



Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column (OWC) di Perairan Marana

Setiyawan^{a*} dan N. Abdulrahim^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: setiyawanvip@yahoo.co.id

Received: 21 January 2021; revised: 20 February 2021; accepted: 22 February 2021

Abstract: The alternatives to overcome electricity shortage in Indonesia is wave generating. One of the methods conducted in this research is OWC (Oscilating Water Column) based on study area criteria (Marana Village). OWC method can convert ocean wave energy at wave column oscillation to generate electricity. To be able to produce electricity, this OWC device will train the wave energy through the OWC door hole. This research determine the amount of waves that can be utilized in Marana waters to be converted into units of electricity (watts). The amount of wave height that can be used, depends on the amount of wind that is in the waters of Marana. In addition to wave height, tidal is also needed to know the placement of Oscilating Water Column (OWC) is so that when the tidal water occurs, OWC is still in the condition of the wave. In addition, the bathymetry of the sea is also needed to know at the depth of how placed this OWC. Based on the results obtained from wave forecasting using the 2002-2006 wind data obtained maximum wave height for 5 years is 0.204 m in Year 2003. Which can generate electricity of 0.688 watts. Where from concluded in Marana waters do not have the potential to build Sea Wave Power Plant.

Keywords: *electric potential, sea wave, oscilating water column, wave height, power.*

Abstrak: Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) adalah salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan listrik di Indonesia. Salah satu metode yang dikembangkan adalah OWC (Oscilating Water Column) berdasarkan kriteria daerah studi (Desa Marana). Metode OWC dapat mengubah energi gelombang laut dengan menggunakan kolom osilasi sehingga dapat menghasilkan listrik. Untuk dapat menghasilkan listrik maka alat OWC ini akan mengarahkan energi gelombang melalui lubang pintu OWC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya gelombang yang dapat dimanfaatkan di perairan Marana untuk dikonversikan kedalam satuan listrik (watt). Besarnya tinggi gelombang yang dapat dimanfaatkan, tergantung dengan besarnya angin yang berada di Perairan Marana. Selain tinggi gelombang, pasang surut juga dibutuhkan untuk mengetahui penempatan Oscilating Water Column (OWC) ini agar ketika terjadi pasang surutnya air. Selain itu, batimetri laut pun sangat dibutuhkan untuk mengetahui pada kedalaman berapa diletakkan alat ini. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari peramalan gelombang dengan menggunakan data angin Tahun 2002 – 2006 diperoleh tinggi gelombang maksimum selama 5 Tahun adalah 0,204 m pada Tahun 2003. Yang dapat menghasilkan listrik sebesar 0,688 watt. Dimana dari disimpulkan di perairan Marana tidak berpotensi untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.

Kata kunci: *potensi listrik, gelombang laut, oscilating water column, tinggi gelombang, daya.*

1. Pendahuluan

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pembangunan dari tahun ke tahun, kebutuhan akan energi listrik dan juga bahan bakar pun semakin besar. Khususnya di kabupaten Donggala, yang memiliki penduduk sebesar 301757 jiwa. Semakin banyaknya jumlah penduduk maka jumlah penggunaan listrik pun akan meningkat.

Kita ketahui bahwa kebutuhan listrik di Indonesia selama ini dipenuhi oleh sumber daya tak terbarukan seperti minyak bumi dan batu bara. Namun minyak bumi dan batu bara belum mencukupi seluruh kebutuhan manusia dalam jangka waktu yang panjang mengingat cadangan energi yang semakin menipis dan juga proses produksinya yang membutuhkan waktu jutaan tahun. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu studi yang mendalam mengenai penggunaan energi yang dapat diperbaharui untuk menjawab masalah yang terdapat di Kabupaten Donggala. Selain dapat diperbaharui, juga dibutuhkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan dengan biaya murah [1-3].

Marana adalah salah satu desa yang ada di Kecamatan Sindue yang memiliki penduduk yang ramah dan baik serta dapat menerima pembuatan pembangkit listrik. Bukan hanya strategis tetapi juga memiliki gelombang laut yang cukup besar untuk dijadikan acuan bahwa perairan tersebut menurut kami layak dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut

2. Metode Penelitian

2.1. Angin

Pada kondisi angin yang baik, gelombang laut dapat diobservasi secara *random*, baik untuk tinggi, periode, maupun arahnya. Angin memberikan pengaruh yang besar terhadap terjadinya gelombang laut sehingga energi gelombang laut dipengaruhi oleh frekuensi angin yang terjadi sepanjang tahun pada suatu zona lautan tertentu. [4-6].

2.2. Kecepatan dan Tegangan Angin (U_A)

Adapun persamaan untuk menghitung nilai tegangan angin adalah [7-8]:

$$U_A = 0,71 U^{1.23} \tag{1}$$

dimana:

U_A = Tegangan angin (m/s)

U = Kecepatan angin (m/s)

2.3. Fetch

Fetch merata efektif diberikan oleh persamaan berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum F_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \tag{2}$$

dimana :

F_{eff} = Fetch merata efektif

F_i = Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

α = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan sudut tiap 6° pada kedua sisi dari arah angin

2.4. Peramalan Gelombang dengan Menggunakan Metode SMB (Sverdrup Munk-Bretschneider)

Perhitungan SMB meliputi [9-11].:

- 1) Tinggi gelombang signifikan (H_s)

$$\frac{gH_s}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} \left[\frac{gF}{U_A^2} \right]^{1/2} \tag{3}$$

