

**TUGASAKHIR**  
**PENGARUH SUDUT BANDUL TERHADAP DAYA LISTRIK**  
**PADA PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**  
**GELOMBANG LAUT (PLTGL) SISTEM 2 BANDUL**  
**METODE VERTIKAL**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu  
(S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada

Oleh :

**NAMA : ANAN KURNIAWAN**

**NIM : 06250008**



**FAKULTASTEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**UNIVERSITAS DARMA PERSADA**  
**JAKARTA**  
**2012**

## LEMBAR PENGESAHAN

Telah diperiksa dan diterima dengan baik oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir, untuk melengkapi dan memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna mengikuti ujian tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.

Nama : Anan Kurniawan


NIM : 2006250008

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir: Pengaruh Sudut Bandul Gelombang Terhadap Daya Listrik Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Sistem 2 Bandul Metode Vertical


Jakarta, 20 Pebruari 2012

Pembimbing




(Dhimas Satria, S.T, M.Eng)

Penulis



( Anan Kurniawan )

Ketua Jurusan Teknik Mesin



( Ir. Asyari Daryus, S.E, M.Sc.)

## LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Anan Kurniawan


Nim : 2006250008


Jurusan : Teknik Mesin


Fakultas : Teknik

Telah disidangkan pada tanggal 20 Pebruari 2012 dihadapan panitia sidang serta para dosen penguji dan dinyatakan lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin Program Strata 1 (SI).

Menyetujui

  
Ir. Asyari Daryus, S.E., M.Sc.  
Dosen Penguji I

  
Yefri Chan, S.T., M.T  
Dosen Penguji II

  
Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng.

Dosen Penguji III

## LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Anan Kurniawan

Nim : 2006250008

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir atau Skripsi ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian , bimbingan dan panduan dari buku-buku referensi yang terkait dan relevan dengan materi Tugas Akhir atau Skripsi ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Jakarta, 20 Pebruari 2012



Anan Kurniawan

## ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki berbagai potensi sumber daya kelautan. Salah satunya berupa potensi energi gelombang laut. Contoh pengembangan energi laut adalah studi pemodelan pembangkit listrik tenaga gelombang laut sistem bandul konis.

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam proses pembuatan skripsi, penulis melaksanakan kegiatan observasi lapangan. Kegiatan ini dimaksudkan agar penulis memperoleh data-data dan cara kerja mesin secara nyata dan akurat serta mencatat hal-hal penting guna melengkapi data sebagai bahan acuan perancangan alat peraga maupun dalam pembuatan laporan. Untuk dapat membantu dalam proses pengukuran diperlukan alat dalam membantu mendapatkan hasil pengukurannya yaitu: *tachometer* dan busur derajat.

Pada tahap perencanaan, berbagai variabel besarnya disesuaikan dengan karakteristik gelombang laut sebenarnya, seperti sudut bandul. Dengan menggunakan variasi sudut minimum  $15^{\circ}$  maksimum  $30^{\circ}$ . Namun, terdapat range sudut tertentu yang dapat menghasilkan voltase tinggi pada sudut bandul tersebut. Dari hasil pengujian ( $P$ ) daya terbesar terjadi pada alat pembangkit listrik sistem dua bandul pada lengan 0.94m, 0.75m, 0.68m. secara keseluruhan pada sudut  $30^{\circ}$  berat bandul 30 kg pada lengan 0.94 m dengan mendapat daya sebesar 75.57 watt. Dari hasil pengujian Efisiensi alat pembangkit listrik sistem dua bandul pada lengan 0.94m, 0.75m, 0.68m secara keseluruhan pada sudut  $30^{\circ}$  berat 15 kg dengan mendapat efisiensi sebesar 87.75 %. Dari hasil pengujian terbukti pengaruh sudut dan massa bandul terhadap Daya listrik ( $P$ ).

