

**LAPORAN PENELITIAN**



**PENGEMBANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK  
LATERAL DAN TENAGA ANGIN PUTARAN RENDAH**

**Nama Ketua : Ir. Soebyakto, MT ( NIDN. 0603026001 )**

**Anggota : 1. Ahmad Farid, ST, MT (NIDN. 0611107602)**

**2. Drs. Drajat Samyono, MT (NIDN. 0627075702)**

**UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**MARET 2013**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Lateral Dan Tenaga Angin Putaran Rendah

Bidang Penelitian : Rekayasa

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Ir. Soebyakto, MT
- b. NIP/NIK : -
- c. NIDN : 0603026001
- d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Fakultas/Jurusan : Teknik Mesin
- g. Pusat Penelitian : Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal
- h. Alamat Institusi : Jl. Halmahera Km. 1 Kota Tegal
- i. Telpon/Faks/E-mail : 0283-342519 / sbykt60@telkom.net

Anggota Penelitian :

Anggota I : Ahmad Farid, ST, MT

Anggota II : Drs. Drajat Samyono, MT

Lama Penelitian Keseluruhan : 4 bulan

Pembiayaan

- a. Dari Lemlit UPS Tegal tahap 1 : Rp. 1.000.000
- b. Dari Lemlit UPS Tegal tahap 2 : Rp. 1.000.000
- c. Biaya dari instansi lain : -

Tegal, Maret 2013

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Peneliti

Mustaqim, ST, M.Eng  
NIPY.9050751970

Ir. Soebyakto, MT.  
NIDN.0603026001

Menyetujui,  
Kepala Lembaga Penelitian

Dr. Dino Rozano, M.Pd  
NIP. 19530404 198803 1 001

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Abstrak	iv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Landasan Teori	4
2.2 Penelitian Sebelumnya	7
Bab 3 Metode Penelitian	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Pengambilan Data	14
3.3 Teknik Pengumpulan Data	16
3.4 Pengolahan Data	16
Bab 4 Hasil Penelitian	18
4.1 Daya Ombak Lateral	18
4.2 Daya Angin	21
Bab 5 Kesimpulan dan Saran	22
5.1 Kesimpulan	22
5.2 Saran	22
Daftar Pustaka	23
Lampiran	24

## **PENGEMBANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK LATERAL DAN TENAGA ANGIN PUTARAN RENDAH**

### **Abstrak**

Pengembangan energi terbarukan (*renewable energy*) yang hemat dan ramah lingkungan, memerlukan suatu sistem perolehan energi yang dapat dikonversikan ke energi listrik dan terjangkau oleh masyarakat. Pengembangan energi terbarukan yang dipilih dalam penelitian ini adalah pengembangan energi pembangkit listrik tenaga ombak lateral dan tenaga angin kecepatan rendah di daerah pesisir pantai. Sistem perolehan energinya dicari untuk mendapatkan suatu metode yang secara ekonomi terjangkau oleh masyarakat pesisir pantai.

Dalam penelitian pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga ombak lateral dan tenaga angin putaran rendah dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama perancangan sistem PLTOBA (Pembangkit Listrik Tenaga Ombak dan Bayu/angin), pembuatan *prototype* dan uji-coba *prototype* tersebut di daerah pantai. Tahap kedua, Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Lateral dan Tenaga Angin Putaran Rendah, diupayakan menghasilkan listrik dengan studi kasus di Pantai Kota Tegal dan dicari segi ekonominya.

Metode dalam penelitian ini adalah pendekatan secara teoritis dan eksperimental. Secara teoritis untuk mendapatkan parameter-parameter utama dalam sistem pembangkit tenaga ombak dan tenaga angin. Pendekatan secara eksperimental dilakukan dengan pembuatan *prototype* dan pengujian sistem pembangkit tersebut.

Dalam penelitian ini didapat kecepatan ombak lateral rata-rata,  $v = 0,3$  m/s dan daya ombak lateral rata-rata,  $P = 17,08$  Watt. Kecepatan angin rata-rata dengan menggunakan turbin Savonius,  $v = 1,48$  m/s.

Dengan pemanfaatan hasil penelitian ini, sistem pembangkit tenaga ombak lateral dan tenaga angin daerah pantai, dapat dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga ombak dengan memperhatikan daya angin pantai.

**Kata kunci : Ombak, Angin, Turbin, listrik.**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan wilayah perairan lebih luas daripada daratan, memiliki banyak lokasi yang potensial untuk dibangun sistem pembangkit listrik tenaga ombak. Laut Indonesia adalah satu-satunya jalur yang mempertemukan massa air Samudera Pasifik dengan Samudera Hindia, dan tiap detiknya jalur ini dilewati oleh kurang lebih 15 juta meter kubik air laut. Indonesia juga merupakan negara yang memiliki garis pantai terpanjang kedua setelah Norwegia.

Pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga ombak lateral dan tenaga angin putaran rendah, berorientasi pada produk Pembangkit Listrik Tenaga Ombak – Bayu (PLTOBA). Pembangkit listrik tenaga ombak gerak vertikal sudah pernah dilakukan dengan daya ombak yang diperoleh sekitar 15 Watt – 18 Watt. Daya konversi ombak ke dinamo listrik yang dipakai antara 1,5 Watt – 5,5 Watt. Untuk mewujutkan penelitian ini dilakukan penelitian tenaga ombak arah gerak horizontal dan tenaga angin. Hal ini dilakukan karena pengaruh gerak horizontal dan gerak angin menyebabkan gerak vertikal ombak tidak stabil. Oleh karena tenaga ombak sebagian besar disebabkan oleh tenaga angin yang bertiup di atasnya, maka perlu dikembangkan sistem pembangkit listrik tenaga ombak lateral (horizontal) dan tenaga angin dengan turbin savonius.

Dalam waktu dekat, diharapkan dapat dihasilkan listrik dari tenaga ombak dan tenaga angin, untuk pemenuhan kebutuhan listrik di daerah pantai. Jika hal ini dapat diwujudkan, maka akan berdampak pada ekonomi masyarakat pesisir pantai yaitu berupa peningkatan produktivitas dalam pemenuhan kebutuhan sehari-hari.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalahnya adalah bagaimana data kecepatan, frekuensi ombak dapat diolah untuk mendapatkan daya ombak di daerah pantai Kota Tegal ?. Perumusan berikutnya alat pembangkit ombak yang bagaimana yang dapat digerakkan berdasarkan data ombak yang ada ? Oleh karena ombak sebagian besar dipengaruhi oleh angin, kita perlu data kecepatan angin pantai untuk memperkirakan berapa daya yang ditimbulkan oleh angin tersebut.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut di atas, maka perlu dilakukan suatu penelitian tentang sistem pembangkit listrik tenaga ombak lateral dan tenaga angin putaran rendah. Prediksi daya dapat dibangkitkan melalui tenaga ombak dengan pemanfaatan data ketinggian dan frekuensi ombak. Prediksi daya angin dapat diperoleh dari data kecepatan angin. Angin yang bertiup di permukaan laut merupakan faktor utama penyebab timbulnya ombak (gelombang laut). Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan sistem pembangkit listrik tenaga ombak lateral dengan penggunaan jenis turbin horizontal *axis* dan tenaga angin dengan jenis turbin vertikal *axis* putaran rendah yang mampu menghasilkan daya listrik. Tujuan berikutnya adalah menganalisa seberapa besar pengaruh gerak ombak horizontal dan gerak angin terhadap sistem pembangkit listrik tenaga ombak vertikal. Analisa ini akan digunakan untuk perbaikan sistem pembangkit listrik tenaga ombak arah vertikal yang pernah dilakukan sebelumnya.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bagi lembaga penelitian UPS Tegal bermanfaat untuk mengembangkan alat pembangkit listrik tenaga ombak dan tenaga angin di daerah pantai, yang dapat menghasilkan listrik. Manfaat berikutnya, penelitian ini dapat memberikan gambaran terapan ilmu pengetahuan konversi energi, bagaimana