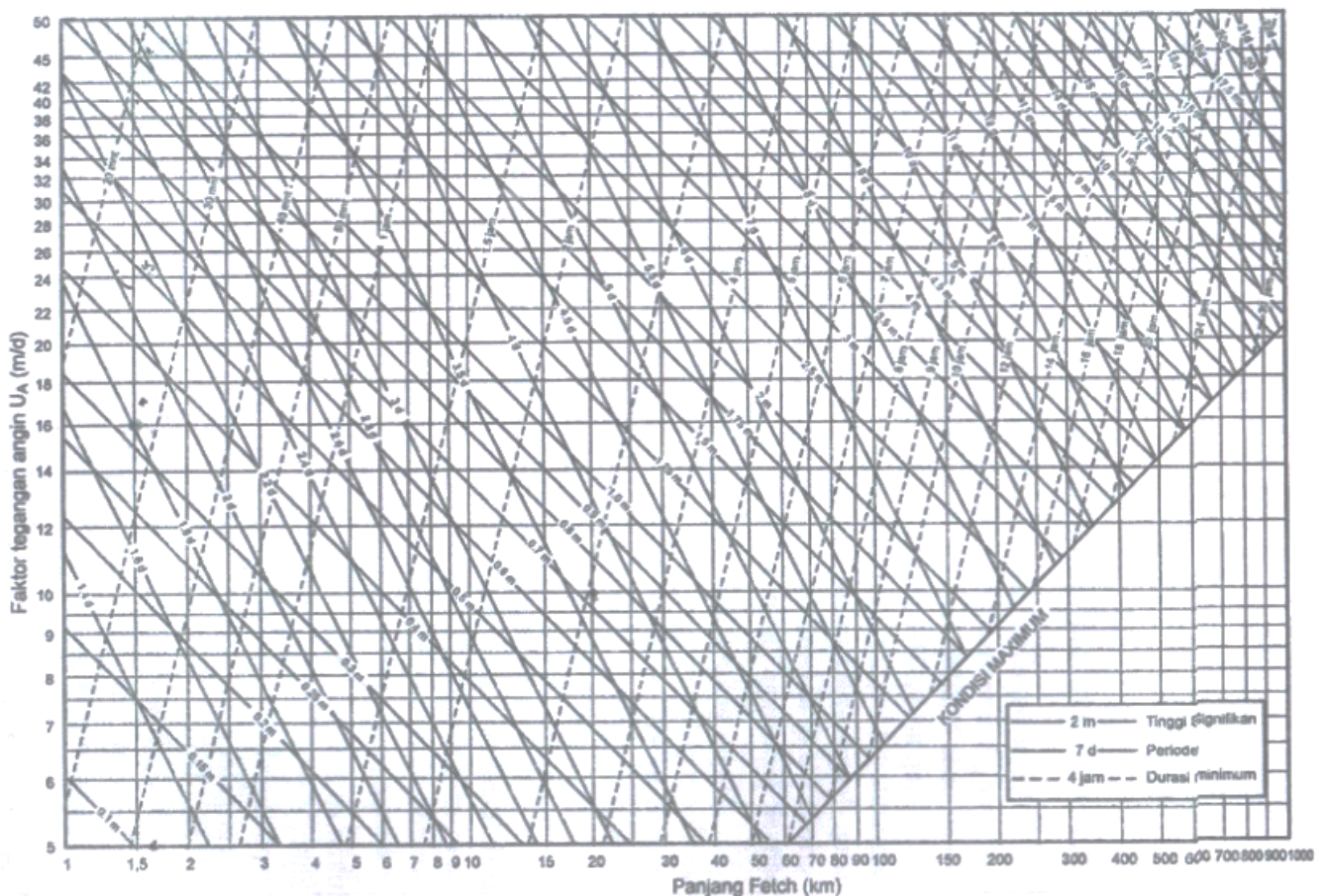
- 2) Periode gelombang signifikan (T_s)

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2,857 \times 10^{-1} \left[\frac{gF}{U_A^2} \right]^{1/3} \tag{4}$$

$$T_s = 0,95 T_m \tag{5}$$

- 3) Durasi angin (t)

Grafik untuk mendapatkan durasi angin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik peramalan gelombang [12]

2.5. Refraksi Gelombang (K_R)

Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_0 dan L_0 menjadi C_1 dan L_1 [13-14].

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \tag{6}$$

dimana :

α_0 = Sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar di mana 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:

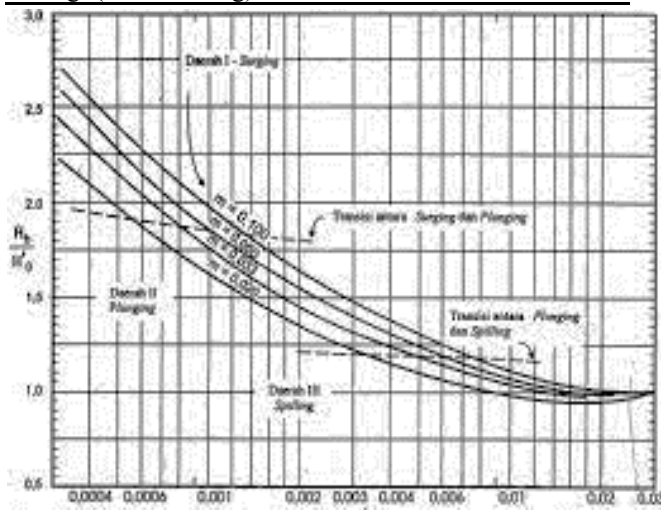
$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \quad (7)$$

2.6. Refleksi Gelombang (K_s)

Gelombang datang yang mengenai *breakwater* atau pulau akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Refleksi gelombang akan menyebabkan ketidak-tenangan di dalam perairan. Untuk mendapatkan ketenangan di perairan maka bangunan harus bisa menyerap atau menghancurkan energi gelombang [14]. Koefisien refleksi berbagai tipe bangunan diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien refleksi (K_s)

Tipe Bangunan	X
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7 – 1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan blok beton	0,3 – 0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lubang)	0,05 – 0,2



