

PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK SISTEM OSILATOR

Soebyakto

ABSTRACT

Pembangkit listrik tenaga ombak sistem osilator adalah untuk mencari solusi energi pengganti bahan bakar minyak. Sudah banyak pemikiran untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan energi laut yang tersimpan didalamnya. Dalam studi kasus ini, dikaji metode yang paling mungkin untuk wilayah perairan laut tertentu. Pembangkit listrik tenaga ombak sistem bandul, sistem gerak harmonik, dengan memperhitungkan ketinggian dan kecepatan ombak.

Pembangkit listrik tenaga ombak metode gerak harmonik. Prinsip metode ini dengan memanfaatkan gerak osilasi benda yang mempunyai massa jenis lebih kecil dibandingkan massa jenis air laut, diletakkan di atas ombak. Osilasi ombak akan menggerakkan lengan momen naik-turun dan dilanjutkan menggerakkan dinamo, penghasil listrik.

Keywords: getaran ombak, turbin energi ombak, energi listrik.

A. PENDAHULUAN

Sudah banyak pemikiran untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan energi yang tersimpan dalam ombak laut. Berdasarkan hasil pengamatan yang ada, deretan ombak (gelombang) yang terdapat di sekitar pantai, mempunyai daya ombak yang dapat dikonversikan ke daya listrik. Ada beberapa pilihan untuk menghasilkan daya tersebut, pertama menggunakan teknik koil yang bergerak naik turun, tetapi bisa juga dengan teknik batang magnet yang bergerak naik turun. Pilihan kedua dengan menggunakan pelampung, penempatan koil dan batang magnet bisa juga ditempatkan di dasar atau di permukaan laut. Energi ombak dapat berupa energi kinetik dan energi potensial. Gelombang laut adalah gerakan naik turun permukaan air laut yang secara teratur memperlihatkan bagian-bagian yang tinggi sebagai puncak dan yang rendah sebagai lembah yang bergerak

pada arah tertentu. Bila gelombang mencapai suatu pantai, maka massa air laut akan menghempas atau memukul ke pantai atau daratan. Gelombang di permukaan laut adalah hasil dari intraksi antara massa air laut dengan massa udara di atasnya. Gelombang laut yang dominan adalah yang terjadi karena tiupan angin. Gerakan naik turunnya air laut di laut lepas dan gerakan air laut memukul ke pantai dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Secara gerakan air laut yang naik turun itu dipakai untuk menggerakkan suatu tuas naik turun, atau untuk menggerakkan suatu pompa, atau untuk menekan kolom udara untuk menggerakkan baling-baling. Prinsipnya adalah mengkonversi gerak mekanik menjadi energi listrik. Gelombang yang merambat akan bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda pada tiap titik muka gelombang, karena pengaruh

kedalaman perairan, gelombang yang diamati dalam penelitian ini adalah

gelombang yang mendekati pantai di perairan dangkal.

B. METODE PERHITUNGAN BERDASARKAN PERUMUSAN OSEANOGRAFI

Bila waktu yang diperlukan untuk terjadi sebuah gelombang laut dihitung dari data jumlah gelombang laut yang teramati pada sebuah selang tertentu, maka dapat diketahui potensi energi gelombang laut di titik lokasi tersebut. Potensi energi gelombang laut pada satu titik pengamatan dalam satuan kw per meter berbanding lurus dengan setengah dari kuadrat ketinggian signifikan dikali waktu yang diperlukan untuk terjadi sebuah gelombang laut. Berdasarkan perhitungan ini dapat diprediksikan berbagai potensi energi dari gelombang laut di berbagai tempat di dunia.

Pergerakan angin gelombang dapat ditangkap oleh perangkat energi gelombang. Kepadatan energi (per satuan luas) dari gelombang sinusoidal, air tergantung pada kerapatan ρ ,

percepatan gravitasi g dan ketinggian gelombang H (yang sama dengan dua kali amplitudo, a); $H = 2a$:

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2 = \frac{1}{2} \rho g a^2.$$

Kecepatan propagasi energi ini adalah kecepatan kelompok. Daya per meter dari muka gelombang :

$$P = E \cdot v$$

Dimana : E = Energi total tiap satuan luas permukaan (J/m^2)

v = kecepatan group gelombang (m/s)

P = daya ombak (Watt/m)

