

# Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (Pelampung) Kapasitas 100 Watt

M.Hawarul Aini Al Mursyid<sup>1</sup>, Brandon Bayu Mangkurat<sup>2</sup>, Aris Heri Andriawan<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya 60118  
Email: moersyiedgat@gmail.com<sup>1</sup>, bayubrandon10@gmail.com<sup>2</sup>, aris@untag-sby.ac.id<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Wilayah bumi didominasi oleh laut. Ombak merupakan gerakan air laut yang turun-naik atau bergulung-gulung. Untuk itu kita akan mencoba menggali informasi tentang tenaga gelombang air laut yang sudah dimanfaatkan oleh banyak negara, termasuk Indonesia. Studi ini membahas tentang cara membuat pembangkit listrik tenaga gelombang air untuk menghasilkan energi listrik. Tujuan pembuatan alat ini adalah pemanfaatan gelombang air laut sebagai energi listrik untuk kebutuhan manusia dan desa-desa pesisir pantai yang belum teraliri listrik. Untuk cara kerja pembangkit listrik tenaga gelombang air laut ini adalah dengan pelampung yang nantinya ketika ada gelombang laut datang pelampung akan terseret mengikuti arah gelombang, otomatis pelampung yang satunya akan terangkat, dan ketika tidak ada gelombang maka posisi pelampung akan kembali seperti semula. Berdasarkan pembuatan alat pembangkit listrik tenaga gelombang laut diperoleh kesimpulan bahwa putaran Mekanik 744 RPM menghasilkan tegangan dari generator sebesar 30V dan Arus 0.25A, charger controller tegangan 28 V arus 0.37 A, baterai tegangan 12.1 V arus 0.6 A, kemudian inverter DC to AC Tegangan 223 V arus 0.7 A. Dan menghasilkan maksimal beban daya sebesar 130 Watt.

*Kata kunci : energi alternatif, gear, gelombang air, pelampung.*

## 1. PENDAHULUAN

Keberadaan energi alternatif di era ini sangatlah dibutuhkan, hal ini diperlukan guna menopang kebutuhan energi manusia yang semakin lama semakin bertambah serta untuk kedepannya keberadaan energi ini diharapkan dapat mengalihkan sumber daya energi konvensional menuju sumber energi baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Penggunaan kompor gas LPG di Indonesia sudah menjadi hal yang umum. Hampir semua rumah tangga, pedagang serta industri kecil sudah menggunakan jenis kompor tersebut. Melihat kondisi ini, terdapat potensi yang bisa dilakukan dengan banyaknya populasi pemakaian kompor gas LPG di masyarakat, yaitu pemanfaatan sebagian panas yang dihasilkan dari pembakaran gas LPG menjadi energi listrik. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk proses konversi panas menjadi listrik langsung saat ini adalah teknologi thermo elektrik. Thermo-elektrik generator (TEG) yang sumber energinya dapat menggunakan limbah panas merupakan salah satu teknologi hijau yang dibutuhkan sebagai alternatif sumber energi masa depan. Teknologi ini menjanjikan alternatif pembangkitan listrik yang luar biasa karena

mempunyai beberapa kelebihan. Beberapa kelebihan dari TEG ini antara lain adalah, sangat tahan lama, tidak menimbulkan suara saat dioperasikan karena tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak, tidak membutuhkan pemeliharaan lebih, sederhana dan aman, selain itu TEG ini memiliki ukuran yang sangat kecil dan sangat ringan dan mampu beroperasi pada suhu tinggi, juga dapat dioperasikan untuk skala kecil dan lokasi terpencil, serta ramah lingkungan. Jenis generator ini dapat diaplikasikan untuk pembangkit gelombang air laut [1].