## ABSTRACT

Indonesia is the largest archipelago in the world that has the potential range of marine resources. One of the potential energy of sea waves. Examples are the development of ocean energy power plant modeling study of sea waves taper pendulum system.

To obtain the data required in the process of thesis, the author conducts field observations. This activity is intended that the authors obtained data and the workings of the machine are real and accurate, and noted the important things in order to complete the data as a reference design of props and in preparing reports. To be able to assist in the process of measurement is necessary tool in helping to get the measurement result is: tachometer and protractor.

At the planning stage, a variety adapted to the characteristics of the variable magnitude of the actual ocean waves, like the pendulum angle. By using a variation of the minimum  $15^{\circ}$  point of maximum  $30^{\circ}$ . From the test results (P) occurs at the largest power tool power on the system of two pendulum arms 0.94m, 0.75m, 0.68m. overall weight of the pendulum at an angle of  $30^{\circ}$  30 kg at 0.94 m arm to get a power of 75.57 watts. From the test results Efficiency in power generation systems in the two pendulum arms 0.94m, 0.75m, 0.68m at an angle of  $30^{\circ}$  overall weight of 15 kg and had an efficiency of 87.75%. From the test results proved the influence of the angle and the mass of the pendulum to the electric power (P).

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tak lupa penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain :

1. Bpk. Ir. Asyari Daryus, SE, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
2. Bpk. Dhimas Satria, ST, M.Eng Universitas Darma Persada selaku Dosen pembimbing.
3. Bpk. Ir. Agus Sun Sugiharto, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
4. Dosen-dosen Teknik Mesin, yang telah banyak memberikan masukan dan dukungan kepada menulis.
5. Kedua Orang Tua serta Saudara/I penulis yang telah memberikan dorongan, semangat serta doa yang tulus kepada penulis.
6. Kekasihku Trie yang selalu memberi suport dan dukungannya.
7. Saudara Deni Kurniawan, Suhendro sebagai partner dalam melakukan laporan tugas akhir ini yang selalu menemani dalam saat suka dan duka.
8. Teman-teman angkatan 2006 terima kasih atas dukungan kalian semua
9. Teman-teman seperjuanganku
10. Rekan-rekan di Teknik Mesin FT UNSADA yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

11. Rekan-rekan Teknik UNSADA yang juga memberikan masukan dalam menuliskan laporan skripsi ini.
12. Dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan, baik dalam cara penulisan maupun pengumpulan informasi dan pengolahan data. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca agar menjadi masukan dalam penulisan-penulisan selanjutnya. Semoga buku skripsi ini ini bisa berguna dan memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 16 februari 2012

MET EIAI  
TEMUEL

8135 IFABF0452B088

60000

JP

(Anan Kurniawan)



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	2
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.5.1 Jenis Penelitian.....	3
1.5.2 Sifat Penelitian .....	4
1.5.3 Pengumpulan Data .....	4
1.5.4 Metode Analisa Data .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5

<b>BAB II</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>	<b>6</b>
2.1	Gelombang air laut	6
2.2	Energi Gelombang laut	14
2.3	Gelombang Berdasarkan Input Sudut Gelombang/ Sudut Bandul	16
2.4	Gerakan Bandul Mekanisme Dan Sistematika Perhitungannya	18
2.5	Hukum Kekekalan Energi Mekanik	24
2.6	Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada ayunan Sederhana	24
2.7	Hubungan sudut gelombang dan sudut bandul, kecepatan, dan -- berat bandul	26
2.8	Perhitungan sudut bandul/sudut gelombang	27
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>30</b>
3.1	Metode Pengumpulan Data	30
3.2	Alat Bantu Alat Praktikum PLTGL	31
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>34</b>
4.1	Proses Pengambilan Data	34
4.2	Hasil Perhitungan Teoritik	34
4.3	Hasil Data Pengujian	38
4.3.1	Hasil pengujian Pertama	38
4.3.2	Hasil pengujian kedua	41
4.4	Data Grafik Perbandingan Daya Teoritik Dengan Pengujian	42