Gambar 2. Penentuan tinggi dan kedalaman gelombang pecah [12]

2.8. Difraksi Gelombang (K_D)

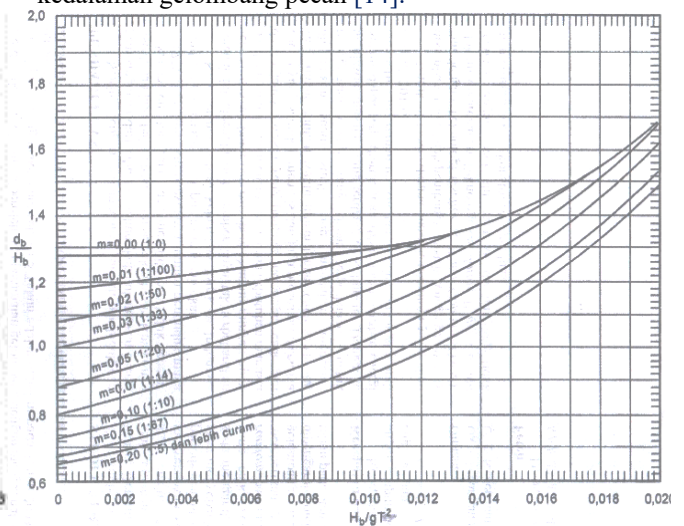
Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien difraksi K_d .

$$H = H_s \times Kr \times K_s \times K_d \quad (8)$$

2.9. 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 [15].

Penelitian yang dilakukan oleh Iversen, Galvin dan Goda menunjukkan bahwa H_b / H'_o dan d_b / H_b tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kemiringan gelombang datang [16]. Gambar 2 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 d_b / H_b dan H_b / gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Gambar-2 dan disarankan untuk digunakan di dalam hitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah [14].



2.7. Perhitungan Daya Potensial Listrik dengan Sistem OWC

- 1) Menghitung kecepatan aliran udara sekitar kolom

$$v_1 = -\frac{\omega}{2} H \sin(\omega t) \quad (9)$$

- 2) Menghitung kecepatan aliran udara pada orifice

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 \quad (10)$$

- 3) Menghitung debit udara

$$Q_1 = v_1 A_1 \text{ dan } Q_2 = v_2 A_2 \quad (11)$$

- 4) Menghitung potensial kecepatan

$$\phi_1 \approx v_1 \eta_1 = -\frac{\omega H^2}{4} \sin(\omega t) \cos(\omega t) \quad (12a)$$

$$\phi_2 \approx v_2 \eta_2 = -\frac{A_1}{A_2} v_1 \frac{\omega H^2}{4} \sin(\omega t) \cos(\omega t) \quad (12b)$$

- 5) Tekanan udara pada orifice

$$P_2 = P_0 + \rho \left(\frac{A_1}{A_2}\right) \frac{d\phi}{dt} + \rho \frac{Q_2}{A_2} (v_2 - v_1) \quad (13)$$

- 6) Menghitung daya pada OWC

$$E = (P_2 - P_0) v_2 A_2 \quad (14)$$

- 7) Menghitung potensi daya gelombang yang mampu dirubah menjadi daya listrik [17-20].

$$P_w = 0,195 w \rho g H^2 T \quad (15)$$

- 8) Setelah mengetahui daya gelombang dan daya keluaran dari OWC maka efisiensi OWC dapat dihitung dengan perbandingan dari daya gelombang yang masuk ke dalam kolom dengan daya yang keluar dari OWC

$$\eta_{OWC} = \frac{E}{P_w} \times 100\% \quad (16)$$

- 9) Efisiensi dari PLTGL didapat dari perkalian antara efisiensi kolom, efisiensi turbin dan efisiensi generator

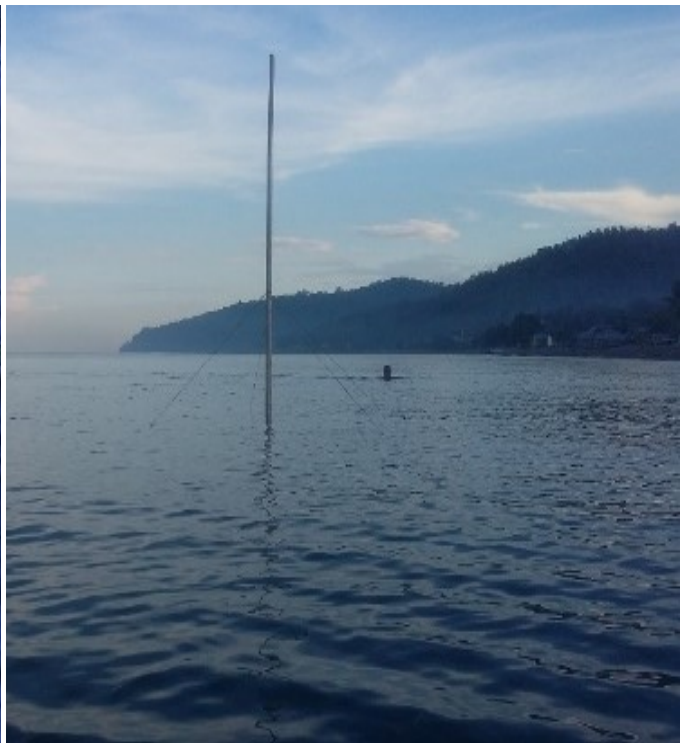
$$\eta_{PLTGL} = \eta_{OWC} \times \eta_{generator} \times \eta_{turbin} \quad (17)$$

- 10) Selanjutnya akan dihitung daya listrik yang dihasilkan
- $$Pg = Pw \times \eta_{PLTGL} \quad (18)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Survei Pasang Surut