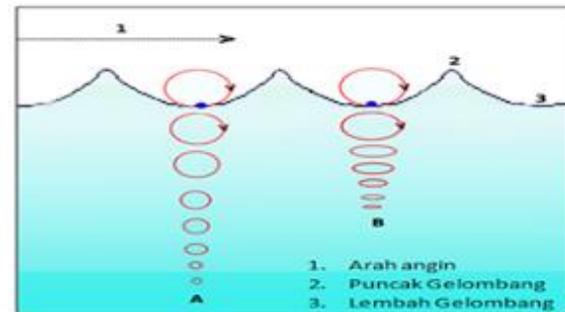
Dalam kehidupan sehari-hari kompor dapat beroperasi selama 2-3 jam perhari, dengan asumsi penggunaan kompor LPG seperti diatas, maka energi listrik alternatif yang dihasilkan akan dapat digunakan untuk membantu mengurangi konsumsi daya listrik PLN sehingga berdampak berkurangnya biaya tagihan listrik PLN. Selain itu penggunaan alat ini juga dapat menjadi solusi permasalahan energi listrik bagi masyarakat yang tinggal di pelosok – pelosok agar tetap dapat menggunakan energi listrik tanpa harus mengandalkan sumber listrik dari PLN yang selama ini tidak dapat menjangkau lokasi terpencil di pedalaman.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pengertian Gelombang Air Laut

Gelombang Air Laut Merupakan salah satu contoh gelombang yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Selain gelombang air laut, masih terdapat contoh banyak lainnya. Ketika melempar batu kecil ke permukaan air yang tenang, akan muncul gelombang yang berbentuk lingkaran dan bergerak ke luar [2]. Ada beberapa jenis gelombang diantaranya adalah gelombang mekanik, gelombang transversal, gelombang longitudinal dan, gelombang elektromagnetik. Kali ini untuk membangkitkan listrik saya menggunakan gelombang mekanik karena merupakan gelombang yang membutuhkan medium untuk berpindah tempat, seperti gelombang air laut. Hal inilah yang menjadikan pemanfaatan dari energi gelombang sebagai sebuah pembangkit listrik masih sangat sedikit di dunia. Gelombang laut adalah bentuk permukaan laut yang berupa punggung atau puncak gelombang dan palung atau lembah gelombang oleh gerak ayun (*oscillatory movement*) akibat tiupan angin, erupsi gunung api, pelongsoran dasar laut, atau lalu lintas kapal. Gelombang laut memiliki dimensi yaitu periode gelombang, panjang gelombang, tinggi gelombang, dan cepat rambat gelombang. Periode gelombang ( $T$ ) adalah waktu tempuh di antara dua puncak atau dua lembah gelombang secara berurutan pada titik yang tetap (satuan detik). Panjang gelombang ( $L$ ) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau dua lembah yang berurutan (satuan meter). Tinggi gelombang ( $H$ ) adalah jarak vertikal antara puncak gelombang dan lembah gelombang (satuan meter). Cepat rambat gelombang ( $C$ ) adalah kecepatan tempuh perjalanan suatu gelombang, yang dapat diperoleh dengan pembagian panjang gelombang ( $L$ ) dengan periode gelombang ( $T$ ) atau  $C=L/T$ . Holthuijsen menjelaskan bahwa gelombang laut adalah pergerakan naik dan turunnya air laut dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Menjelaskan bahwa gelombang laut timbul karena adanya gaya pembangkit yang bekerja pada laut. Gelombang yang terjadi di lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam berdasarkan gaya pembangkitnya, gaya pembangkit tersebut terutama berasal dari angin, dari gaya tarik menarik Bumi - Bulan - Matahari atau yang disebut dengan gelombang pasang surut dan gempa bumi. Ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang fetch pembangkitnya. Fetch adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Fetch ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak fetch nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang

yang lebih besar. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dan bagian – bagian gelombang

### 2.2 Pengertian Generator

Generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya [3]. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.

### 2.3 Pengertian Bantalan

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik [4].

Bearing atau laher adalah komponen sebagai bantalan untuk membantu mengurangi gesekan peralatan berputar pada poros/as. Bearing atau laher ini biasanya berbentuk bulat. Bearing di mobil dipasang pada as roda dan ditempat-tempat yang berputar lainnya.