listrik tenaga ombak dan tenaga angin dapat diperoleh. Hasil penelitian tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pada umumnya, khususnya daerah pesisir pantai, serta pengurangan ketergantungan terhadap import rancangan sistem.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 Daya Ombak

Berdasarkan teori Sverdrup, Munk dan Bretchneider (SMB) kecepatan angin minimum yang dapat membangkitkan gelombang (ombak) adalah sekitar 10 knot atau setara dengan 5 m/det. Untuk mengkonversi tinggi dan perioda gelombang digunakan persamaan gelombang untuk perairan dangkal (CERC,1984). Persamaan yang digunakan adalah:

$$\frac{gH_1}{U_A^2} = 0.283 \tanh \left[ 0.53 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{3/4} \right] \tanh \left\{ \frac{0.00563 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2}}{\tanh \left[ 0.530 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{3/4} \right]} \right\}$$

dimana F adalah panjang fetch,  $U_A$  adalah faktor stress angin, dan g adalah percepatan gravitasi. Sedangkan daya yang dapat dibangkitkan dari energi gelombang dihitung dengan menggunakan persamaan daya gelombang, yaitu:

$$P = 0.55 H^2 S T_z$$

dimana P adalah daya (kW/m panjang gelombang), H adalah tinggi gelombang (m), S adalah perioda (detik), dan  $T_z$  adalah zero crossing period. Daya yang terkandung dalam ombak juga dirumuskan oleh K. Hulls dalam bentuk sebagai berikut:

$$P = \frac{bgTH^2}{64\pi}$$

dimana P adalah daya, b adalah berat jenis air laut, g adalah percepatan gravitasi, T adalah periode gelombang, dan H adalah tinggi ombak rata-rata.



Berdasarkan teori gelombang linear, densitas energi rata-rata persatuan luas dan gravitasi ombak di permukaan air proporsional terhadap luasan tinggi ombak, dinyatakan :

$$E = \frac{1}{16} \rho g H_{m0}^2$$

Dimana  $E$  = densitas energi ombak rata-rata per luasan horisontal (J/m<sup>2</sup>), Jumlah densitas energi kinetik dan potensial per luasan horisontal. Disaat ombak bergerak menyebar, maka energi terangkut dengan kecepatan grup (*velocitygroup*) yang menghasilkan Fluks Energi Ombak melalui bidang lebar vertikal yang tegak lurus dengan arah menyebarnya ombak, dan dinyatakan :

$$P = E c_g$$

Dimana  $c_g$  = kecepatan grup (m/s)

### 2.1.2 Daya Angin

Syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel kondisi angin			
kelas angin	kecepatan angin m/d	kecepatan angin km/jam	Kecepatan angin knot/jam
1	0.3 ~ 1.5	1 ~ 5.4	0.58 ~ 2.92
2	1.6 ~ 3.3	5.5 ~ 11.9	3.11 ~ 6.42
3	3.4 ~ 5.4	12.0 ~ 19.5	6.61 ~ 10.5
4	5.5 ~ 7.9	19.6 ~ 28.5	10.7 ~ 15.4
5	8.0 ~ 10.7	28.6 ~ 38.5	15.6 ~ 20.8
6	10.8 ~ 13.8	38.6 ~ 49.7	21 ~ 26.8
7	13.9 ~ 17.1	49.8 ~ 61.5	27 ~ 33.3
8	17.2 ~ 20.7	61.6 ~ 74.5	33.5 ~ 40.3
9	20.8 ~ 24.4	74.6 ~ 87.9	40.5 ~ 47.5
10	24.5 ~ 28.4	88.0 ~ 102.3	47.7 ~ 55.3
11	28.5 ~ 32.6	102.4 ~ 117.0	55.4 ~ 63.4
12	>32.6	>118	63.4

Sistem pembangkit listrik tenaga angin yang akan akan dikembangkan, antara lain :

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3$$

Dimana, P = Daya yang dihasilkan

C<sub>p</sub> = Koefisien daya = 0,49

ρ = Massa jenis udara = 1,225 kg/m<sup>3</sup>

A = Luas Sapuan Rotor (m<sup>2</sup>)

$$= \frac{1}{4} \pi \cdot D^2$$

D = Diameter rotasi (m)

V = Kecepatan angin nominal (m/s)

## 2.2 Penelitian Sebelumnya

### 2.2.1 Daya Ombak

Untuk proses kecepatan group gelombang, daya per meter dari muka gelombang :

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

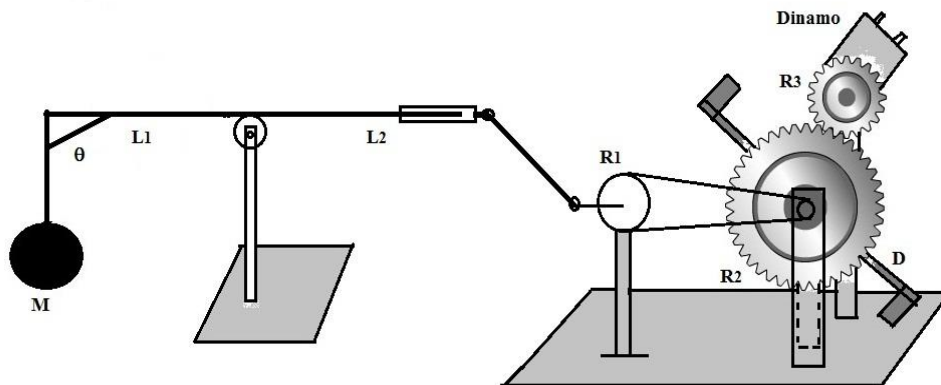
Untuk gelombang Airy pada perairan dalam, perbandingan kedalaman dengan panjang gelombang laut,  $\frac{h}{\lambda} > \frac{1}{2}$  ; maka

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

Untuk perairan dangkal, perbandingan kedalaman dengan panjang gelombang laut,

$$\frac{h}{\lambda} < \frac{1}{20} ; \text{ maka}$$

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



Gambar 2.1 Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak arah gerak vertikal

Dari gambar 2.1, dapat dihitung gaya ke atas (gaya apung) dan gaya berat.