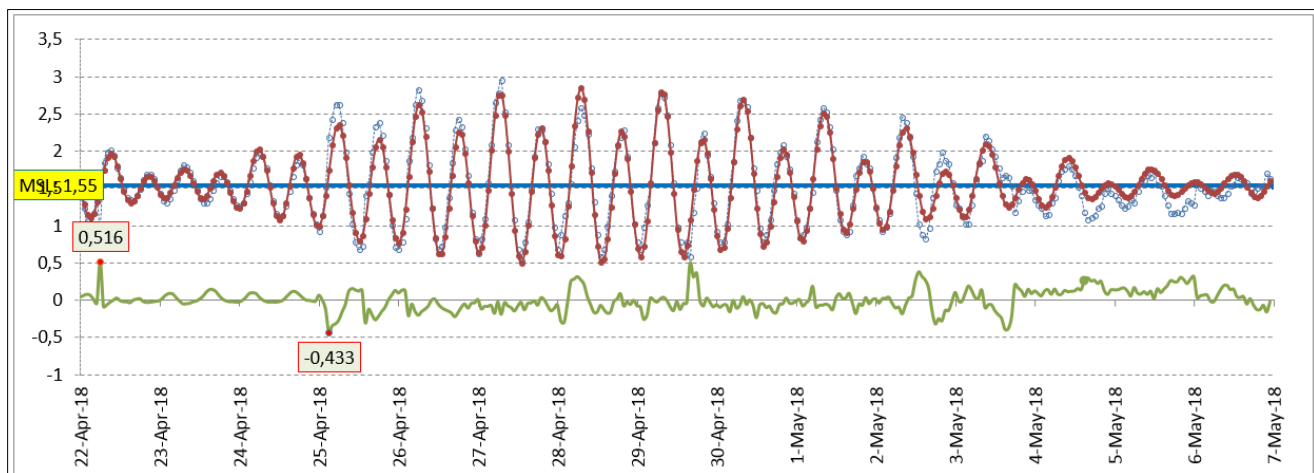
Lokasi pengamatan pasang surut secara detail berada di Desa Marana, Kabupaten Donggala. Survei di Perairan Marana dilaksanakan selama 15 hari dari tanggal 22 April sampai dengan 6 Mei 2018. Survei dilakukan dengan interval waktu pengamatan setiap satu jam. Lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.



a) Lokasi survei pasang surut

b) Titik penempatan rambu ukur

Gambar 3. Lokasi survei dan penempatan rambu ukur pasang surut



Gambar 4. Grafik pasang surut Perairan Marana

Hasil survei pasang surut berupa data pengamatan pasang surut selama 15 hari dengan interval pembacaan tiap 1 jam bisa dilihat pada Gambar 4.

3.2. Windrose dan Histogram Tahun 2002-2006

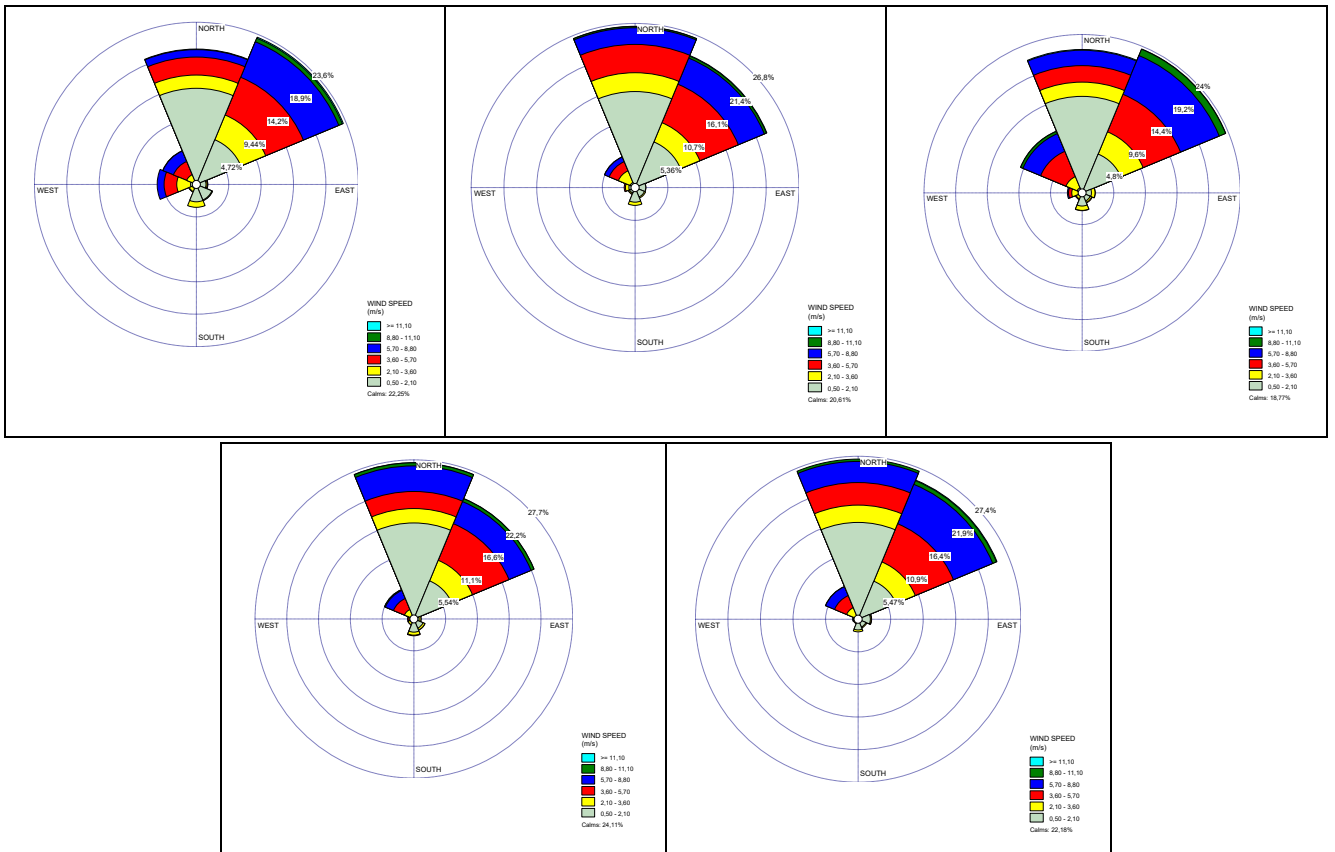
Gambar 5 dan Gambar 6 menampilkan windrose dan histogram data angin pada stasiun Mutiara Palu, yang diperoleh dari website BMKG dan telah diolah menjadi data