### 3. PERANCANGAN ALAT

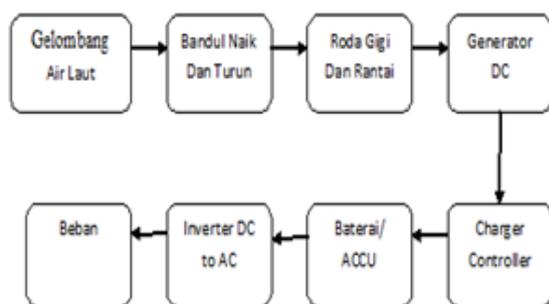
#### 3.1 Konsep Perancangan Alat

Perancangan pada dasarnya merupakan suatu tahapan yang sangat penting dalam pembuatan suatu alat, karena dengan menganalisa komponen yang di gunakan maka alat yang di buat dapat bekerja secara maksimal seperti yang diharapkan. Perancangan merupakan suatu hal yang di lakukan untuk mempermudah proses pembuatan alat. Perancangan terdiri dari pembuatan diagram blok dan sketsa rangkaian untuk setiap blok dan sketsa rangkain untuk setiap blok dengan fungsi tertentu dan spesifikasi alat yang di harapkan lalu setiap blok di hubungkan sehingga terbentuk system tenaga alat yang di harapkan.

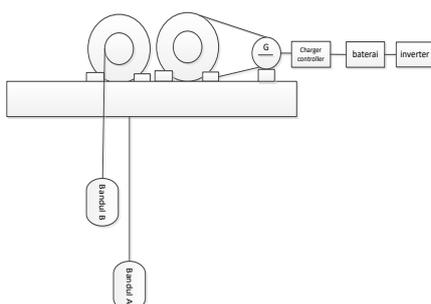
#### 3.2 Blok Diagram Kerja Alat

Blok Diagram merupakan diaram yang dibuat untuk mempetakan proses kerja suatu alat atau yang lainnya, hal ini bertujuan untuk memudahkan seseorang dalam mengenal komponen-komponen dan memahami alur kerja didalamnya. Proses urutan kerja ini di gambarkan dengan menggunakan gambar blok diagram sederhana yang di harapkan semua orang bisa mengerti, karena proses urutan kerja pembangkit listrik ini merupakan langkah langkah untuk menghasilkan listrik yang sesuai dengan yang ditunjukkan gambar 2.

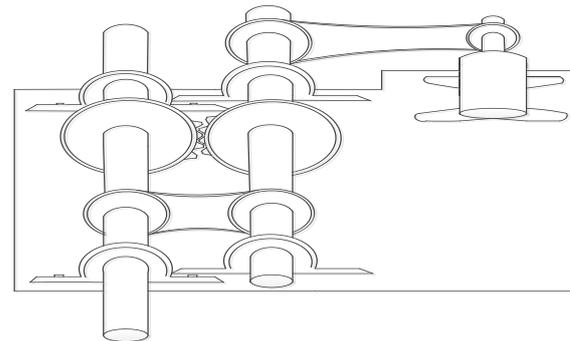
Perinsip kerja ketika bandul b terkena gelombang air maka otomatis bandul b akan naik dan bandul a akan turun begitu pun sebaliknya dan ketika bandul bekerja akan memutar sebuah gear yang terhubung dengan generator lalu di di control dengan solar conterer dan terhubung dengan baterai lalu hasil dari baterai yang masih dc di inverter ke ac. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3 – 5.



