.64	1.74	1.93	1.97	1.68	1.49	1.70
21:00	2.07	2.14	0.94	1.42	1.86	1.80	1.50	1.59	1.34	1.44	1.53	1.80	1.45	1.01	1.20
22:00	1.62	1.59	0.90	1.07	1.35	1.57	1.11	1.11	0.94	1.04	1.08	1.19	1.05	0.75	0.90
23:00	0.97	1.04	0.86	0.95	1.03	1.16	0.85	0.85	0.74	0.74	0.92	0.87	0.78	0.72	0.60

Berdasarkan titik referensi pengukuran batimetri pada koordinat UTM, dilakukan penggambaran peta kondisi lokasi kajian. Adapun peta batimetri dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Pasang Surut di Pantai Salubomba



Gambar 6. Peta Batimetri di Pantai Salubomba

1) Tegangan Angin (U_A)

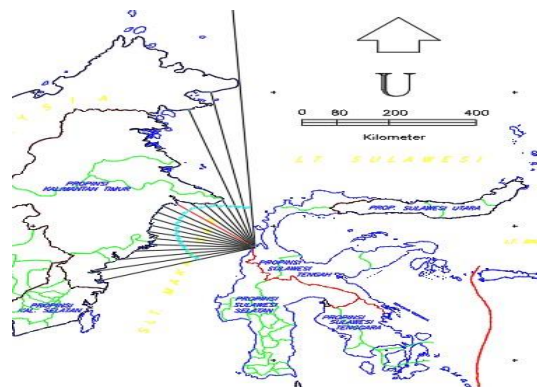
Untuk menghitung nilai U_A faktor tegangan angin yang selanjutnya dipakai dalam persamaan peramalan tinggi gelombang. Dalam perhitungan untuk menentukan faktor tegangan angin digunakan persamaan (1), Nilai U_A pada tahun 2007-2017 arah utara – barat laut, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Faktor Tegangan Angin

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		m/det	m/det	m/det	m/det	m/det	m/det	m/det	m/det
U _A (m/det)									
1	2007	15.96	14.91	10.99	10.39	7.92	12.72	7.92	20.56
2	2008	15.96	12.72	11.57	7.27	7.92	12.72	12.15	13.83
3	2009	21.60	10.99	6.60	4.51	7.92	7.27	9.79	15.96
4	2010	32.79	11.57	5.23	5.23	36.77	7.92	9.18	14.91
5	2011	33.41	12.15	5.93	10.99	9.79	10.99	9.18	47.02
6	2012	15.96	14.91	7.92	9.18	15.44	7.92	7.27	36.03
7	2013	36.03	20.56	28.50	9.79	5.93	7.27	44.99	44.99
8	2014	34.03	13.83	37.57	41.80	5.93	5.93	7.92	20.04
9	2015	37.57	10.99	13.28	6.60	6.60	5.93	17.50	23.22
10	2016	14.37	9.79	28.50	20.56	6.60	7.27	47.02	47.02
11	2017	14.91	10.99	7.92	5.23	9.18	7.27	7.92	15.03

1) Fetch Gelombang

Berdasarkan data dan gambar dari Google Earth, Fetch efektif digunakan dalam grafik peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi, periode dan durasi gelombang. Fetch efektif diberikan oleh persamaan (4). Perhitungan panjang x_i (panjang fetch) dari berbagai arah yang memungkinkan dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Garis fetch Desa Salubomba

1) Peramalan Gelombang Metode Wilson

Peramalan gelombang di pembahasan ini menitikberatkan pada data angin yang telah diolah dan panjang fetch sebagai pembentuk utama gelombang laut, adapun metode peramalan gelombang menggunakan Metode SMB sebagai salah satu metode dalam meramalkan data-data gelombang yang

diperlukan dalam pembentukan tenaga listrik dari gelombang laut. Maka diperoleh tinggi gelombang dan periode gelombang yang disajikan pada Tabel 3 dan 4 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan H_s (tinggi gelombang signifikan)