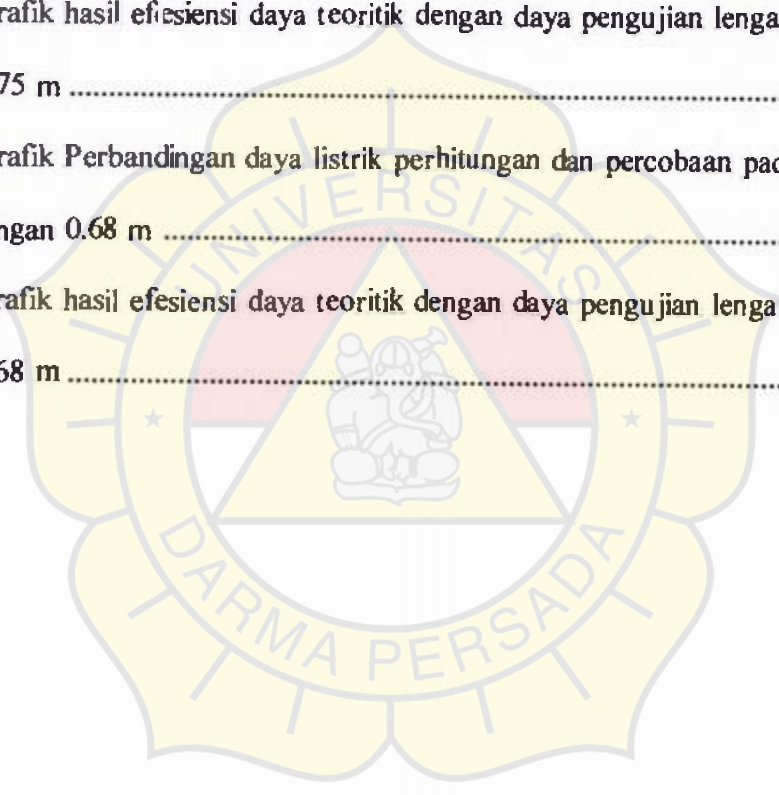
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>