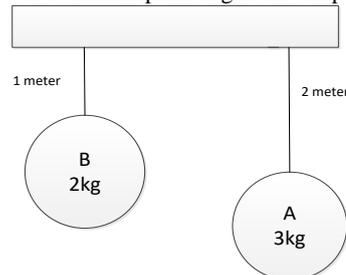
Gambar 2. Diagram blok kerja alat



Gambar 3. Desain pembangkit air tampak samping



Gambar 4. Desain pembangkit air tampak atas



Gambar 5. Konsep system bandul pada alat

#### 3.3 Charger Controller

Bila kita menggunakan baterai 12V, maka rangkaian ini akan menjaga agar tegangan charger yang di butuhkan antara 13,2-13,4Volt..Dan bila sudah mencapai tegangan tersebut, rangkaian otomatis ini akan menghentikan proses pengisian baterai tersebut. Sebaliknya apabila tegangan baterai turun/drop hingga 11 Volt, maka controller akan memutuskan tegangan sehingga baterai tidak sampai habis. Secara keseluruhan fungsi dari controller ini yaitu dapat menjaga agar baterai tidak kelebihan (over charger) dan kehabisan tegangan (under charger) dengan begitu umur baterai bertambah lama.

#### 3.4 Penentuan Pemilihan Inverter

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan charge controller yang digunakan. Berdasarkan tegangan sistem dan perhitungan charge controller, maka tegangan masuk (input) dari inverter 12 VDC. Tegangan keluaran (output) dari inverter yang tersambung ke beban adalah 220 VAC. Arus yang mengalir melewati inverter juga harus sesuai dengan arus yang melalui charger controller.

### 4. PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi penjelasan proses pengujian dan pengukuran pembangkit listrik gelombang air laut dari alat yang telah dirancang sebelumnya sesuai diagram blok.

Pengujian dilakukan tahap demi tahap pada masing-masing blok sistem, kemudian dilanjutkan dengan pengujian alat secara keseluruhan.

Pengujian pada masing-masing blok dilakukan dengan cara mengetahui besar sumber energi gelombang air laut kemudian sampai dengan besar listrik yang di hasilkan. Hasil dari pengujian dan pengukuran dicatat dan ditampilkan pada bab ini. Untuk komponen utama untuk melakukan pengujian alat adalah bandul,tali,bearing, besi ass,roda gigi,dan alas besi,vanbelt, sedangkan untuk komponen alat elektriknya adalah: generator, charger controller, baterai serta dc to ac konverter (inverter).

Perencanaan dan perancangan alat pembangkit listrik tenaga gelombang laut untuk mendapatkan suatu teknologi alternatif yang dapat menghasilkan listrik yang bersih,murah,praktis dan efisien mengingat semakin langkanya minyak bumi dan semakin meningkatnya permintaan energi. Alat konversi ini terdiri dari 2 buah bandul sebagai penggerak vertical atau naik turun, kemudian diteruskan menjadi putaran yang akan di ubah oleh generator DC menjadi listrik, charger Controller sebagai pengatur arus yang akan masuk ke baterai selanjutnya baterai di inverterkan menjadi tegangan AC.

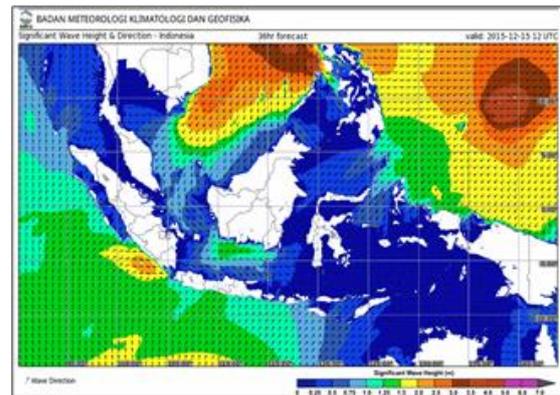
#### 4.1 Pengujian Blok Tinggi Gelombang Air Laut

Berikut adalah data dari BMKG stasiun Meteorologi maritim Tanjung Perak wilayah Jawa Timur 24 jam mulai : Rabu, 5 Juli 2017 19.00 WIB sampai 6, Juli 2017 07.00 WIB. Seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Gambar 5. Sedangkan Untuk tinggi gelombang berdasarkan hasil uji coba kita di perairan pantai kenjeran selama 10 jam dari pukul 09.00-14.00 dan 01.00-03.00 WIB. Hal tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2. Dari uji coba di pantai kenjeran surabaya menghasilkan nilai rata-rata tinggi gelombang adalah 0.84 m dan mengapa pada pukul 16.00-10.00 tidak di ujicoba, karena pada waktu itu laut mulai surut. Gambar 6 menunjukkan lokasi dan kondisi pengujian blok tinggi gelombang air laut.