dan arah angin, dimana faktor tegangan angin dapat dilihat pada Tabel 3.

3.3. Fetch

Perhitungan panjang x_i (panjang *fetch*) dari berbagai arah yang memungkinkan dapat dilihat berikut ini:

$$F_{eff} = \frac{\sum F_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{31690,037}{19,081} = 1660,804 \text{ m}$$



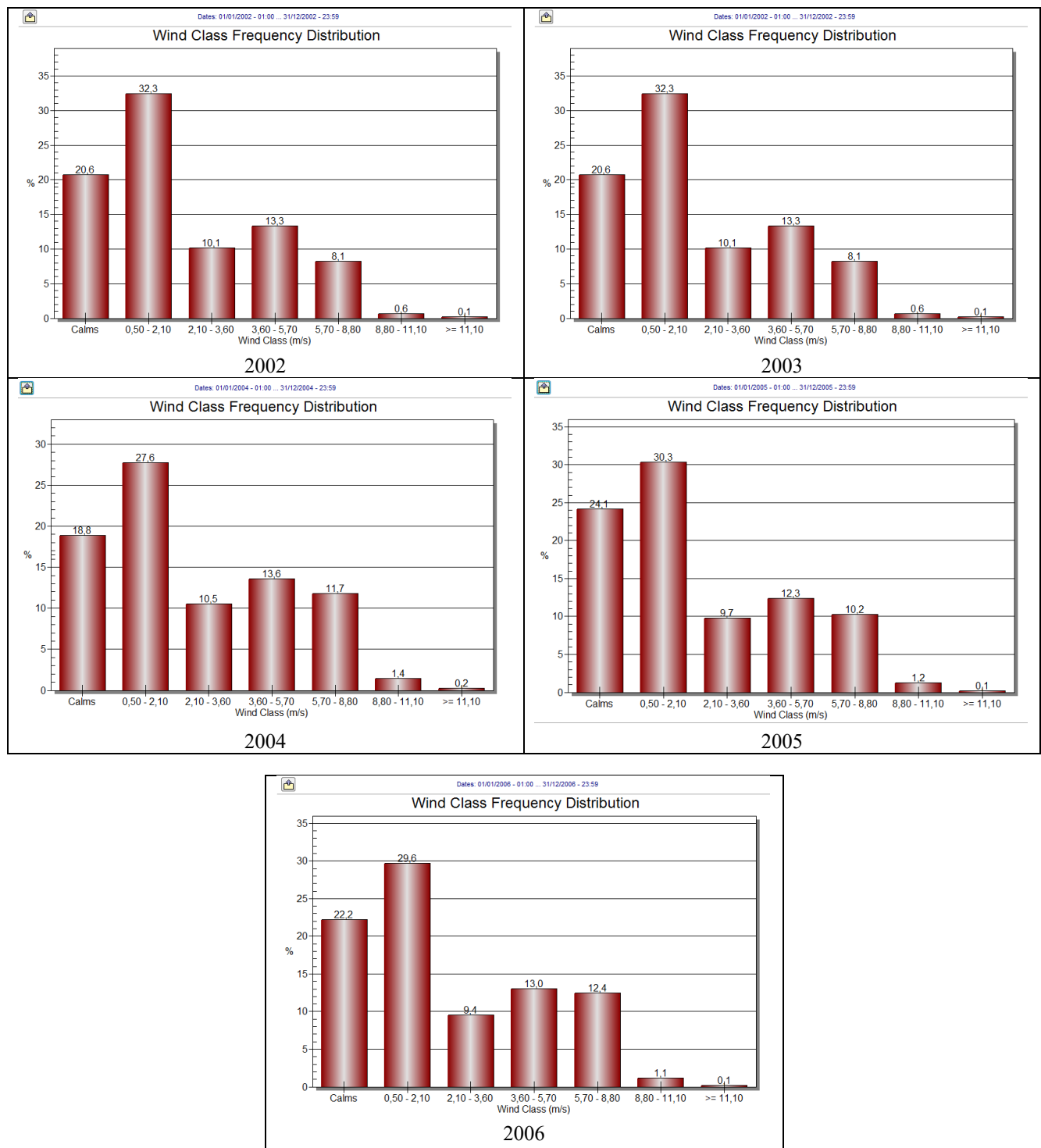
Gambar 5. Windrose Tahun 2002-2006

Tabel 3. Faktor tegangan angin (U_A)

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
1	2002	20,214	25,696	11,638	16,594	10,327	10,988	6,679	15,439
2	2003	10,327	12,277	9,654	10,988	45,850	11,638	10,988	43,815
3	2004	16,020	17,841	11,638	7,413	9,654	11,638	11,638	13,647
4	2005	40,664	13,647	9,654	9,654	8,129	8,129	12,277	11,638
5	2006	15,439	14,253	27,152	6,679	10,988	6,679	11,638	12,906

Tabel 4. Perhitungan H_s (tinggi gelombang signifikan) dan T_s (periode gelombang signifikan)