## DAFTARGAMBAR

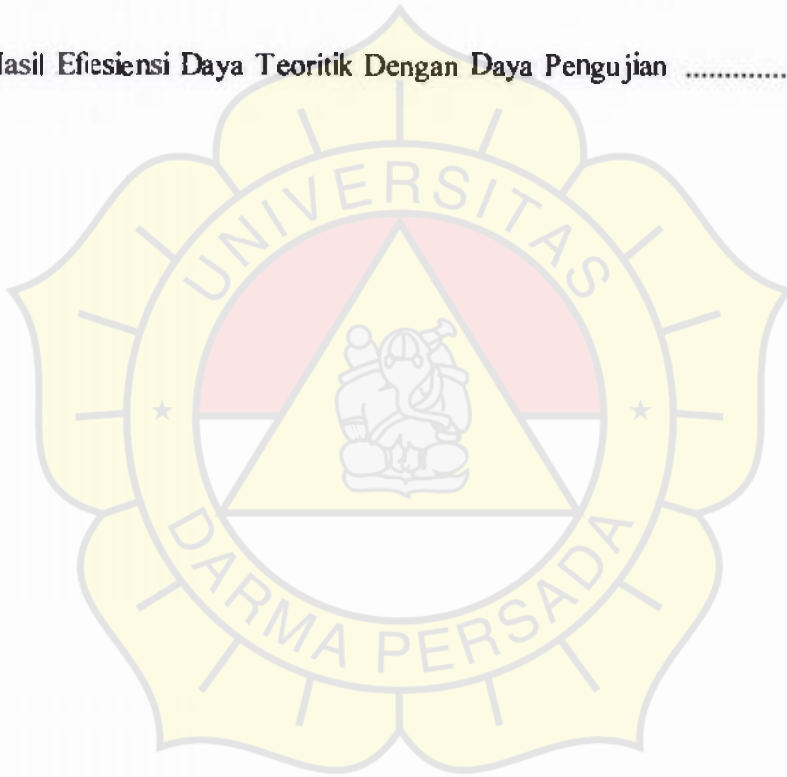
Gambar 2.1	Gerakan Gelombang Trokoid .....	6
Gambar 2.2	Geometri Trokoid .....	11
Gambar 2.3	Definisi panjang dan tinggi gelombang untuk gelombang sederhana .....	13
Gambar 2.4	Gaya pada partikel air dalam gelombang trokoid. ....	17
Gambar 2.5	Gerak harmonik sederhana angular pada Bandul .....	18
Gambar 2.6	Gaya pada ayunan sederhana .....	19
Gambar 2.7	Gaya-gaya yang bekerja pada ayunansederhana adalah gayatarik T dan-gaya berat $mg$ pada massa $m$ .....	22
Gambar 2.8	Hukum kekekalan Energi .....	22
Gambar 2.9	Mekanik pada ayunan sederhana .....	22
Gambar 2.10	Simulasi Sudut bandul .....	22
Gambar 2.11	Bandul yang dipasang pada lengan .....	22
Gambar 2.12	Sudut bandul .....	22
Gambar 2.12	Pergerakan gelombang terhadap bandul .....	22
Gambar 3.1	Diagram alir pada penelitian system dua bandul .....	33
Gambar 3.2	Tachometer .....	35
Gambar 3.3	Busur derajat kayu .....	35
Gambar 4.1	Pergerakan Sudut pada $30^0$ .....	47
Gambar 4.2	Grafik hasil pergerakan bandul panjang lengan 0,94 bandul 30 kg- sudut $30^0$ .....	48
Gambar 4.3	Pergerakan bandul .....	49

Gambar 4.4	Grafik perbandingan daya listrik perhitungan dan percobaan pada panjang - lengan 0.94 m .....	52
Gambar 4.5	Grafik hasil efesiensi daya teoritik dengan daya pengujian lengan bandul - 0.94m .....	53
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan daya listrik perhitungan dan percobaan pada panjang - lengan 0.75 m .....	49
Gambar 4.7	Grafik hasil efesiensi daya teoritik dengan daya pengujian lengan bandul - 0.75 m .....	49
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan daya listrik perhitungan dan percobaan pada panjang - lengan 0.68 m .....	49
Gambar 4.9	Grafik hasil efesiensi daya teoritik dengan daya pengujian lengan bandul - 0.68 m .....	49



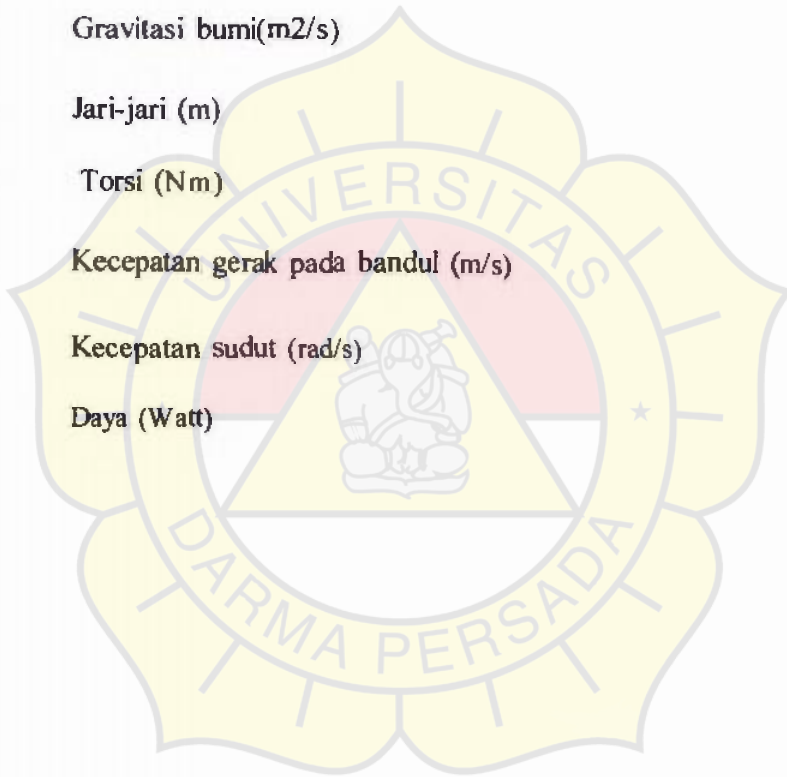
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan antar unsur gelombang .....	10
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Sudut Bandul berdasarkan perhitungan teoritik .....	36
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Gerakan Bandul .....	38
Tabel 4.3	Pengambilan Data Rata-rata Daya Pengujian .....	39
Tabel 4.4	Hasil Efisiensi Daya Teoritik Dengan Daya Pengujian .....	40



