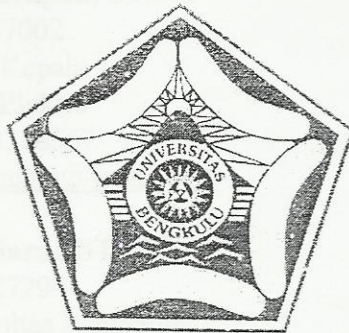


**LAPORAN AKHIR PENELITIAN  
UNGGULAN PERGURUAN TINGGI BOPT  
TAHUN ANGGARAN 2013**



**JUDUL PENELITIAN  
DESAIN DAN IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK  
GELOMBANG LAUT MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK  
STUDI KASUS NELAYAN KOTA BENGKULU**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

**PENELITI :**

**Alex Surapati, ST, MT (NIDN: 0015037002)**

**Erinofiardi, ST, MT (NIDN: 0021027204)**

**Ade Sri Wahyuni, ST, M.Eng, PhD (NIDN: 0030067503)**

**Ika Novia Anggraini, ST, M.Eng. (NIDN: 0007118101)**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
TAHUN ANGGARAN 2013**

## Halaman Pengesahan

**Judul** : **Desain dan Implementasi Pembangkit Listrik Gelombang laut Menggunakan Sistem Pneumatik Studi Kasus di Desa Nelayan Kota Bengkulu.**

Peneliti/ Pelaksana  
Nama lengkap : **Alex Surapati, ST.MT**  
NIDN : 0015037002  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Elektro  
Nomor HP : 081373316567  
Alamat surel (e-mail) : [alexsurapati@ymail.com](mailto:alexsurapati@ymail.com)  
Anggota (1)  
Nama Lengkap : **Erinofiardi, ST.MT**  
NIDN : 0021027204  
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu  
Anggota (2)  
Nama Lengkap : **Ade Sri Wahyuni, ST. M.Eng, Ph.D**  
NIDN : 0030067503  
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu  
Anggota (3)  
Nama Lengkap : **Ika Novia Anggraini, ST.M.Eng**  
NIDN : 00071118101  
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu  
Institusi Mitra :  
Nama Institusi Mitra : Kelompok Nelayan Pantai Jakat  
Alamat : Pantai Jakat Kota Bengkulu  
Penanggung Jawab : Rizwan Effendi  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke I dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 78.500.000,-  
Biaya Keseluruhan : Rp. 158.480.000,-

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



Bengkulu, 25 November 2013  
Ketua Peneliti,

Alex Surapati, S.T., M.T.  
NIP. 197311182003121002

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian

Drs. Sarwit Sarwono, M.Hum.  
NIP.195811121986031 002



## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat pembangkit listrik tenaga gelombang *pneumatik* dengan prinsip kerjanya adalah menggunakan pelampung dan piston (*pneumatik*) yang bergerak turun naik mengikuti gelombang laut. Ketika gelombang laut berada posisi turun maka pelampung akan ikut turun dan torak pada piston juga akan turun. Sebaliknya saat gelombang berada pada posisi naik akan mendorong pelampung keatas dimana dorongan ini akan membuat posisi piston naik dan mengkonversikan fluida ke turbin sehingga bergerak. Gerakan turbin akan memutar poros dan diteruskan ke generator yang mana pada generator energi mekanik poros diubah menjadi energi listrik. Mekanisme kerja alat ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang didanai DIKTI (HKPSN Batch IV) dengan alat pneumatik berupa pelamis dimana kendala peralatan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah tegangan yang dihasilkan rendah. Untuk itu digunakan pelampung dan piston untuk memecahkan masalah ini. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah mengganti komponen pelamis dengan kombinasi pelampung dan piston. Penelitian lain yang pernah ada adalah penggunaan bandul, single dan *double* piston yang dipakai untuk menggerakkan pompa irigasi. Tetapi memiliki kendala pada kerangka pompa dimana pengaruh turun naik kerangka diikuti oleh tidak stabilnya pergerakan sudut gerak gaya tekan. Manfaat dari peralatan dengan sistem *pneumatik* ini adalah untuk memenuhi kebutuhan nelayan akan listrik untuk penerangan di tengah laut saat mencari ikan. Selain itu juga untuk memenuhi Rencana Induk Penelitian dari Universitas Bengkulu tentang energi gelombang laut dan juga isu-isu nasional tentang ketersediaan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, ekonomis dan dan terbarukan. Penelitian ini dilakukan dua tahun dimana pada tahun pertama dilakukan desain dan pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut sistem *pneumatik*. Pembuatan dan pengujian dilakukan di Workshop Fakultas Teknik dan Desa Nelayan di Pulau Baai Bengkulu dengan indikator keberhasilan alat ini yaitu telah dapat menhidupkan lampu LED dan lampu pijar dengan putaran pembangkit listrik tenaga gelombang laut 1500 RPM dengan dimensi diameter tabung piston 240 mm dan tinggi 450 mm dan diameter poros untuk penggerak piston adalah 10 mm dengan tinggi 440 mm.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut, *Pneumatik*, Turbin, Pelampung.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Luaran Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Telaah Pustaka.....	4
2.1.1. Energi Gelombang laut.....	4
2.2. Peralatan Sistem Pneumatik.....	6
2.2.1. Kompresor (Pembangkit Udara Kempa).....	6
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	11
3.1. Tujuan.....	11
3.2. Manfaat Penelitian .....	11
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	13
4.1. Alat dan Bahan.....	13
4.2. Data desain dan Pemodelan PLTGL dengan Sistem Pneumatik.....	14
4.3. Prosedur Penelitian.....	14
4.4. Analisa Data.....	15
BAB V.. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
5.1. HASIL .....	18
5.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut .....	20
5.1.1.1 Proses Pembuatan Bagian Mekanik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	20
5.1.1.2 Pengujian Putaran Bagian Mekanik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	22
5.1.2. Bagian Elektrik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	22