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
										H_s (m)
1	2002	0,421	0,535	0,242	0,345	0,215	0,229	0,139	0,321	
2	2003	0,215	0,256	0,201	0,229	0,955	0,242	0,229	0,912	
3	2004	0,333	0,371	0,242	0,154	0,201	0,242	0,242	0,284	
4	2005	0,847	0,284	0,201	0,201	0,169	0,169	0,256	0,242	
5	2006	0,321	0,297	0,565	0,139	0,229	0,139	0,242	0,269	
T_s (det)										
1	2002	1,910	2,070	1,589	1,789	1,527	1,559	1,321	1,746	
2	2003	1,527	1,618	1,493	1,559	2,510	1,589	1,559	2,473	
3	2004	1,768	1,833	1,589	1,367	1,493	1,589	1,589	1,676	
4	2005	2,412	1,676	1,493	1,493	1,410	1,410	1,618	1,589	
5	2006	1,746	1,700	2,108	1,321	1,559	1,321	1,589	1,645	



Gambar 6. Windrose Tahun 2002-2006

3.4. Peramalan Gelombang

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. Nilai tinggi gelombang signifikan, periode gelombang signifikan dan durasi angin dapat dilihat pada Tabel 4.

Berikut adalah perhitungan tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh refraksi, refleksi dan difraksi.

1) Refraksi Gelombang

Refraksi gelombang terjadi karena perubahan kedalaman laut. Sebelum masuk pada rumus, terlebih dahulu mengitung L_0 , L , C_0 , C_1 dan α_1 . L_0 diperoleh dengan menggunakan rumus $L_0 = 1,56 T^2$. T (periode). Setelah nilai L_0 diperoleh, selanjutnya kedalaman yang ditinjau (3 m) dibandingkan dengan besarnya L_0 . Tahapan hitungan refraksi dapat dilihat pada Tabel 5 sampai Tabel 7.

Tabel 5. Besarnya perbandingan kedalaman terhadap d/L₀, d/L dan L

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		d/L ₀							
1	2002	0,527	0,449	0,761	0,601	0,825	0,791	1,103	0,631
2	2003	0,825	0,735	0,862	0,791	0,305	0,761	0,791	0,315
3	2004	0,615	0,573	0,761	1,029	0,862	0,761	0,761	0,685
4	2005	0,331	0,685	0,862	0,862	0,967	0,967	0,735	0,761
5	2006	0,631	0,665	0,433	1,103	0,791	1,103	0,761	0,711
		d/L							
1	2002	0,528	0,452	0,761	0,611	0,825	0,791	1,103	0,631
2	2003	0,825	0,735	0,862	0,791	0,317	0,761	0,791	0,326
3	2004	0,616	0,574	0,761	1,029	0,862	0,761	0,761	0,685
4	2005	0,340	0,685	0,862	0,862	0,967	0,967	0,735	0,761
5	2006	0,631	0,665	0,437	1,103	0,791	1,103	0,761	0,711
		L							
1	2002	5,678	6,636	3,942	4,913	3,636	3,792	2,720	4,751
2	2003	3,636	4,081	3,480	3,792	9,475	3,942	3,792	9,211
3	2004	4,874	5,228	3,942	2,915	3,480	3,942	3,942	4,378
4	2005	8,815	4,378	3,480	3,480	3,102	3,102	4,081	3,942
5	2006	4,751	4,509	6,871	2,720	3,792	2,720	3,942	4,218

Tabel 6. Besarnya nilai C₀ dan C

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		C ₀							
1	2002	2,980	3,228	2,479	2,790	2,382	2,432	2,060	2,724
2	2003	2,382	2,524	2,329	2,432	3,916	2,479	2,432	3,857
3	2004	2,758	2,859	2,479	2,133	2,329	2,479	2,479	2,614
4	2005	3,762	2,614	2,329	2,329	2,200	2,200	2,524	2,479
5	2006	2,724	2,653	3,288	2,060	2,432	2,060	2,479	2,566
		C							
1	2002	2,972	3,207	2,480	2,747	2,381	2,432	2,060	2,721
2	2003	2,381	2,522	2,331	2,432	3,774	2,480	2,432	3,725
3	2004	2,757	2,853	2,480	2,132	2,331	2,480	2,480	2,612
4	2005	3,655	2,612	2,331	2,331	2,200	2,200	2,522	2,480
5	2006	2,721	2,652	3,260	2,060	2,432	2,060	2,480	2,564

Tabel 7. Besarnya sin α₁, sudut yang terjadi akibat pendangkalan (α₁) dan koefisien refraksi (K_r)

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		Sin α ₁							
1	2002	-0,705	-0,702	-0,707	-0,696	-0,707	-0,707	-0,707	-0,706
2	2003	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,682	-0,707	-0,707	-0,683
3	2004	-0,707	-0,706	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707
4	2005	-0,687	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707
5	2006	-0,706	-0,707	-0,701	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707	-0,707
		α ₁							
1	2002	-44,843	-44,614	-45,023	-44,106	-44,967	-45,006	-44,983	-44,927
2	2003	-44,967	-44,969	-45,029	-45,006	-42,966	-45,023	-45,006	-43,076
3	2004	-44,979	-44,882	-45,023	-44,979	-45,029	-45,023	-45,023	-44,956
4	2005	-43,390	-44,957	-45,029	-45,029	-45,014	-45,014	-44,969	-45,023
5	2006	-44,927	-44,991	-44,505	-44,983	-45,006	-44,983	-45,023	-44,960
		Koefisien Refraksi (K _r)							
1	2002	0,999	0,997	1,000	0,992	1,000	1,000	1,000	0,999
2	2003	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983	1,000	1,000	0,984
3	2004	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	2005	0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	2006	0,999	1,000	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 8. Perbandingan jarak terhadap panjang dan tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh refraksi, refleksi dan difraksi