Untuk gelombang Airy pada perairan dalam :

$$P = \frac{1}{32} \rho g^2 T H^2$$

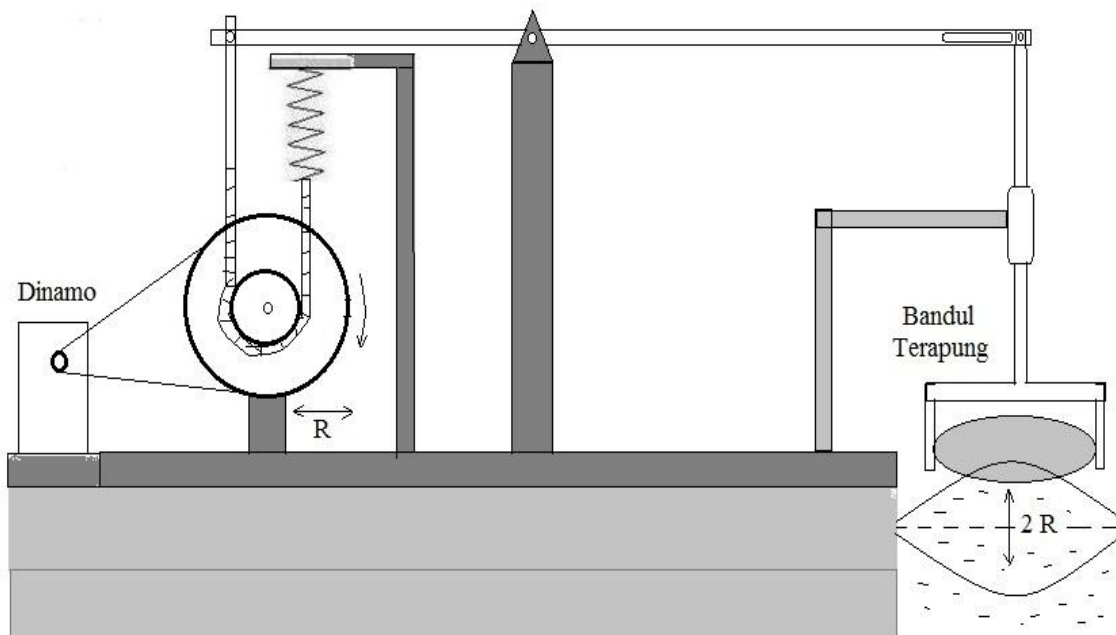
Dimana : T = periode gelombang (s)

Untuk gelombang perairan dangkal :

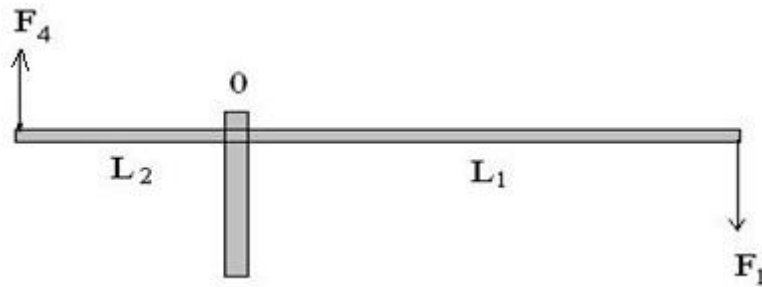
$$P = \frac{1}{8} \rho g H^2 \sqrt{gh} = \frac{1}{8} \rho g H^2 v$$

Dimana : H = ketinggian gelombang (m);
 h = kedalaman perairan laut (m).

Asumsi : $\rho = 1026 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Gambar 1. Sistem Rakit Pengembangan Konversi Energi Ombak dari Osilator Gelombang Laut.



Gambar 2. Gaya-gaya yang Bekerja pada Lengan Momen

Energi Ombak dari Osilator

Gelombang Laut

Gerak Harmonik Sederhana dari Gelombang Laut :

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = P.A$$

P = tekanan (Pa)

F = Gaya (N)

A = luas penampang (m^2)

Berdasarkan persamaan gerak harmonik :

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot Y$$

$$k = m \cdot \omega^2 = 4\pi^2 f^2 m$$

$$F = 4\pi^2 f^2 m \cdot H$$

f = frekuensi gelombang (Hz)

$$f = \frac{n}{t}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

T = periode gelombang (s);

n = banyaknya gelombang

t = waktu jalar gelombang (s)