#### Gaya ke Atas

$$F_A = F_3 = \rho_c \cdot V_c \cdot g$$

Berdasarkan hukum *Hooke*, untuk gerak osilasi :

$$F_3 = k \cdot Y$$

$$k = m \cdot \omega^2$$

$$\omega = 2\pi f$$

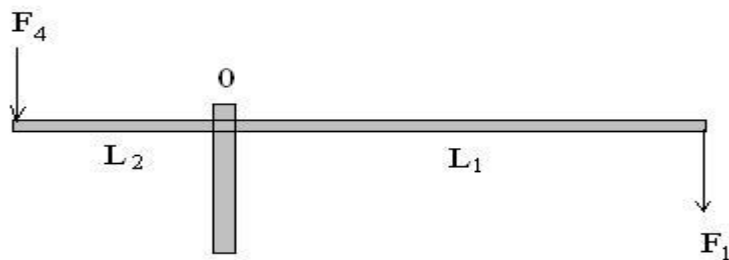
$f$  = frekuensi osilasi (Hz)

$k$  = konstanta gaya osilasi (N/m)

$Y$  = simpangan osilasi (m)

### Gaya berat

$$F_1 = W = m \cdot g$$



Gambar 2.2 Gaya-gaya yang bekerja pada lengan momen

$$\sum \tau_o = 0$$

$\tau_o$  = momen gaya (torsi) pada titik 0 (Nm)

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

$$F_4 = \frac{F_1 \cdot L_1}{L_2}$$

### Konversi Daya Ombak ke Daya Listrik

#### Gaya Apung ( $F_A$ )

$$F_A = W_u - W_a$$

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

$W_u$  = berat beban apung di udara (N)

$W_a$  = berat beban apung di air (N)

$\rho_c$  = Massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_c$  = Volume zat cair yang dipindahkan ( $\text{m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )

### **Gaya Berat (W)**

$$W = m \cdot g$$

m = massa beban apung (kg)

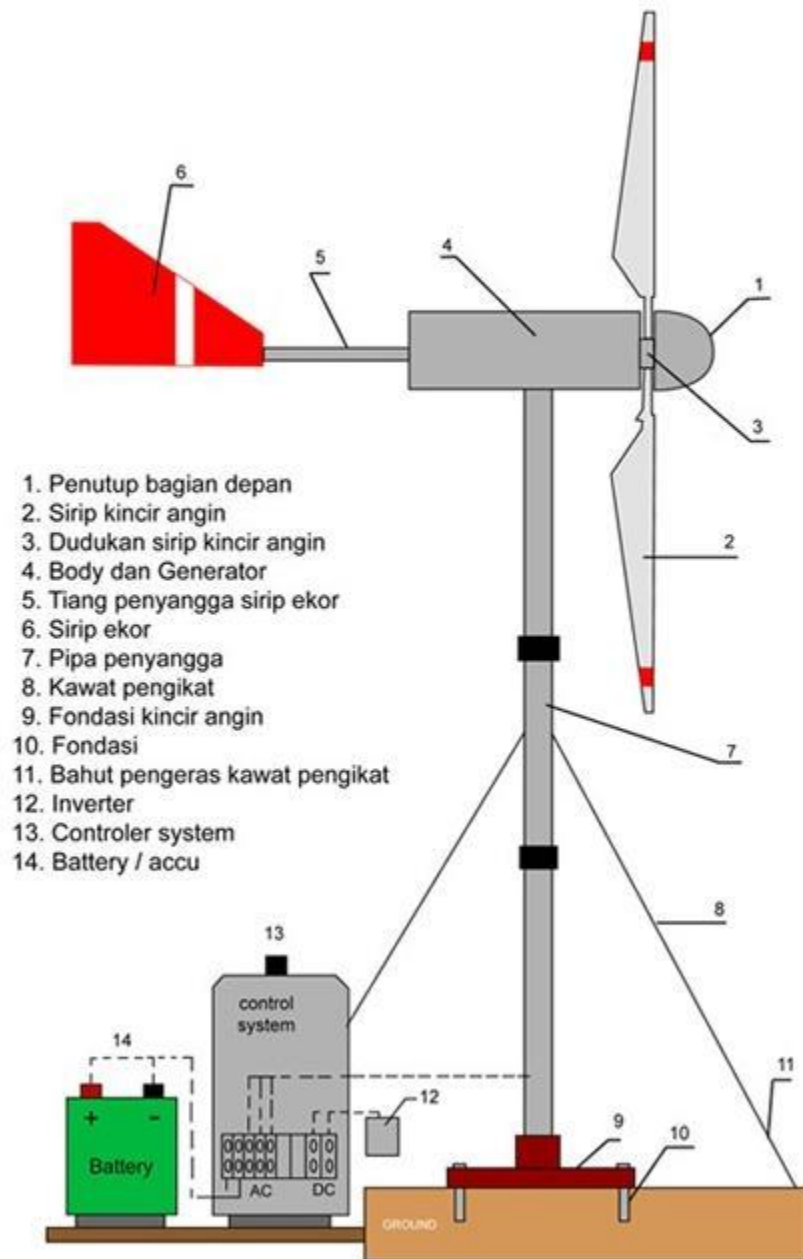
g = percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

Untuk mendapatkan daya, dapat diperoleh dari gaya apung kali kecepatan ombak.

Untuk mendapatkan daya, dapat juga dihasilkan dari gaya berat kali kecepatan ombak. Dari data ini, kita dapat memperhitungkan daya dinamo, penghasil listrik yang sesuai .

### **2.2.2 Daya Angin**

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi Listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan. Secara sederhana sketsa kincir angin adalah sebagai berikut :



**Turbin angin** adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill.

Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini

pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbarukan (Contoh : batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

Perhitungan daya yang dapat dihasilkan oleh sebuah turbin angin dengan diameter kipas  $r$  adalah :

$$P = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v^3$$

dimana  $\rho$  adalah kerapatan angin pada waktu tertentu dan  $v$  adalah kecepatan angin pada waktu tertentu. Umumnya daya efektif yang dapat dipanen oleh sebuah turbin angin hanya sebesar 20%-30%. Jadi rumus di atas dapat dikalikan dengan 0,2 atau 0,3 untuk mendapatkan hasil yang cukup eksak. Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik. Sebenarnya prosesnya tidak semudah itu, karena terdapat berbagai macam sub-sistem yang dapat meningkatkan safety dan efisiensi dari turbin angin, yaitu :

### **1. Gearbox**

Alat ini berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi. Biasanya Gearbox yang digunakan sekitar 1:60.

### **2. Brake System**

Digunakan untuk menjaga putaran pada poros setelah gearbox agar bekerja pada titik aman saat terdapat angin yang besar. Alat ini perlu dipasang karena generator memiliki titik kerja aman dalam pengoperasiannya. Generator ini akan menghasilkan energi listrik maksimal pada saat bekerja pada titik kerja yang telah ditentukan. Kehadiran angin diluar digunaan akan menyebabkan putaran yang cukup cepat pada poros generator, sehingga jika tidak diatasi maka putaran ini dapat merusak generator. Dampak dari kerusakan akibat putaran berlebih

diantaranya : *overheat*, rotor breakdown, kawat pada generator putus karena tidak dapat menahan arus yang cukup besar.