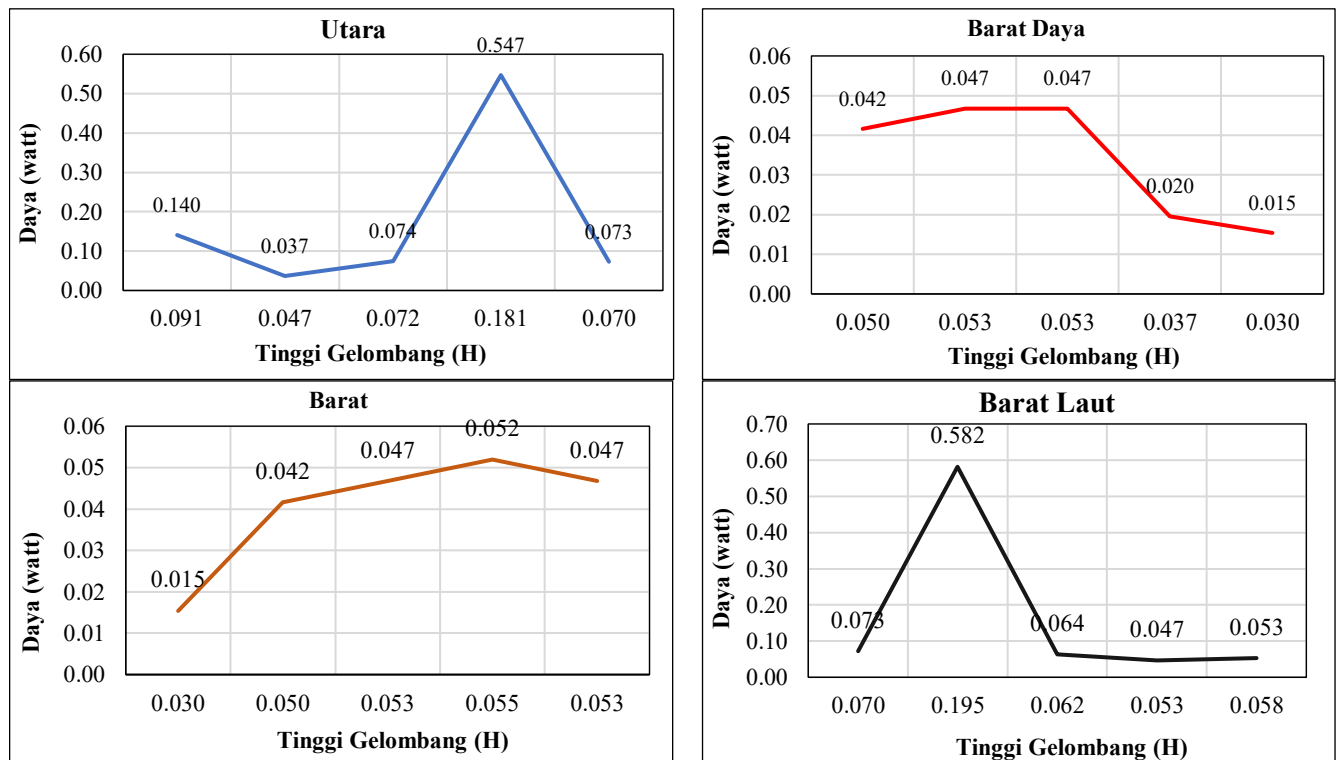
No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		r/L							
1	2002	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
2	2003	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
3	2004	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
4	2005	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176
5	2006	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176

Tinggi gelombang yang digunakan (H)									
1	2002	0,091	0,116	0,053	0,074	0,047	0,050	0,030	0,070
2	2003	0,047	0,055	0,044	0,050	0,204	0,053	0,050	0,195
3	2004	0,072	0,081	0,053	0,033	0,044	0,053	0,053	0,062
4	2005	0,181	0,062	0,044	0,044	0,037	0,037	0,055	0,053
5	2006	0,070	0,064	0,122	0,030	0,050	0,030	0,053	0,058

Tabel 9. Kecepatan sudut dan durasi angin

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		ω							
1	2002	3,289	3,036	3,954	3,513	4,114	4,030	4,758	3,598
2	2003	4,114	3,884	4,208	4,030	2,503	3,954	4,030	2,541
3	2004	3,554	3,429	3,954	4,595	4,208	3,954	3,954	3,749
4	2005	2,605	3,749	4,208	4,208	4,456	4,456	3,884	3,954
5	2006	3,598	3,695	2,981	4,758	4,030	4,758	3,954	3,820

t									
1	2002	2545	2526	2254	2850	2253	2256	2251	2881
2	2003	2253	2248	2246	2256	2881	2254	2256	2226
3	2004	2867	2651	2254	2252	2590	2254	2254	2232
4	2005	2245	2232	2246	2246	2594	2246	2248	2254
5	2006	2881	2220	2514	2251	2581	2251	2254	2242



Gambar 7. Perbandingan tinggi gelombang dan daya listrik

Tabel 9. Tinggi gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
		H_b							
1	2002	0,118	0,150	0,082	0,114	0,072	0,077	0,047	0,108
2	2003	0,072	0,086	0,068	0,077	0,260	0,082	0,077	0,249
3	2004	0,112	0,125	0,082	0,052	0,068	0,082	0,082	0,095
4	2005	0,232	0,095	0,068	0,068	0,057	0,057	0,086	0,082
5	2006	0,108	0,100	0,158	0,047	0,077	0,047	0,082	0,090
d_b									
1	2002	0,110	0,166	0,076	0,127	0,067	0,072	0,043	0,120
2	2003	0,067	0,080	0,063	0,072	0,289	0,076	0,072	0,276
3	2004	0,124	0,138	0,076	0,048	0,063	0,076	0,076	0,089
4	2005	0,258	0,089	0,063	0,063	0,053	0,053	0,080	0,076
5	2006	0,120	0,111	0,175	0,043	0,072	0,043	0,076	0,084

2) Refleksi Gelombang

Besarnya koefisien refleksi (K_s) berdasarkan bangunan dinding vertikal dengan puncak di atas air adalah 0,7.