Berdasarkan Hukum Hooke : $F = k \cdot Y$

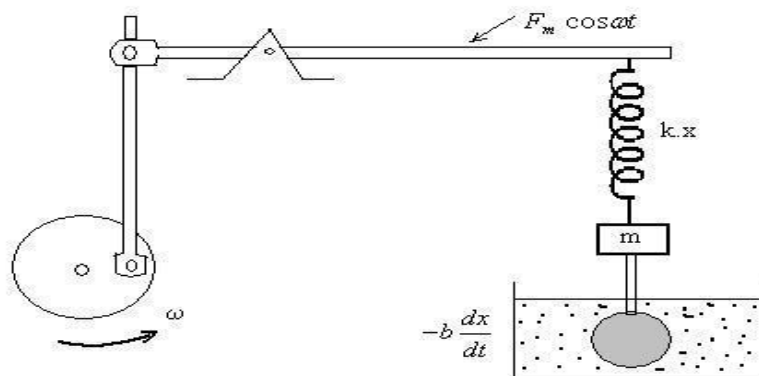
$Y = H$ = ketinggian osilasi (m)

C. PROSES PEMBUATAN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK SISTEM OSILATOR

1. Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Sistem Engkol

Pembangkit Listrik Tenaga Ombak, kita singkat PLTO. Pada mulanya pembuatan prototype tenaga ombak yang dibuat dengan menggunakan system engkol. Akan tetapi, pada putaran tegak lurus, antara lengan momen dan engkol tidak dapat melanjutkan putaran sampai 360° .

Pembuatan ini sudah disesuaikan dengan teori yang didapat dari referensi SUTRISNO, Ph.D. 1977. FISIKA DASAR, MEKANIKA Jilid 1. Bandung : Penerbit ITB, yang gambar gerak putarnya ditunjukkan berikut :



Gambar 3. Sistem Osilator Harmonik Paksa

Apabila system Osilator Harmonik Paksa berjalan, perumusan frekuensi yang digunakan adalah :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$F = m \cdot a$$

Dimana :

k = konstanta gaya pegas (N/m)

m = massa beban (kg)

f = frekuensi getaran (Hz)

F = gaya-gaya yang bekerja pada sistem (N)

a = percepatan (m/s^2)

$$a = \frac{v^2}{R} = 4\pi^2 f^2 \cdot R$$

R = jari-jari putaran (m)

Daya pembangkit yang diperoleh

$$P = F \cdot v$$

$$v = \omega \cdot R = 2\pi \cdot f \cdot R$$

P = daya pembangkit (Watt)

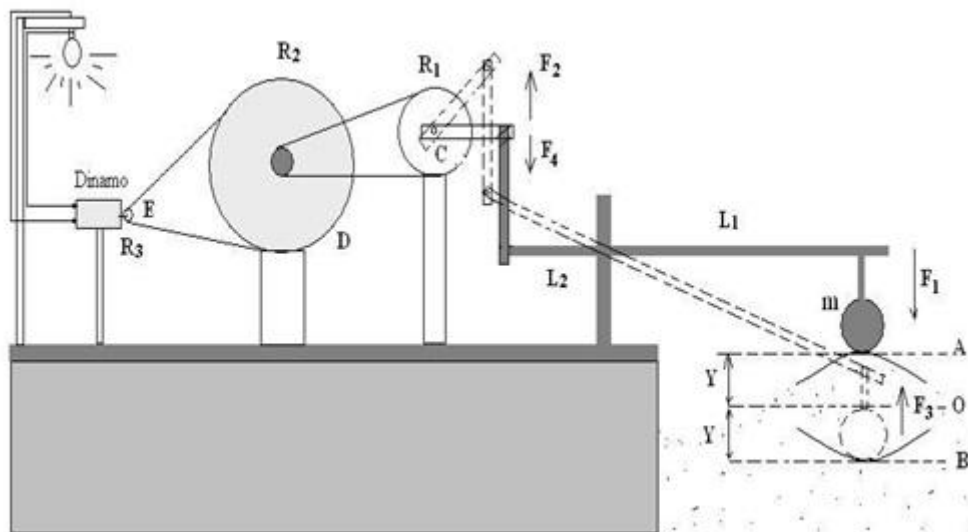
Gaya F dapat diperoleh dari gaya angkat atau gaya Archimedes (gaya apung) dan atau gaya berat, dengan memperhitungkan panjang lengan momen. Kita perhatikan gambar Gb. 2, pada titik O , jumlah momen gaya sama dengan nol.