No.	Tahun	Utara m/det	Timur Laut m/det	Timur m/det	Tenggara m/det	Selatan m/det	Barat Daya m/det	Barat m/det	Barat Laut m/det
H_s (m)									
1	2007	1.28	1.19	0.88	0.83	0.63	1.02	0.63	1.65
2	2008	1.28	1.02	0.93	0.58	0.63	1.02	0.97	1.11
3	2009	1.73	0.88	0.53	0.36	0.63	0.74	0.78	1.28
4	2010	2.63	0.93	0.42	0.42	2.95	0.63	0.74	1.19
5	2011	2.68	0.97	0.47	0.88	0.78	0.88	0.74	3.77
6	2012	1.28	1.19	0.63	0.74	1.24	0.63	0.58	2.89
7	2013	2.89	1.65	2.28	0.78	0.47	0.58	3.60	3.60
8	2014	2.73	1.11	3.01	3.35	0.47	0.47	0.63	1.61
9	2015	3.01	0.88	1.06	0.53	0.53	0.47	1.40	1.86
10	2016	1.15	0.78	2.28	1.65	0.53	0.58	3.77	3.77
11	2017	1.19	0.88	0.63	0.42	0.74	0.58	0.63	1.19

Tabel 4. Hasil Perhitungan T_s (Periode gelombang signifikan)

No.	Tahun	Utara m/det	Timur Laut m/det	Timur m/det	Tenggara m/det	Selatan m/det	Barat Daya m/det	Barat m/det	Barat Laut m/det
T_s (det)									
1	2007	4.34	4.24	3.83	3.76	3.43	4.02	3.43	4.72
2	2008	4.34	4.02	3.89	3.34	3.43	4.02	3.96	4.13
3	2009	4.80	3.83	3.23	2.84	3.43	3.60	3.68	4.34
4	2010	5.51	3.89	2.99	2.99	5.73	3.43	3.60	4.24
5	2011	5.55	3.96	3.12	3.83	3.68	3.83	3.60	6.22
6	2012	4.34	4.24	3.43	3.60	4.29	3.43	3.34	5.69
7	2013	5.69	4.72	5.26	3.68	3.12	3.34	6.12	6.12
8	2014	5.58	4.13	5.77	5.98	3.12	3.12	3.43	4.68
9	2015	5.77	3.83	4.08	3.23	3.23	3.12	4.47	4.91
10	2016	4.19	3.68	5.26	4.72	3.23	3.34	6.22	6.22

Pada perhitungan selanjutnya tinggi gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang yang sudah dipengaruhi refraksi saja hal ini sedangkan refleksi dan difraksi tidak diperhitungkan karena di lokasi penelitian tidak terdapat *revetment* dan *breakwater* terletak pada bibir pantai. Berikut adalah perhitungan tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh refraksi dapat dilihat pada tabel 5 di bawah.

No.	Tahun	Utara m/det	Timur Laut m/det	Timur m/det	Tenggara m/det	Selatan m/det	Barat Daya m/det	Barat m/det	Barat Laut m/det
Koefisien Refraksi (K_r)									
1	2007	0.930	0.936	0.960	0.964	0.984	0.948	0.984	0.913
2	2008	0.930	0.948	0.956	0.988	0.984	0.948	0.952	0.941
3	2009	0.911	0.960	0.993	1.000	0.984	0.988	0.969	0.930
4	2010	0.889	0.956	0.998	0.998	0.884	0.984	0.973	0.936
5	2011	0.888	0.952	0.996	0.960	0.969	0.960	0.973	0.876
6	2012	0.930	0.936	0.996	0.973	0.933	0.984	0.988	0.885
7	2013	0.885	0.913	0.895	0.969	0.996	0.988	0.878	0.878
8	2014	0.887	0.941	0.884	0.880	0.996	0.996	0.984	0.915
9	2015	0.884	1.401	0.945	0.993	0.993	0.996	0.855	0.906
10	2016	1.042	0.969	0.895	0.913	0.993	0.988	0.876	0.876
11	2017	0.936	0.960	0.984	0.998	0.973	0.988	0.984	0.935
H (m)									
1	2007	1.27	1.19	0.89	0.85	0.65	1.03	0.65	1.59
2	2008	1.27	1.03	0.94	0.59	0.65	1.03	0.98	1.11
3	2009	1.67	0.89	0.53	0.34	0.65	0.59	0.80	1.27
4	2010	2.41	0.94	0.41	0.41	2.66	0.65	0.75	1.19
5	2011	2.45	0.98	0.47	0.89	0.80	0.89	0.75	3.29
6	2012	1.27	1.19	0.65	0.75	1.23	0.65	0.59	2.61
7	2013	2.61	1.59	2.13	0.80	0.47	0.59	3.17	3.17
8	2014	2.49	1.11	2.71	2.97	0.47	0.47	0.65	1.56
9	2015	2.71	1.30	1.07	0.53	0.53	0.47	1.27	1.78
10	2016	1.28	0.80	2.13	1.59	0.53	0.59	3.29	3.29
11	2017	1.19	0.89	0.64	0.41	0.75	0.59	0.65	1.20

1) Gelombang Pecah

Gelombang Pecah terjadi akibat gelombang yang menuju pantai mengalami perubahan kedalaman. Berikut tinggi dan kedalaman gelombang pecah.