3) Difraksi Gelombang

Tabel 8 adalah tabel perbandingan antara jarak (r) dan panjang gelombang (L).

3.5. Gelombang Pecah, Kecepatan Sudut (ω) dan Durasi angin (t)

Adapun kecepatan sudut dan durasi angin dapat dilihat pada Tabel 9. Tinggi gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah dapat dilihat pada Tabel 10.

3.6. Daya Potensial Listrik Sistem OWC

Adapun besarnya daya yang dihasilkan selama 5 tahun dapat dilihat pada Gambar 7.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan:

- 1) Peramalan tinggi gelombang maksimum dari tahun 2002-2006 yang diperoleh dengan menggunakan Metode SMB yaitu sebesar 0,204 m dengan rata-rata tinggi gelombang sebesar 0,067 m.
- 2) Dengan tinggi gelombang yang diperoleh dengan menggunakan metode. Adapun dari hasil yang didapatkan adalah tinggi gelombang 0,204 m menghasilkan daya sebesar 0,688 watt dengan rata-rata daya sebesar 0,097 watt.
- 3) Dari hasil perhitungan potensi listrik gelombang laut dapat disimpulkan bahwa di perairan Marana tidak berpotensi untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem OWC dikarenakan daya listrik sangat kecil. Sehingga yang didapatkan dari perhitungan adalah 0,688 watt.

Daftar Pustaka

[1] S.R. Utami, *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Menggunakan Sistem Oscilating Water Column (OWC) di Tiga Puluh Wilayah Kelautan Indonesia*, Jakarta: Universitas Indonesia, 2010.

[2] I.W.A. Wijaya, “Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column di Peairan Bali”, *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2. P. 165, 2010.

[3] A. Nontji, *Laut Nusantara*, Jakarta: Penerbit Djambatan, 1987.

[4] M.R. Azizie, D.A. Wicaksono, and F. Fitriana, “Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Ocillating Water Column”, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2020.

[5] Susastro, A. Noerpamoengkas, M. Ulum, and G. Setyono, “Performance Analysis of Wind Power Generation Models Using Oscillating Water Column”, *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, p. 57 2020.

[6] Rendi , J. Arifin, “Prototip Oscillating Water Columb (OWC)”, *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, p. 14, 2020.

[7] N. Azizah, *Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut*, [https://www.academia.edu/22160078/PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT O MPAK 12-02](https://www.academia.edu/22160078/PEMBANGKIT_LISTRIK_TENAGA_GELOMBANG_LAUT_OMBPAK_12-02), accessed on 12 February 2018.

[8] A.F. Furqon, *Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut*, <http://rekanfurqon.blogspot.co.id/2013/05/pembangkit-listrik-tenaga-gelombang-laut.html#gsc.tab=0>, accessed on 20 February 2018.

[9] A.T. Ippen, *Estuary and Coastline Hydrodynamics*, New York: Mc. Graw Hill Book Company, 1966.

[10] A. Jaelani, *PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut)*, <https://achmadjaelani89.wordpress.com/2016/10/11/plto-pembangkit-listrik-tenaga-gelombang-laut/>, accessed on 12 February 2018.

[11] M.K.R.F. Karim, S. Sarwito, and I.R. Kusuma, “Perancangan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Tipe Oscilating Water Column di

- Pantai Bandalit Jember”, *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 3, no. 1, p. 138, 2014.
- [12] B. Triatmodjo, *Perencanaan Bangunan Pantai*, Yogyakarta: Beta Offset, 2012.
- [13] Mulyadi, M.I. Jumarang, and Apriansyah, “Studi Variabilitas Tinggi dan Periode Gelombang Laut Signifikan di Selat Karimata, *Positron*, vol. 5, no. 1, p. 19, 2015.
- [14] N. Prakasita, *Tentang Ombak atau Gelombang Laut*, <http://nira15.blogspot.co.id/2012/08/tentang-ombak-atau-gelombang-laut.html>, accessed on 2 March 2018.
- [15] W.A. Rudiro, *Peramalan Gelombang Laut (Wave Hindcasting): Memahami Kekurangan Peramalan Gelombang Laut dengan Metode Parametrik*, <https://birahibahari.wordpress.com/2017/04/15/peramalan-gelombang-wave-hindcasting-memahami-kekurangan-peramalan-gelombang-laut-dengan-metode-parametrik/>, accessed on 2 March 2018.
- [16] Y. Simamora, *Analisis Generator Pembangkit Listrik*. <https://www.slideshare.net/YogiSimamora/analisis-generator-pembangkit-listrik>, accessed on 28 March 2018.
- [17] L. Mardiansyah, A. Ismanto, and W. Setyawan, "Kajian Potensi Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan Sistem Oscillating Water Column (OWC) Di Perairan Pantai Bengkulu," *Journal of Oceanography*, vol. 3, no. 3, p. 328, 2014.
- [18] L.E. Safitria, M.I. Jumaranga, and Apriansyah, “Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC) di Perairan Pesisir Kalimantan Barat”, *Positron*, vol. 6, no. 1, p. 8, 2016.
- [19] M.B.N. Royyana, U. Budiarto, and G. Rindho, “Analisa Bentuk Oscillating Water Column Untuk Pemanfaatan Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbaru Dengan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)”, *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 3, no. 1, p. 47, 2015.
- [20] Parjiman, Daryanto, M. Subekti, and M. Rifan. "Simulasi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL)", *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, p. 50, 2018.