$$\sum \tau_0 = 0$$

$$F_4 \cdot L_2 = F_1 \cdot L_1$$

$$F_1 = \text{gaya berat (N)} = m \cdot g$$

$$F_4 = \text{gaya apung (N)} = \rho_c \cdot V_c \cdot g$$

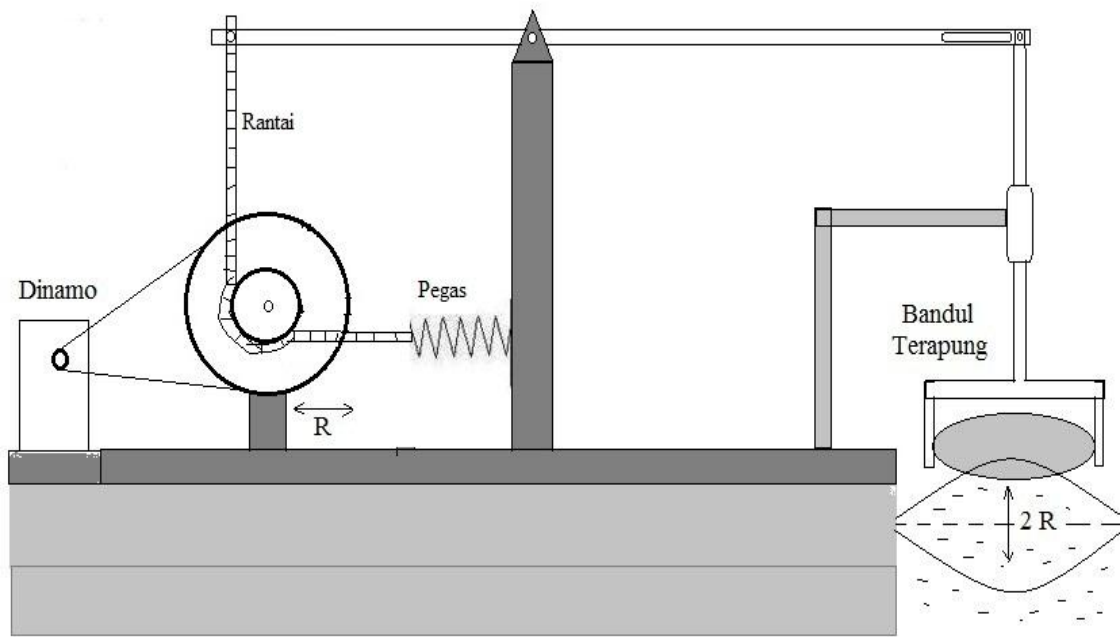


Gambar 4. Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Sistem Engkol

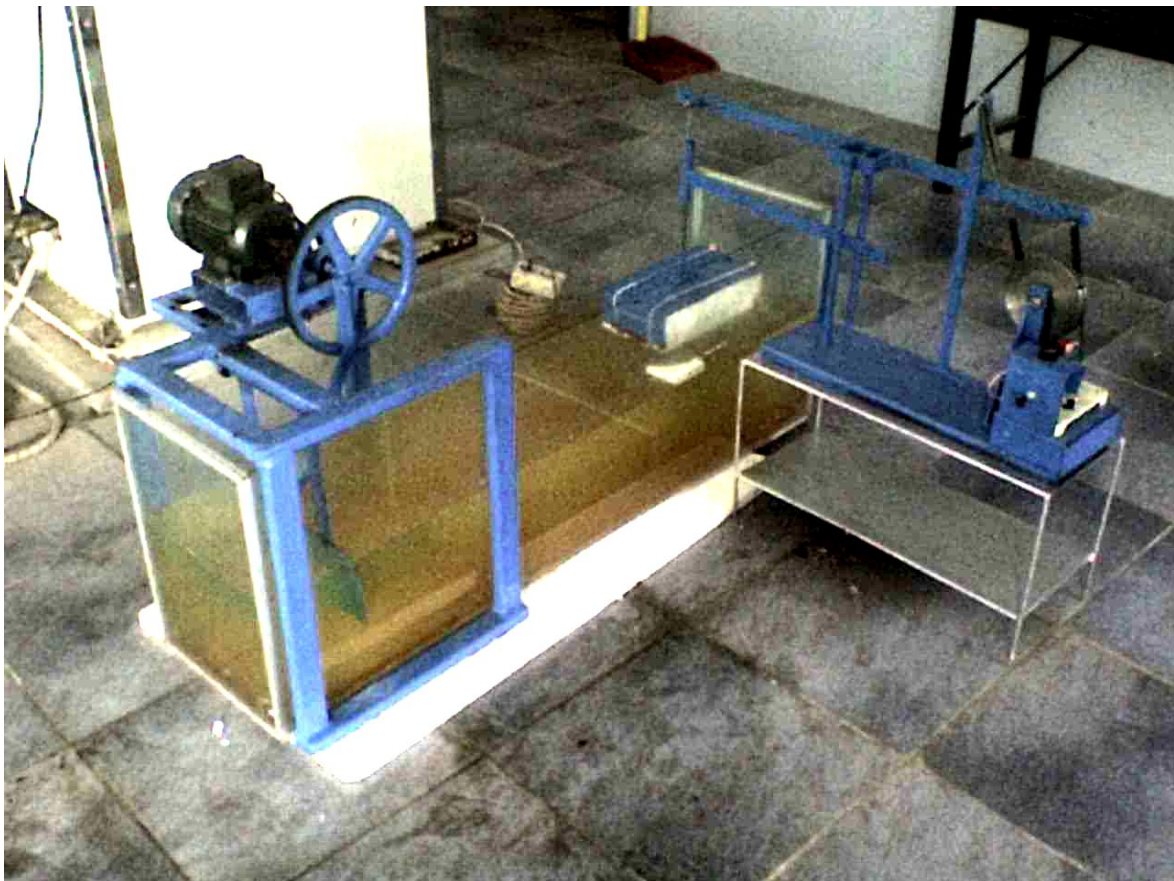
2. Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Sistem Osilator

Prototype pembangkit listrik tenaga ombak system osilator, dibuat dengan menggunakan pegas, roda gigi kriel untuk mendapatkan satu arah putaran.