### **3. Generator**

Ini adalah salah satu komponen terpenting dalam pembuatan sistem turbin angin. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya dapat dipelajari dengan menggunakan teori medan elektromagnetik. Singkatnya, (mengacu pada salah satu cara kerja generator) poros pada generator dipasang dengan material ferromagnetik permanen. Setelah itu disekeliling poros terdapat stator yang bentuk fisisnya adalah kumparan-kumparan kawat yang membentuk loop. Ketika poros generator mulai berputar maka akan terjadi perubahan fluks pada stator yang akhirnya karena terjadi perubahan fluks ini akan dihasilkan tegangan dan arus listrik tertentu. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan ini disalurkan melalui kabel jaringan listrik untuk akhirnya digunakan oleh masyarakat. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator ini berupa AC(*alternating current*) yang memiliki bentuk gelombang kurang lebih sinusoidal.

### **4. Penyimpan energi**

Karena keterbatasan ketersediaan akan energi angin (tidak sepanjang hari angin akan selalu tersedia) maka ketersediaan listrik pun tidak menentu. Oleh karena itu digunakan alat penyimpan energi yang berfungsi sebagai back-up energi listrik. Ketika beban penggunaan daya listrik masyarakat meningkat atau ketika kecepatan angin suatu daerah sedang menurun, maka kebutuhan permintaan akan daya listrik tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu kita perlu menyimpan sebagian energi yang dihasilkan ketika terjadi kelebihan daya pada saat turbin angin berputar kencang atau saat penggunaan daya pada masyarakat menurun. Penyimpanan energi ini diakomodasi dengan menggunakan alat penyimpan energi. Contoh sederhana yang dapat dijadikan referensi sebagai alat penyimpan energi listrik adalah aki mobil. Aki mobil memiliki kapasitas penyimpanan energi yang cukup besar. Aki 12 volt, 65 Ah dapat dipakai untuk mencatu rumah tangga (kurang lebih) selama 0.5 jam pada daya 780 watt.



Kendala dalam menggunakan alat ini adalah alat ini memerlukan catu daya DC (Direct Current) untuk meng-charge/mengisi energi, sedangkan dari generator dihasilkan catu daya AC (Alternating Current). Oleh karena itu diperlukan rectifier-inverter untuk mengakomodasi keperluan ini. Rectifier-inverter akan dijelaskan berikut.

#### **5. Rectifier-inverter**

Rectifier berarti penyearah. Rectifier dapat menyearahkan gelombang sinusoidal(AC) yang dihasilkan oleh generator menjadi gelombang DC. Inverter berarti pembalik. Ketika dibutuhkan daya dari penyimpan energi(aki/lainnya) maka catu yang dihasilkan oleh aki akan berbentuk gelombang DC. Karena kebanyakan kebutuhan rumah tangga menggunakan catu daya AC , maka diperlukan inverter untuk mengubah gelombang DC yang dikeluarkan oleh aki menjadi gelombang AC, agar dapat digunakan oleh rumah tangga.

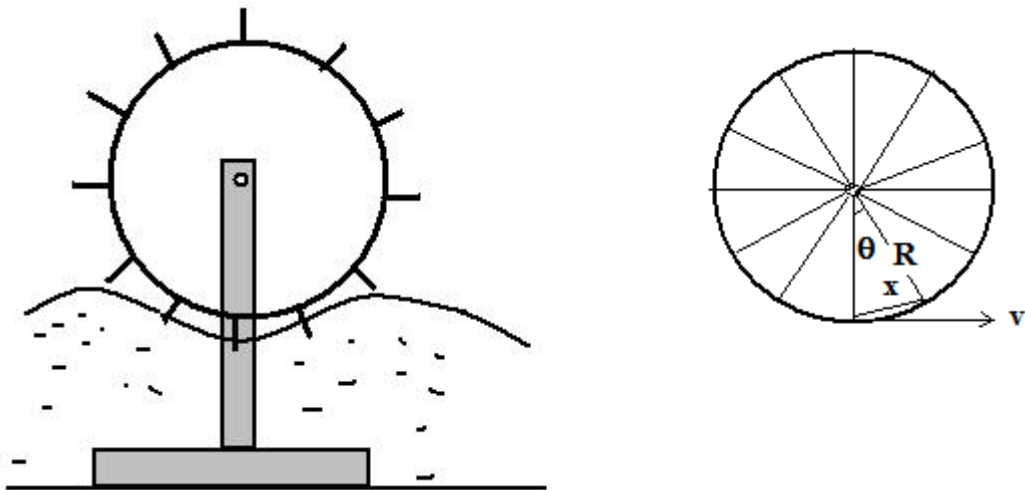
## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk mendapatkan alat pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO) dan tenaga angin dilaksanakan di Slawi, Kabupaten Tegal. Waktu penelitian alat pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO) dan angin pada sore hari antara jam 16.00 – 17.30 WIB pada hari Jum'at, 1 Maret 2013. Penelitian ini untuk mendapatkan data ombak arah horizontal dan data angin di pantai Kota Tegal.

### 3.2 Pengambilan Data

#### (1) Cara Pengambilan Data Ombak Arah Horizontal



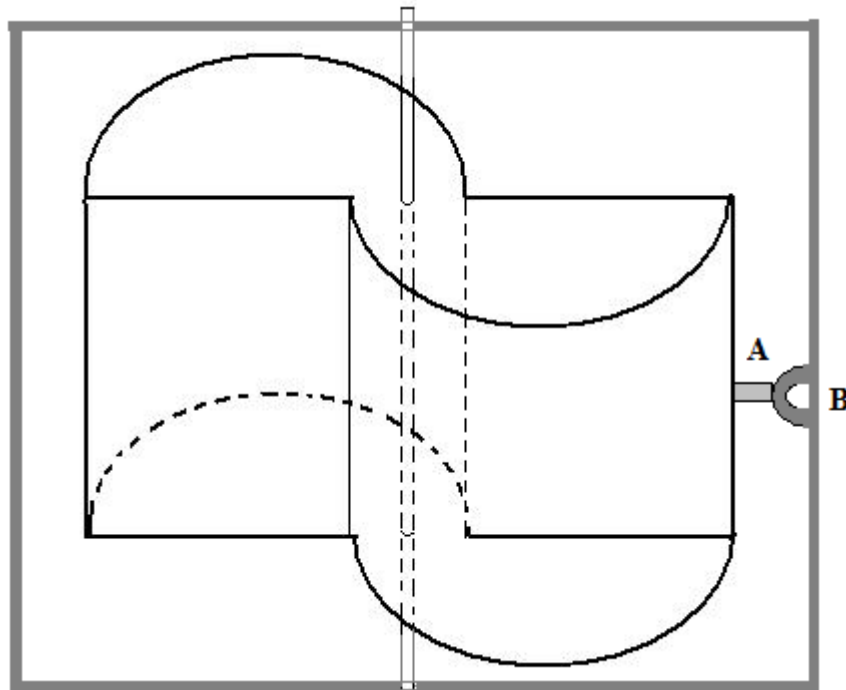
**Gambar 3.1 Roda Lingkaran dibagi 12 sudu**

- (1) Ombak datang menggerakkan sudu.
- (2) Banyaknya gerak bolak-balik salah satu sudu, beserta lamanya gerak bolak-balik tersebut dicatat.
- (3) Frekuensi ombak dihitung berdasarkan banyaknya ombak yang menggerakkan salah satu sudu roda tersebut sampai sudut tertentu per satuan waktu.