## DAFTAR SIMBOL

m	=	Berat bandul (Kg)
l	=	Panjang lengan bandul (m)
p	=	Kemiringan bandul ( $^{\circ}$ )
g	=	Gravitasi bumi(m <sup>2</sup> /s)
r	=	Jari-jari (m)
T	=	Torsi (Nm)
V	=	Kecepatan gerak pada bandul (m/s)
$\omega$	=	Kecepatan sudut (rad/s)
P	=	Daya (Watt)



# BABI

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki 17.508 pulau dengan panjang garis pantai 81.000 km dan luas wilayah perairan sebesar 5,8 juta km<sup>2</sup>, menyimpan potensi sumber daya pesisir dan lautan yang sangat besar. Salah satu potensi yang dapat dimanfaatkan adalah energi gelombang laut. Hal ini karena energi listrik merupakan sumber energi yang paling bersih dan mudah diakses. Sementara itu, sumber tenaga atau energi primer yang dibutuhkan untuk membangkitkan energi listrik seperti PLTD, PLTA, PLTM, PLTU, PLTN, PLTG dan PLTP tidak selalu ada di semua tempat dan penggunaan beberapa energi primer seperti minyak dan batubara menghasilkan emisi gas rumah kaca yang cukup besar.

Pemanfaatan energi laut meluas seiring naiknya harga minyak. Ketika krisis minyak terjadi pada tahun 1973, Stephen Salter, insinyur skotlandia, mengembangkan pembangkit listrik tenaga gelombang laut pertama. Namanya Salter's duck. Perangkat sistemnya yang menyerupai paruh bebek tersebut bergerak mengganggu seiring gerakan gelombang. Energi gerak tersebut dikonversi menjadi listrik oleh sebuah generator.

Kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Ketenaga listrikan PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2010 menghasilkan suatu teknologi sistem PLTGL-SB yang telah mencapai tahap riset mengenai bentuk yang disempurnakan dengan menggunakan ponton



sebagai landasan Bergeraknya pendulum. Ponton ditempatkan mendatar di atas permukaan air laut. Gelombang laut akan membuat miring ponton. Kemiringan ponton datar ini mengakibatkan pendulum berputar. Perputaran pendulum merupakan cikal dari terciptanya energi listrik. Dengan menggunakan tipe putaran bandul konis, nantinya akan dianalisa pengaruh kemiringan sudut konis terhadap putaran bandul serta pengaruh perubahan panjang lengan pendulum terhadap energi listrik yang dihasilkan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi perumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh sudut bandul terhadap daya listrik ?
2. Manakah daya yang lebih besar dari bandul 30 kg, 15 kg, 20 kg, dan 5 kg pada sudut  $30^{\circ}$  sampai  $15^{\circ}$  ?
3. Manakah efisiensi yang lebih besar dari bandul 30 kg, 15 kg, 20 kg, dan 5 kg pada sudut  $30^{\circ}$  sampai  $15^{\circ}$  ?