Gaya dorong (F) yang digunakan untuk memutar dynamo dapat berasal dari gaya apung atau gaya berat beban yang terapung.



Gambar 5. Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Sistem Osilator.



Gambar 6. Pembuatan Prototype PLTO-SO

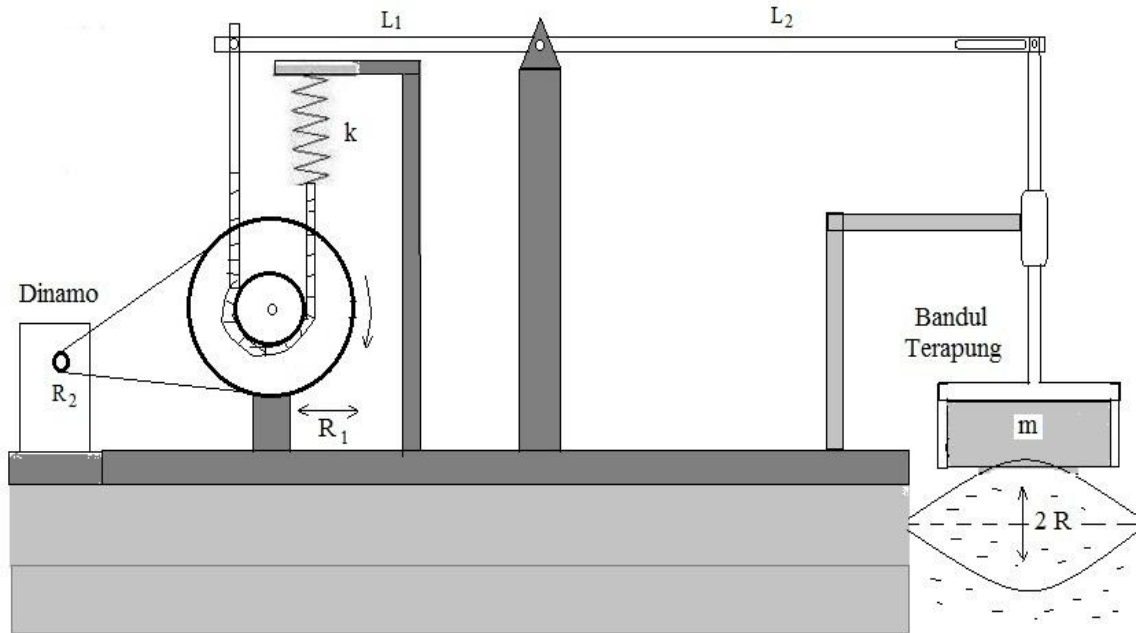
Perhitungan daya pembangkitnya sama dengan Prototype PLTO-SE. Pembuatan prototype PLTO-SE dilakukan dengan

maksud, jika berhasil, maka frekuensi gerak berputar dynamo menjadi dua kali lipat dibandingkan PLTO-SO.