- (4) Kecepatan ombak arah horizontal, dihitung berdasarkan kecepatan sudut kali jarak tempuh salah satu sudu bergerak.

**(2) Cara Pengambilan Data Angin**

Alat yang menjadi prototype pada penelitian ini adalah sistem pembangkit listrik tenaga angin (sumbu vertikal) tipe Savonius :



Gambar 3.2 Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Angin Tipe Savonius sumbu vertikal

- (1) Angin memutar turbin Savonius.
- (2) Pada turbin Savonius dibuat ada persentuhan A yang berbergerak karena terpaan angin dan B tidak bergerak menempel pada tiang penumpu.
- (3) Angin memutar turbin savonius, banyaknya persentuhan A dengan B dan lamanya persentuhan tersebut dicatat.
- (4) Frekuensi angin bertiup, dapat diperoleh berdasarkan banyaknya perputaran turbin savonius, persentuhan A dan B per satuan waktu lamanya persentuhan tersebut.

- (5) Kecepatan angin pada turbin Savonius, dihitung berdasarkan kecepatan berputar (kecepatan sudut) kali jari-jari turbin Savonius.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian ombak diperoleh dengan cara pengukuran langsung di Pantai Alam Indah Kota Tegal, di sekitar pemecah gelombang. Data didapat secara bertahap, meliputi banyaknya ombak yang datang dan lamanya waktu ombak datang menggerakkan sudu turbin. Data kecepatan angin diperoleh hasil perhitungan dengan menentukan frekuensi dan jari-jari putaran turbin angin Savonius.

### 3.4 Pengolahan Data

#### (1) Pengolahan Data Ombak

Pengambilan sample data dari banyak data atau beberapa data parameter yang diperoleh dari perairan laut, diolah menggunakan metode regresi linier untuk mendapatkan satu data contoh (*sample*) ombak. Dengan menggunakan persamaan :

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

$n$  = banyaknya ombak

$t$  = lamanya ombak mengenai tiang  
pancang (s)

$f$  = frekuensi ombak (Hz)

Merubah satuan *Hertz* (Hz) menjadi *Rotation Per Menitues* (RPM) :

$$1 \text{ detik} = \frac{1}{60} \text{ menit}$$

$$f = \frac{n}{t} \times 60 \text{ rpm}$$

Menentukan kecepatan ombak horizontal:

$$v = 2\pi fx$$

$$x = R \cdot \sin\theta$$

$v$  = kecepatan ombak horizontal (m/s)

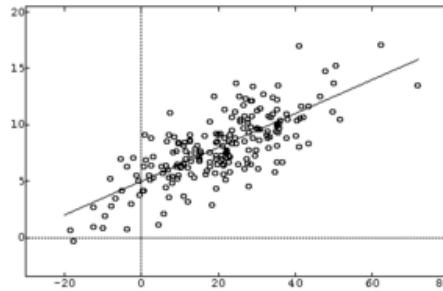
$f$  = frekuensi ombak (Hz)

$x$  = Jarak tempuh sudu (m)

R = Jari-jari roda (m)

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

$$y = m \cdot x \rightarrow y = n; \quad m = f; \quad x = t$$



Gambar 3.3 Sebaran data pada regresi linear

Koefisien korelasi diperoleh dari persamaan

$$r = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2 \Sigma(y - \bar{y})^2}}$$

## (2) Pengolahan Data Angin

Data kecepatan angin diperoleh dari persamaan :

$$v = \omega \cdot R$$

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

Dimana : v = kecepatan angin (m/s)

f = frekuensi angin (Hz)

R = jari-jari sapuan baling-baling (m)

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

n = banyaknya putaran

t = lamanya berputar (s)

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Daya Ombak Lateral (Horizontal)

Daya ombak lateral (horizontal) yang diukur sebenarnya adalah setengah kali massa air laut per meter kubik kali kuadrat kecepatan linier atau kecepatan tangensial pada sudu roda turbin ombak per satuan waktu. Akan tetapi karena turbin ombak lateral yang digunakan berbentuk lingkaran yang dibagi dengan 12 sudu yang dapat berputar, maka kecepatan linier atau kecepatan garis singgungnya adalah kecepatan sudut/anguler kali simpangan gerak bolak-balik dari salah satu sudu.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$M = \rho \cdot V$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t} = \frac{1/2 \cdot M \cdot v^2}{t}$$

$$\rho = \text{massa jenis air laut} = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$M = \text{massa air laut per m}^3.$$

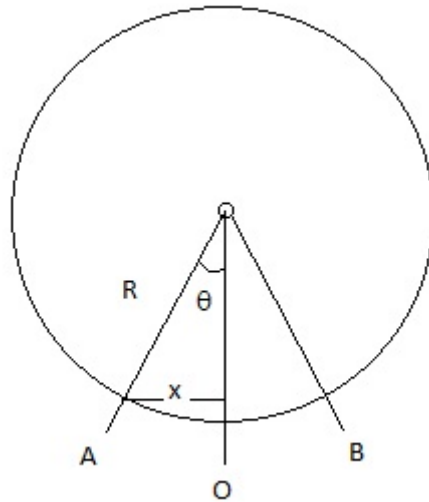
$$V = \text{volume air laut (m}^3\text{)}$$

$$v = \text{kecepatan linier/tangensial (m/s)}$$

$$t = \text{waktu penjalaran gelombang yang dapat menggerakkan salah satu sudu (s)}$$

$$\Delta E = \text{perubahan energy kinetik (J)}$$

$$P = \text{daya ombak horizontal (Watt)}$$



Gambar 4.1 Gerak bolak-balik salah satu sudu

1 getaran = A – O – B – O – A ; x = simpangan getaran

Dalam penelitian ini ada 12 sudu, sehingga sudut simpangan  $\theta = \frac{360}{12} = 30^\circ$ .

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

$f$  = frekuensi getaran sudu ( Hz)

$n$  = banyaknya getaran

$t$  = lamanya getaran sudu (s)

Kecepatan linier / kecepatan tangensial / kecepatan garis singgung adalah

$$v = 2.\pi.f.x$$

$$E = \frac{1}{16} \rho g H^2$$

$$P = E.v$$

$E$  = densitas energi ombak rata-rata per luasan horisontal (J/m ),

$H$  = tinggi ombak rata-rata (m)

$\rho$  = massa jenis air laut = 1025 kg/m<sup>3</sup>

$g$  = percepatan gravitasi bumi = 9,81 m/s<sup>2</sup>.