Tabel 1. Hasil data dari BMKG Maritim Tanjung Perak

	Kecepatan Angin (Knots)	Tinggi Gelombang (m)
Laut Jawa Bagan Timur	7 - 24 Knots	0,8 – 2 m
Perairan Kepulauan Masalembu	7 – 24 Knots	0,8 – 2 m
Perairan Pulau Bawean	5 – 20 Knots	0,3 – 1,3 m
Perairan Utara Jawa Timur	7 – 24 Knots	0,8 – 2 m
Perairan Gresik	3 – 12 Knots	0,3 – 0,5 m

Selat Madura	5 – 20 Knots	0,3 – 1,3 m
Perairan Kepulauan Kangean	6 – 22 Knots	0,5 – 1,5 m
Perairan Selatan Jawa Timur	8 – 25 Knots	1,3 – 2,5 m
Samudra Hindia Selatan Jawa Timur	9-26 Knots	1,5 – 3 m



Gambar 5. Pengujian blok BMKG Maritim Tanjung Perak [5].

Tabel 2. Hasil pengujian blok tinggi gelombang air laut

Waktu	Tinggi Gelombang (m)
09.00	0.5 m
10.00	0.6 m
11.00	0.6 m
12.00	0.8 m
13.00	0.8 m
14.00	0.9 m
15.00	0.4 m
01.00	1.1 m
02.00	1.3 m
03.00	1.4 m



Gambar 6. Pengujian blok tinggi gelombang air laut

#### 4.2 Pengujian Blok Ayunan Bandul

Berikut ini ditampilkan hasil pengujian blok tinggi gelombang air laut dan ayunan bandul dari pukul 09.00-14.00 dan 01.00-03.00 WIB di pesisir pantai kenjeran surabaya. Dari hasil pengujian blok

tinggi gelombang dan ayunan bandul/menit menunjukkan dari pukul 09.00-15.00 dan 01.00-03.00 menghasilkan tinggi gelombang rata-rata yaitu 1.3 m dan ayunan bandul/menit rata-rata 26 kali ayunan/menit. Hal tersebut ditunjukkan oleh gambar 7 dan tabel 3.



Gambar 7. Pengujian blok ayunan bandul

**Tabel 3. Hasil Pengujian Blok Ayunan Bandul**

Waktu	Tinggi gelombang (m)	Ayunan Bandul/Menit
09.00	0.5 m	20
10.00	0.6 m	25
11.00	0.6 m	24
12.00	0.8 m	30
13.00	0.8 m	28
14.00	0.9 m	32
15.00	0.4 m	24
01.00	1.1 m	32
02.00	1.3 m	34
03.00	1.4 m	35

#### 4.3 Pengujian Putaran Mekanik

Besar ayunan bandul mempengaruhi kecepatan putaran mekanik, untuk itu kita harus memasukkan nilai ayunan bandul dulu baru akan mengetahui berapa putaran mekaniknya. Jadi, didapatkan hasil rata-rata ayunan bandul adalah 26 kali. Dari uji coba pada pukul 09.00 - 15.00 tinggi gelombang rata-rata 0.8 m dan menggunakan pulley berdiameter 6 cm hanya mendapatkan putaran 220 RPM Setelah itu kami mengganti ukuran diameter pully dengan 18 cm, tinggi gelombang rata-rata 1.3 m pada saat pukul 01.00- 03.00 WIB mendapatkan 744 rpm. Hal tersebut ditunjukkan oleh gambar 8 dan tabel 4.