5.1.1.2	Pengujian Putaran Bagian Mekanik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	22
5.1.2.	Bagian Elektrik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	22
5.2.	Pengujian Performance Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.....	24
5.3.	Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Lampu LED dan Pijar 35 Watt.....	26
5.4	PEMBAHASAN .....	28
BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....		29
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN .....		32
DAFTAR PUSTAKA .....		
LAMPIRAN .....		
LAMPIRAN 1. LUARAN PENELITIAN .....		
LAMPIRAN 2. PERSONALIA TENAGA PENELITI BESERTA KUALIFIKASINYA .....		
LAMPIRAN 3. ALOKASI BIAYA .....		
LAMPIRAN 4. MITRA PENELITI .....		
Gambar 2.4	Pengukuran Putaran Motor dan Poros dengan Resor .....	21
Gambar 2.5	Pengujian di LED dan pitar remasung pitar .....	22
Gambar 3.6	Luasan Kuapuran Magnet .....	23
Gambar 3.7	Percobaan Tegangan yang diarahkan Kuapuran Magnet .....	24
Gambar 3.8	a. Baterai dan Inverter .....	25
Gambar 3.8	b. Pengujian dengan Lampu LED dan Lampu Pijar .....	27
Gambar 6.1	Tubang Silinder PVC arah 1 Lubang di Tengah Tubang .....	20
Gambar 6.2	Tubang Silinder PVC dengan 3 Lubang di Atas dan Bawah Tubang .....	21

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Propinsi Bengkulu adalah salah satu propinsi yang terletak di ujung sebelah barat pulau Sumatera yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Sebagian masyarakat Bengkulu terutama di daerah pesisir menggantungkan perekonomiannya pada potensi kekayaan laut sebagai sumber utama mata pencaharian. Untuk mendapatkan hasil laut, masyarakat nelayan mengandalkan bahan bakar minyak sebagai sumber energi penggerak mesin kapal dan sistem penerangan di malam hari. Untuk meningkatkan hasil laut di malam hari masyarakat masih terkendala minimnya sumber daya energi yang dapat digunakan sebagai penunjang dalam beraktifitas. Salah satunya disebabkan oleh tingginya ketergantungan masyarakat nelayan akan bahan bakar minyak sementara harga dan ketersediaan bahan bakar minyak tidak pasti. Hal ini menyulitkan masyarakat nelayan dalam meningkatkan perekonomiannya melalui peningkatan hasil tangkapan di laut. Untuk mengatasi persoalan yang dihadapi oleh masyarakat nelayan dibutuhkan inovasi dan teknologi tepat guna dengan memanfaatkan potensi gelombang sebagai sumber energi alternatif.