$P$  = daya ombak (Watt)

Tabel 4.1 Data Ombak Lateral

NO.	n	t (detik)	f (Hz)	x (m)	v (m/s)	P (Watt)
1	6	32,63	0,18	0,15243	0,18	9,96
2	10	22,22	0,45	0,15243	0,43	24,37
3	10	32,28	0,31	0,15243	0,30	16,77
4	10	27,94	0,36	0,15243	0,34	19,38
5	8	21,44	0,37	0,15243	0,36	20,20
6	13	42,35	0,31	0,15243	0,29	16,62
7	14	42,9	0,33	0,15243	0,31	17,67
8	10	31,78	0,31	0,15243	0,30	17,04
9	11	38,53	0,29	0,15243	0,27	15,46
10	10	40,65	0,25	0,15243	0,24	13,32



Gambar 4.2 Alat pengambil data ombak gerak horizontal

Berdasarkan penggunaan alat gambar 4.2, diperoleh data seperti pada table 4.1. Dari table ini diperoleh data kecepatan ombak lateral/horizontal rata-rata,  $v = 0,3$  m/s dan daya ombak lateral rata-rata,  $P = 17,08$  Watt.



## 4.2 Daya Angin

Daya angin pantai Kota Tegal, diperoleh dengan turbin Savonius dengan jari-jari putaran,  $R = 12$  cm pada ketinggian,  $h = 2,5$  m.

Tabel 4.2 Data Angin Pantai Kota Tegal

NO.	n	t (detik)	f (Hz)	R (cm)	v (m/s)	P (Watt)
1	10	4,46	2,24	12	1,69	0,13
2	20	8,91	2,24	12	1,69	0,13
3	30	13,75	2,18	12	1,64	0,12
4	30	15,28	1,96	12	1,48	0,09
5	15	9,47	1,58	12	1,19	0,05
6	10	6,38	1,57	12	1,18	0,05



Gambar 4.3 Turbin angin Savonius

Kecepatan angin rata-rata dihitung berdasarkan turbin Savonius, gambar 4.3 adalah  $1,48$  m/s.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN & SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

- (1) Kecepatan ombak lateral/horizontal rata-rata,  $v = 0,3 \text{ m/s}$  dan daya ombak lateral rata-rata,  $P = 17,08 \text{ Watt}$ .
- (2) Kecepatan angin rata-rata dihitung berdasarkan turbin Savonius adalah  $1,48 \text{ m/s}$ .
- (3) Kecepatan ombak lateral lebih kecil dibandingkan kecepatan angin. Untuk itu perencanaan pembangkit listrik tenaga ombak harus memperhatikan kecepatan angin di atas permukaan air laut di daerah pantai.
- (4) Daya dynamo yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga ombak, diambil di bawah hasil penelitian ini.

#### **5.2 Saran**

- (1) Ombak permukaan laut yang dipengaruhi oleh angin dan ternyata kecepatan anginnya lebih besar dibandingkan kecepatan ombak, disarankan dapat mengembangkan pembangkit listrik tenaga angin di pesisir pantai.
- (2) Pengembangan pembangkit listrik tenaga ombak diteruskan sampai menghasilkan listrik. Dengan demikian dapat mengetahui karakteristik antara daya listrik yang diperoleh secara penelitian dan secara instrumentasi (alat).
- (3) Kecepatan angin yang besar berdasarkan alat turbin Savonius, belum tentu menghasilkan daya angin yang dapat menggerakkan dinamo penghasil listrik. Untuk itu, disarankan diadakan juga penelitian pembangkit listrik tenaga angin di pesisir pantai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Awang Riayadi**, 2002. “*Gelombang Laut Berpotensi sebagai Energi Listrik*”. <<http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut-ombakgelombangarus/2181--gelombang-laut-berpotensi-sebagai-energi-listrik.html>>[18/04/2010 23:55].
- Azmi, G., G., dkk.**, 2010. *Pemanfaatan Energi Terbarukan Dalam Peningkatan Nilai Jual Produk Olahan Hasil Laut*, Community Development Competition ITB FAIR 2010.
- Eko Sarjono**, 2012. “*Pembangkit Listrik Tenaga Ombak*”. <<http://www.alpensteel.com/article/51-113-energi-lain-lain/161--pembangkit-listrik-tenaga-ombak-dikembangkan.html>>[29/02/2012 21:24].
- Evan Clearesta, dkk**, 2010. “*Konversi Energi – Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Laut*”. <<http://majalahenergi.com/forum/energi-baru-dan-terbarukan/energi-laut/tf-2106-konversi-energi-sistem-pembangkit-listrik-tenaga-laut>> [29/02/2012 22:09].
- Gunawan, T.**, 2008. *Pemanfaatan Energi Laut 1 : Ombak*, Majari Magazine, <<http://majarimagazine.com/>> [27/02/2010 15:55].
- Harris, A., Y.**, 2005. *Ombak Nusantara Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) – Jakarta. [29/04/2010 17:11].
- Nogrohoadi**, 2008. “*Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia*”, <<http://nugrohoadi.wordpress.com/2008/05/03/pembangkit-listrik-tenaga-angin-di-indonesia/>>[29/02/2012 21:55].
- 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].
- Yusufsatya**, 2012. “*Penggunaan Listrik Tenaga Angin*”. <<http://www.alpensteel.com/article/47-103-energi-angin--wind-turbine--wind-mill/2979--penggunaan-listrik-tenaga-angin.html>> [24/05/2012 23:21]

## **Lampiran 1**

### **Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti**

## BIODATA KETUA PENELITI

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ir. Soebyakto, MT.	L / P
2	Jabatan Fungsional	Asisiten Ahli	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	-	
5	NIDN	0603026001	
6	Tempat dan Tanggal lahir	Tegal, 3 Pebruari 1960	
7	Alamat Rumah	Jl. Cucut Rt. 3 Rw. 1 No. 18 Kalisapu - Slawi 52416	
8	Nomor Telepon/Faks/HP.	08156924106	
9	Alamat Kantor	Jl. Halmahera Km. 1 Kota Tegal	
10	Nomor Telepon/Faks	0283-342519	
11	Alamat e-mail	soebyakto@gmail.com	
12	Lulusan yang Telah Dihilaskan	S-1= orang; S-2= orang; S-3= orang	
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Fisika	
		2. Kimia	
		3. Kinematika dan Dinamika	

### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Bandung	Universitas Pancasila Jakarta	
Bidang Ilmu	MIPA - Geofisika	Teknik Mesin - Konversi Energi	
Tahun Masuk - Lulus	1980 - 1986	2009 - 2011	
Judul Skripsi / Thesis / Disertasi	Pengkajian Metode Lingkaran	Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Ombak, Pasang Surut dan Arus Laut (Studi Kasus di Pantai Tegal)	
Nama Pembimbing / Promotor	Prof. Susilo Prawiwardoyo	Prof. Dr. Ir. Prawoto, MSAE.	