Gambar 8. Pengujian blok putaran mekanik

**Tabel 4. Hasil pengujian putaran mekanik**

Waktu	Ayunan Bandul/Menit	Putaran Mekanik (RPM)
09.00	20	110
10.00	25	120
11.00	24	180
12.00	30	220
13.00	28	208
14.00	32	210
15.00	24	170
01.00	32	519
02.00	34	744
03.00	35	637

#### 4.4 Pengujian Keluaran Tegangan dan Arus

Untuk putaran mekanik menggunakan pulley berdiameter 18 cm dari sebelumnya menggunakan pulley diameter 6 cm pada saat pukul 01.00- 03.00 WIB mengeluarkan tegangan dari generator sebesar tabel 5. Berdasarkan uji coba data tabel 5 pada pukul 02.00 WIB untuk putaran generator mendapatkan = 744 RPM, generator menghasilkan = 30 V / 0.25 A, charger control = 28 V / 0.37 A, baterai = 12.1 V / 0.6 A, kemudian Inverter DC to AC = 223 V / 0.7 A. Seperti yang ditunjukkan oleh tabel 5 dan gambar 9.

**Tabel 5. Hasil pengujian blok tegangan dan arus keseluruhan**

Pukul (WIB)	Putaran Generator RPM	Keluaran/Output Tegangan dan Arus							
		Generator		Charger Control		Baterai		Inverter	
		Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)	Teg. (V)	Arus (A)
		01.00	519	26	0.18	26	0.34	12.2	0.5
02.00	744	30	0.25	28	0.37	12.1	0.6	223	0.7
03.00	637	28	0.19	26	0.31	12.3	0.5	221	0.5



Gambar 9. Pengukuran tegangan dan arus

#### 4.5 Pengukuran dengan Beban

Berikut ini di tampilkan hasil pengukuran dengan beban. Kemudian keluaran dari Inverter DC to AC (beban) drop daya sebesar 130 watt, mendapatkan Tegangan sebesar 23 V dan arus 0.3 A, dan putaran generator menghasilkan 416 RPM. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 10 dan tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengukuran dengan beban

No.	Jenis Beban	Tegangan Generator (V)	Arus Generator (A)	Generator (RPM)	Keterangan Lampu
1	Lampu 100 W	30	0.6	730	Nyala
2	Lampu 115 W	25	0.5	711	Nyala
3	Lampu 130 W	23	0.3	416	Nyala
4	Lampu 135 W	20	0.4	72	Kedip
5	Lampu 140 W	10	0.6	00	Kedip



Gambar 10. Pengukuran dengan beban

#### 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, pengukuran, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi gelombang di pantai utara jawa timur (kenjeran Surabaya) dari 7 kali percobaan (09.00-15.00) relatif rendah yaitu menghasilkan nilai rata-rata 0,84 m. Dan di tambah pada pukul 01.00-03.00 mendapatkan tinggi gelombang 1.3 m.
2. Dari diameter pulley 6 cm ke 18 cm dan tinggi gelombang 1.3 m menghasilkan nilai rata-rata putaran mekanik sebesar 744 RPM.
3. Dan putaran Mekanik 744 RPM mendapatkan tegangan dari generator sebesar 30V dan Arus 0.25A, charger controller tegangan 28 V arus 0.37 A, baterai tegangan 12.1 V arus 0.6 A, kemudian inverter DC to AC Tegangan 223 V arus 0.7 A.
4. Keluaran dari Inverter DC to AC (beban) drop daya sebesar 130 watt, mendapatkan Tegangan sebesar 23 V dan arus 0.3 A, dan putaran generator menghasilkan 416 RPM.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H. Charlier and Charles W. Finki, "Tide and Tidal Power," ISBN 978-3-540-77931-5.
- [2] Muchlisin Riadi, Teori gelombang air laut <http://www.kajianpustaka.com/2016/01/teori-gelombang-laut>
- [3] Elektronika dasar.2013.definisini generator <http://www.elektronika-dasar.web.id/definisini-dan-konstruksi-tacho-generator/>
- [4] Noorhadi prasetiyo.2016.pengertian bearing <http://www.mechanical-engineering.net/2016/10/pengertian-bearing-serta-fungsi>
- [5] Pusat Meteorologi Maritim, peta prakiraan tinggi gelombang <https://peta-maritim.bmkg.go.id/prakiraan/satu-minggu-kedepan>