Data Prototype PLTO-SO

Massa beban apung, $m = 0,8 \text{ kg}$
 Panjang beban apung, $p = 26 \text{ cm}$
 Lebar beban apung, $l = 14 \text{ cm}$
 Tinggi beban apung, $t = 8 \text{ cm}$

Panjang lengan momen 1, $L_1 = 33,5 \text{ cm}$
 Panjang lengan momen 2, $L_2 = 35 \text{ cm}$
 Jari-jari putaran 1, $R_1 = 5 \text{ cm}$
 Jari-jari putaran 2, $R_2 = 0,5 \text{ cm}$



Gambar 7. Data Prototype PLTO-SO

Gaya Apung (F_A)

$F_A = W_u - W_a$

$F_A = \rho_c \cdot V_c \cdot g$

Panjang(cm)	Lebar(cm)	Tinggi (cm)	$V_c(\text{cm}^3)$	$\rho_c (\text{gr}/\text{cm}^3)$	$F_A (\text{N})$
26	14	1	364	1	3,6

W_u = berat beban apung di udara (N)

W_a = berat beban apung di air (N)

ρ_c = Massa jenis air (kg/m^3)

V_c = Volume zat cair yang dipindahkan (m^3)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

Gaya Berat (W)

$W = m \cdot g$

m = massa beban apung (kg)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

A(cm^2)	h(cm)	$V_b(\text{cm}^3)$	m (gr)	$\rho_b (\text{gr}/\text{cm}^3)$	W (N)
364	8	2912	800	0,3	7,8

Prototype yang dibuat berdasarkan gaya apung. Untuk mendapatkan daya, dapat diperoleh dari gaya apung kali kecepatan ombak.

Prototype dapat dibuat berdasarkan gaya berat dan untuk mendapatkan daya, dapat dihasilkan dari gaya berat kali kecepatan ombak.

D. KESIMPULAN

Prototype pembangkit listrik tenaga ombak sistem osilator diperoleh suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Tenaga ombak berdasarkan fungsi kecepatan ombak, merupakan grafik linier, yang berarti daya energi ombak bertambah terhadap kecepatan ombak secara linier.
2. Besarnya daya yang dihasilkan, dapat berdasarkan gaya apung dan gaya berat. Semakin besar gaya tersebut, semakin besar daya yang dihasilkan.
3. Untuk mengestimasi potensi listrik tenaga ombak di perairan laut, dapat digunakan grafik yang diperoleh dari fungsi daya terhadap kecepatan ombak.

DAFTAR PUSTAKA

- Harris, A., Y., 2005. *Ombak Nusantara Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) – Jakarta. [29/04/2010 17:11].
- Riyadi, A., 2010. *Gelombang Laut Berpotensi Sebagai Energi Listrik*. <http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut_ombakgelombangarus/2181--gelombang-laut-berpotensi-sebagai-energi-listrik.html> [14/03/2010 08:29].
- Azmi, G., G., dkk., 2010. *Pemanfaatan Energi Terbarukan Dalam Peningkatan Nilai Jual Produk Olahan Hasil Laut*, Community Development Competition ITB FAIR 2010.
- Rahmanta, 2010. *Metode Konversi Gelombang Laut. Ocean Wave Energy*. <<http://www.begokmild.com>> [21/11/2010 17:05].
- Rwahyuningrum, 2009. *Energi Gelombang Laut*, <http://rwahyuningrum.blog.uns.ac.id/2009/08/25/energi-gelombang-laut/> [04/02/2011 18:17].
- Sutrisno. 1977. *Fisika Dasar, Mekanika Jilid 1*. Bandung : Penerbit ITB.
- Gunawan, T., 2008. *Pemanfaatan Energi Laut 1 : Ombak*, Majari Magazine, <<http://majarimagazine.com/>> [27/02/2010 15:55].
- Budi, W., S., 2008, *Energi dari Lautan*, <<http://namce8081.wordpress.com/2008/05/18/energi-dari-laut/>> [19/04/2010 00:01].