### C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2009	Penerapan Hukum Newton tentang Gravitasi untuk Pasang Surut Air Laut	Lemlit UPS Tegal	2
2	2010	Pengkajian Ketinggian Pasang Surut Air Laut di Pantai Kota Tegal	Lemlit UPS Tegal	2
3	2010	Studi Konversi Energi Laut sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Kota Tegal	Lemlit UPS Tegal	2
4	2011	Destilasi Air Keruh dengan Tenaga Surya dan Tenaga Listrik untuk Mendapatkan Air Bersih	Lemlit UPS Tegal	2

### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2010	Pelatihan Pengoperasian Penggunaan Program Komputer Bel otomatis Sekolah di SMK Dinamika Kota Tegal	LPM-UPS Tegal	2
2	2011	Penggunaan Perangkat Lunak Visual Basic sebagai Upaya Peningkatan pelayanan Kesehatan di Puskesmas / Poliklinik Kota Tegal	LPM-UPS Tegal	2

### E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Analisa Pasang Surut Air Laut di Pantai Kota Tegal	Vol. 3 No. 1 April 2009 ISSN 1978- 2497	ITEKS
2	Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Ombak, Pasang Surut dan Arus Laut (Studi Kasus di Pantai Kota Tegal)	Vol. 1 No. 1 Juli 2011 ISSN : 2088- 5784	TEKNOBIZ

**F. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Fisika 1	2009	143	FT-UPS Tegal
2	Fisika 2	2010	146	FT-UPS Tegal

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan..

Tegal, Maret 2013

Yang bersangkutan,

Ir. Soebyakto, MT.

## BIODATA ANGGOTA 1

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Drs. Drajat Samyono, MT	L / P
2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	5551121964	
5	NIDN	0627075702	
6	Tempat dan Tanggal lahir	Semarang, 27 Juli 1957	
7	Alamat Rumah	Perumahan BTN Mejasem Barat Jln. Pala Barat 5 D / 624 Tegal	
8	Nomor Telepon/Faks/HP.	0283– 355751/081803971497	
9	Alamat Kantor	Jl. Halmahera Km. 1 Kota Tegal	
10	Nomor Telepon/Faks	0283-342519	
11	Alamat e-mail		
12	Lulusan yang Telah Dihilangkan		
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Motor Diesel	
		2. Teknik Pengecoran Logam	
		3. Mesin Kalor	

### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Semarang	Universitas Pancasila Jakarta	
Bidang Ilmu	Pendidikan Teknik Mesin	Teknik Mesin - Konversi Energi	
Tahun Masuk - Lulus	1977 - 1983	2009 - 2011	
Judul Skripsi / Thesis / Disertasi	Sistem Mekanik Katup Mesin Diesel Daihatsu Truck V-22H	Analisis Kinerja Sistem Pengkondisian Udara di Pusat Perbelanjaan	
Nama Pembimbing / Promotor	Drs. Karsono	Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi	



**C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (JutaRp)
1	2011	Analisa pengaruh proses perlakuan terhadap sifat keausan pisau penghancur plastik	Lemlit UPS Tegal	2
2	2011	Analisa kinerja evaporator pada instalasi sistem pengkondisian udara untuk bangunan komersial	Lemlit UPS Tegal	2
3	2010	Analisa efektifitas heats ink dan laju aliran air pendingin terhadap unjuk kerja system air cooled chiller berbasis termoelektrik	Lemlit UPS Tegal	2
4	2010	Optimasi Proses Tempering Baja ST60 untuk Peningkatan Sifat Mekanik Gear Helix pada Pompa Aspal	Mandiri	2

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Tahun Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (JutaRp)
1	2010	Pelatihan ketrampilan mengelas bagi Karang taruna Ds. Mejasem Barat Kab.Tegal	LPM-UPS Tegal	2
2				

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan .

Tegal, Maret 2013

Yang bersangkutan,

Drs. Drajat Samyono, MT.

## BIODATA ANGGOTA 2

### A. IdentitasDiri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	AHMAD FARID, ST, MT	L/P
2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
3	Jabatan Struktural	Ketua Program Studi Teknik Mesin	
4	NIP/NIK/Identitas Lainnya	NIPY.172611101978	
5	NIDN	0611107602	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tegal, 11 Oktober 1978	
7	Alamat Rumah	Kalisoka RT02/3 Kec. Dukuhwaru Kab.Tegal	
8	Nomor Telepon /Faks/HP	08156681706	
9	Alamat Kantor	FT-UPS Jl. Halmahera Km.1 Kota Tegal	
10	Nomor Telepon	0283-342519	
11	Alamat E-mail	farield_st@yahoo.com	
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 10 orang; S-2= orang; S-3= orang;	
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Proses Produksi	
		2. Mesin Pendingin	
		3. Kinematika Dinamika	

### B. RiwayatPendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNDIP Semarang	Univ. Pancasila Jakarta	-
Bidang Ilmu	Teknik Mesin Konversi Energi	Teknik Mesin Konversi Energi	-
Tahun Masuk– Lulus	2002 - 2004	2009 - 2011	-
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Kaji Eksperimental Pengaruh Temperatur Keluar Evaporator pada Air Cooler Chiller menggunakan R-22	Optimasi Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Guci Kab.Tegal	-
Nama Pembimbing/Promotor	Syaiful, ST,MT/ Mukhamad ST,MT	Prof.Dr. Ir. Wibowo Paryatmo	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (JutaRp)
1	2009	Pengaruh Penambahan Zat Arang pada Water Purifer Terhadap Kualitas Hasil Pengolahan Air Limbah Tahu	Litbang UPS Tegal	2
2	2010	Peningkatan Nilai Ekonomis Minyak Jarak dengan Teknologi Pembakaran	Litbang UPS Tegal	2
3	2010	Analisa Pengaruh Perubahan Temperatur Keluar Evaporator pada Air Cooled Chiller system secondary loop menggunakan HCR-22	Mandiri	1
4	2010	Analisa Efektifitas Heatsink dan Laju Aliran Air Pendingin terhadap Unjuk Kerja Sistem Air Cooled Chiller Berbasis Thermoelektrik	Litbang UPS Tegal	2
5	2010	Analisa Peningkatan Produksi Air Bersih Menggunakan Pemanas Air Surya pada Penggunaan Absorber	Litbang UPS Tegal	2
6	2010	Energi Pembakaran pada Pemecah Minyak Jarak (Jatropha Oil) dengan Reaksi Pencampuran air	Litbang UPS Tegal	2
7	2010	Studi Konversi Energi Laut sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Kota Tegal	Litbang UPS Tegal	2
8	2012	Studi Kelayakan Teknik dan Perencanaan Turbin Mikrohidro di Sungai Guci Kab. Tegal	Litbang UPS Tegal	2

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Tahun Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (JutaRp)
1	2009	Pelatihan Metode Jaringan Petri pada Pembuatan Hydrant untuk Produktifitas Mesin di PT. Karya Paduyasa	LPM UPS Tegal	1,5
2	2009	Penerapan Teknologi Tepat Guna Instalasi Biogas Pada Kelompok Ternak Sapi Lembu Jaya Kec. Wonosari- Brebes	Dinas Pendidikan Jateng	15
3	2009	Penggunaan Water Purifer Sebagai IPAL Mandiri untuk Alternatif	Dinas Pendi dikan Jateng	15