## **1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Penelitian**

Mengetahui pengaruh sudut Bandul terhadap daya listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut - Sistem Bandul vertical.

### **1.3.2. Manfaat Penelitian**

1. Penulis dapat menganalisa proses pembuatan alat Pembangkit Listrik Dari Gelombang Air Laut khususnya pada pengaruh sudut bandul.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Skripsi ini terdiri dari enam bagian, yaitu agar alur penyusunan laporan skripsi ini dapat disusun dengan baik dan dapat dipahami dengan mudah, adapun sistematika penulisannya sebagai berikut :

### **BABI PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BABII LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan teori serta metode dari berbagai buku yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan model pemecahan masalah yang penulis butuhkan dalam langkah pengerjaan.

### **BABIII METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menerangkan lebih detail mengenai langkah-langkah yang diambil penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

### **BABIV PEMBUATAN PROTOTIPE DAN PENGUJIAN**

Bab ini berisikan konstruksi dan spesifikasi alat, pengembangan desain, proses manufaktur.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab terakhir ini merupakan kesimpulan dari apa yang telah dikemukakan dalam bab –bab sebelumnya.

2. Alat dapat dijadikan sebagai alat praktikum pada Laboratorium jurusan Teknik Mesin Darma Persada.

#### **1.4. Pembatasan Masalah**

Untuk analisa di atas maka dibutuhkan beberapa batasan masalah yang akan diambil sebagai berikut:

1. Sudut bandul yang diambil dalam data skripsi ini minimal  $15^{\circ}$  dan maksimal  $30^{\circ}$ .
2. Sudut gelombang sama dengan sudut bandul sama dengan sudut ponton
3. Hentakan/dorongan energi gelombang laut diabaikan.
4. Profil gelombang laut hanya terjadi pada arah sumbu x dan y yang merupakan sumbu tetap dengan bidang.

#### **1.5. Metodologi Penelitian**

Penulisan skripsi ini dilakukan berdasarkan fakta-fakta yang objektif agar kebenarannya dapat di pertanggung jawabkan baik secara teoritis maupun pengujiannya.

##### **1.5.1. Jenis Penelitian**

Dalam penelitian yang mencakup masalah alat Pembangkit Listrik Dari Gelombang Air Laut dilihat dari perhitungan, efisiensi dan efektifitas kerjanya berdasarkan data yang kongkrit dengan cara :

- a) Penelitian Kepustakaan (*Library Research*) yaitu dengan cara menghimpun bahan-bahan pengetahuan ilmiah yang bersumber dari

buku-buku, dan tulisan-tulisan ilmiah yang erat kaitannya dengan materi penulisan.

- b) Penelitian Lapangan (*Field Research*) yaitu dengan cara mengadakan pengujian dan pengetesan melalui praktek.

### 1.5.2. Sifat Penelitian

Dalam penelitian permasalahan ini penulis menggunakan deskriptif yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau gejala dan objek yang diteliti dengan mengambil suatu kesimpulan yang bersifat umum.

### 1.5.3. Pengumpulan Data

- a) Data Primer

Diperoleh melalui pengujian alat Pembangkit Listrik Dari Gelombang Air Laut dalam kegiatan operasionalnya dan juga melakukan pengamatan atas hasil penelitian untuk dapat diambil langkah apa yang harus dilakukan dalam penelitian tersebut.

- b) Data Sekunder

Dengan mempelajari teori – teori yang didapat dari literatur, dokumen dan bahan pustaka lainnya yang berhubungan dengan objek penelitian.

### 1.5.4. Metode Analisa Data

Data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan baik secara teori maupun melalui perhitungan.