Tabel 6. Tinggi dan Kedalaman gelombang pecah

No.	Tahun	Utara m/det	Timur Laut m/det	Timur m/det	Tenggara m/det	Selatan m/det	Barat Daya m/det	Barat m/det	Barat Laut m/det
H_b (m)									
1	2007	1.41	1.34	1.03	0.98	0.76	1.17	0.76	1.75
2	2008	1.41	1.17	1.08	0.70	0.76	1.17	1.12	1.25
3	2009	1.82	1.03	0.61	0.40	0.76	0.70	0.93	1.41
4	2010	2.57	1.08	0.47	0.47	2.82	0.76	0.87	1.34
5	2011	2.61	1.12	0.54	1.03	0.93	1.03	0.87	3.46
6	2012	1.41	1.34	0.75	0.87	1.37	0.76	0.70	2.78
7	2013	2.78	1.75	2.29	0.93	0.54	0.70	3.34	3.34
8	2014	2.65	1.25	2.88	3.14	0.54	0.54	0.76	1.71
9	2015	2.88	2.01	1.21	0.61	0.61	0.54	1.31	1.93
10	2016	1.53	0.93	2.29	1.75	0.61	0.70	3.46	3.46
11	2017	1.34	1.03	0.76	0.47	0.87	0.70	0.76	1.34
d_b (m)									

1	2007	1.583	1.50	1.15	1.12	0.87	1.31	0.87	1.95
2	2008	1.583	1.31	1.21	0.80	0.87	1.31	1.26	1.40
3	2009	2.039	1.15	0.69	0.45	0.87	0.80	1.06	1.58
4	2010	2.775	1.21	0.54	0.54	3.05	0.87	1.00	1.50
5	2011	2.817	1.26	0.62	1.15	1.06	1.15	1.00	3.74
6	2012	1.583	1.50	0.85	1.00	1.54	0.87	0.80	3.00
7	2013	2.999	1.95	2.47	1.06	0.62	0.80	3.61	3.61
8	2014	2.859	1.40	3.11	3.39	0.62	0.62	0.87	1.91
9	2015	3.107	2.37	1.36	0.69	0.69	0.62	1.41	2.16
10	2016	1.775	1.06	2.47	1.95	0.69	0.80	3.74	3.74
11	2017	1.497	1.15	0.87	0.54	1.00	0.80	0.87	1.51

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

- 1) Tinggi gelombang yang diperoleh dari peramalan gelombang metode SMB (Sverdrup Munk-Bretschneider) di Pantai Salubomba termasuk dalam persyarat untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut, tinggi gelombang yang diperoleh yaitu 0,52 – 3,37 meter.
- 2) Dari survey lapangan pasang surut berupa data pengamatan yang di ambil selama 15 (lima belas) hari dengan interval pembacaan tiap 1 (satu) jam. Tipe pasang surut di Salubomba yaitu mixed tide prevailing diurnal dengan bilangan Formzahl 1,77. Tipe ini terjadi 1 atau 2 kali pasang dan 2 kali surut. Untuk kedalaman gelombang pecah terjadi pada kedalaman 3,95 meter.
- 3) Tipe PLTGL yang digunakan adalah PLTGL tipe Pelampung dengan Generator Linier Permanen, Karena Pembangkit listrik ini lebih sesuai dengan karakteristik gelombang di Pantai Salubomba. Selain itu efisien dari segi pemanfaatan dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chntiya.G., (2018), *Analisis Gelombang Laut dengan Menggunakan Data Angin (Studi Kasus Bencana Pantai Lembasada Kabupaten Donggala)*. Universitas Tadulako. Palu
- [2] Dean G.R & Dalrymple R.A., (1991). *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientist*. University of Delaware & University of Florida, USA
- [3] Google Earth (2018), “*Peta Wilayah Pantai Salubomba*”. Kabupaten Donggala.
- [4] Ippen, A.T., (1966), *Estuary and Coastline Hydrodynamics*, Mc. Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- [5] KKP RI (2017), “*Maritim Indonesia, Kemewahan Yang Luar Biasa*”, Jakarta.
- [6] Nontji, Anugerah., (1993). *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- [7] Profil Desa (2018) “*Profil Desa Salubomba*”, Kabupaten Donggala.