		Pengganti IPAL Bersama Pada Sentra Industri Tahu di Kab. Tegal.		
4	2010	Penggunaan Perangkat Lunak Visual Basic sebagai Upaya Peningkatan Pelayanan Pendidikan untuk Tanda Waktu Bel Sekolah	LPM UPS Tegal	2
5	2010	Penyuluhan Melalui Program Siaran Universitas Judul "Pengertian RoHS dalam Engineering"	LPM UPS Tegal	0,5
6	2010	Pelatihan Pengoperasian Penggunaan Program Komputer Bel Otomatis Sekolah	LPM UPS Tegal	2
7	2011	Pengawas Satuan Pendidikan Ujian Nasional SMK Tahun Pelajaran 2008/2009 Kota Tegal	Dinas Pendidikan Jateng	1
8	2011	Penyuluhan Melalui Program Siaran Universitas Judul "Telaah Kritis Sistem Pembelajaran Berbasis Komputer"	LPM UPS Tegal	0,5
9	2011	Pelatihan Perawatan Diesel & Hidrolis untuk Teknisi & Supir Truk Pengangkut Sampah	LPM UPS Tegal	2
10	2011	Pelatihan Ms. Office & Pembuatan Software Pengisian Nilai Raport	LPM UPS Tegal	2

#### E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurna l Dalam 5 Tahun

Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Instalasi Sistem Penyalur Gasbio Menggunakan Pipa PVC	Edisi 6 April 2010 Litbang UPS Tegal	OSEATEK
2	Pengaruh Perubahan Temperatur Keluar Evaporator pada Air Cooled Chiller dengan Refrigeran R-22 pada Temperatur Keluar Kondensor 28 <sup>0</sup> C	Edisi 7 Oktober 2010 Litbang UPS Tegal	OSEATEK
3	Analisa Pengaruh Gerak Makan & Sudut Geram Terhadap Rasio Pemampatan Tebal Geram dengan Menggunakan Material ST60 pada Proses Sekrap	Edisi 9 Oktober 2011 Litbang UPS Tegal	OSEATEK
4	Analisa Tempering dengan Quenching Media Oli Mesran SAE 40 terhadap Sifat Mekanik	Vol 2 No.1 2011 FT-UPS	ENGINEERING

	Poros S45C		
5	Analisa Sistem Pembangkit Berbasis Thermoelektrik dengan Rangkaian Seri pada Pemanfaatan Panas Buang Mesin Toyota Tipe 4k	Vol 2 No.1 2011 FT-UPS	ENGINEERING
6	Kemampuan Produksi Biogas pada Digester Berbahan Fiberglass berukuran 120L	Vol 2 No.1 2011 FT-UPS	ENGINEERING

F. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Proses Produksi	2009	50	Litbang UPS
2	Mesin Pendingin	2012	48	Litbang UPS

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan .

Tegal,     Maret 2013  
Yang bersangkutan,

Ahmad Farid, ST, MT

**Lampiran 2**  
**DATA OMBAK PANTAI TEGAL**

Tabel 1 Data Gerak Horizontal Ombak

NO	TANGGAL	JAM	GERAK HORIZONTAL					
			$n$	$L$ (m)	$t$ (det)	$f$ (Hz)	RPM	$v$ (m/s)
1	21-Jul-10	11:34	2	10	5,50	0,36	21,82	1,82
2	21-Jul-10	11:34	4	20	12,20	0,33	19,67	1,64
3	21-Jul-10	11:35	2	10	5,60	0,36	21,43	1,79
4	21-Jul-10	11:36	4	20	13,60	0,29	17,65	1,47
5	21-Jul-10	11:36	2	10	4,90	0,41	24,49	2,04
6	21-Jul-10	11:37	4	20	12,20	0,33	19,67	1,64
7	21-Jul-10	11:38	2	10	5,90	0,34	20,34	1,69
8	21-Jul-10	11:39	4	20	13,40	0,30	17,91	1,49

Tabel 2 Data Gerak Vertikal Ombak

NO.	GERAK VERTIKAL							$v$ (m/s)	Jam	Hari	Tanggal
	$n$	$t$ (Detik)	$H_{min}$ (cm)	$H_{maks}$ (cm)	$H$ (m)	$f$ (Hz)	rpm				
1	1	7,2	20	40	0,20	0,139	8,33	0,09	11.30	Selasa	22-Jun-2010
2	3	11,5	10	40	0,30	0,261	15,65	0,25	11.35	Selasa	22-Jun-2010
3	5	28,5	10	50	0,40	0,175	10,53	0,22	11.40	Selasa	22-Jun-2010
4	8	38,9	10	50	0,40	0,206	12,34	0,26	11.50	Selasa	22-Jun-2010
5	10	55	10	50	0,40	0,182	10,91	0,23	12.00	Selasa	22-Jun-2010
6	5	19	-20	20	0,40	0,263	15,79	0,33	11:00	Rabu	30-Jun-10
7	5	12,8	-20	20	0,40	0,391	23,44	0,49	11:10	Rabu	30-Jun-10
8	6	18,5	-20	20	0,40	0,324	19,46	0,41	11:20	Rabu	30-Jun-10
9	10	31	-20	20	0,40	0,323	19,35	0,41	11:50	Rabu	30-Jun-10
10	5	21,2	-20	30	0,50	0,236	14,15	0,37	12:00	Rabu	30-Jun-10
11	4	23	25	50	0,25	0,174	10,43	0,14	11:34	Rabu	21-Jul-10
12	5	30	40	50	0,10	0,167	10,00	0,05	11:40	Rabu	21-Jul-10
13	6	29	25	55	0,30	0,207	12,41	0,19	11:50	Rabu	21-Jul-10
14	4	25	20	40	0,20	0,160	9,60	0,10	11:55	Rabu	21-Jul-10
15	8	31	20	50	0,30	0,258	15,48	0,24	12:00	Rabu	21-Jul-10

PENELITIAN MENENTUKAN DAYA OMBAK ARAH HORIZONTAL  
DI PANTAI ALAM INDAH (PAI) KOTA TEGAL

HARI,  
TANGGAL : Jum'at, 1 Maret 2013  
JAM : 16.00 - 16.30

Jari-jari Roda,  
R : 30,5 cm

NO.	n	t (detik)	f (Hz)	x (m)	v (m/s)	P (Watt)
1	6	32,63	0,18	0,15243	0,18	9,96
2	10	22,22	0,45	0,15243	0,43	24,37
3	10	32,28	0,31	0,15243	0,30	16,77
4	10	27,94	0,36	0,15243	0,34	19,38
5	8	21,44	0,37	0,15243	0,36	20,20
6	13	42,35	0,31	0,15243	0,29	16,62
7	14	42,9	0,33	0,15243	0,31	17,67
8	10	31,78	0,31	0,15243	0,30	17,04
9	11	38,53	0,29	0,15243	0,27	15,46
10	10	40,65	0,25	0,15243	0,24	13,32
					0,30	17,08

PENELITIAN MENENTUKAN DAYA ANGIN  
DI PANTAI ALAM INDAH (PAI) KOTA TEGAL

HARI,  
TANGGAL : Jum'at, 1 Maret 2013  
JAM : 16.00 - 16.30

NO.	n	t (detik)	f (Hz)	R (cm)	v (m/s)	P (Watt)
1	10	4,46	2,24	12	1,69	0,13
2	20	8,91	2,24	12	1,69	0,13
3	30	13,75	2,18	12	1,64	0,12
4	30	15,28	1,96	12	1,48	0,09
5	15	9,47	1,58	12	1,19	0,05
6	10	6,38	1,57	12	1,18	0,05
					1,48	0,10