Energi gelombang laut adalah sumber energi alternatif yang dapat dihasilkan melalui tekanan udara yang terjadi akibat adanya gerakan turun naik suatu gelombang laut. Energi gelombang laut dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik dimana beberapa peneliti telah melakukan beberapa pengujian dengan membuat beberapa jenis mesin pembangkit listrik tenaga gelombang laut seperti pelamis [1][2], bandul [2] dan kombinasi piston dengan roda gigi. Pembangkit listrik gelombang laut dengan jenis pelamis sudah pernah dilakukan pada penelitian HKPSN Batch IV tahun 2010 yang didanai oleh Dikti. Namun masih ada beberapa kelemahan yaitu energi listrik yang dihasilkan sangat rendah, untuk itu dilakukan perancangan ulang dengan menggunakan model lain yaitu pneumatik [3] tabung silinder (komponen pelampung dan piston). Perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga gelombang dengan sistem pneumatik ini diawali dengan mendesain model piston menggunakan pelampung. Gerakan pelampung turun dan naik mendorong piston memompakan fluida [4] yang ada dalam tabung piston ke sudu turbin [5][6] sehingga turbin bergerak berputar. Gerakan berputar turbin

diteruskan oleh poros [7][8] ke rotor dimana energi mekanik akan diubah menjadi energi listrik oleh rotor.

Pada penelitian ini lebih difokuskan pada desain tabung-tabung pelampung yang ditempatkan pada dinding kapal, dimana pelampung memiliki diameter 400 mm dan panjang pipa 300 mm dan lebar 150 mm . Rotor dan turbin diletakan di dalam kapal nelayan. Setiap terjadi perubahan ketinggian gelombang laut maka alat ini akan menekan pelampung untuk bergerak turun naik secara vertikal. Gerakan turun naik ini mendorong piston untuk memompakan fluida yang ada dalam tabung piston ke sudu turbin. Fluida bertekanan akan menggerakkan sudu turbin dan melalui poros gerakan dari sudu turbin diteruskan ke rotor sehingga menghasilkan energi listrik. Dalam penelitian ini model sistem pneumatik yang dibuat terdiri atas pelampung yang berbentuk bulat, poros, piston dan ditempatkan pada dinding-dinding kapal nelayan.

## 1.2 Luaran Penelitian

Pada penelitian ini sudah menghasilkan luaran dalam bentuk seminar Nasional **Seminar Nasional AVoER V 2013 , Kamis 28 November 2013 yang dilaksanakan di Gedung Seminar Fakultas Teknik Unsri Kampus Palembang, Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang** dengan judul ***“Desain dan Manufaktur Mesin Penggerak (Mekanisme Piston) Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Untuk Lampu Isyarat (Mercusuar) Pada Kapal Nelayan.***

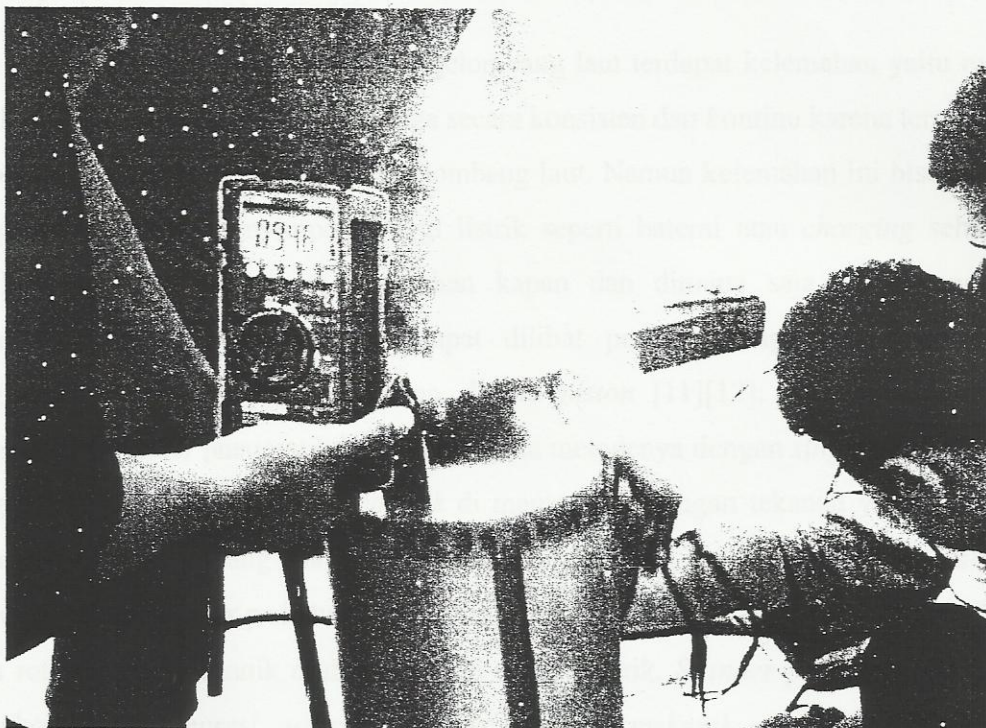
Potensi sumber energi alternatif yang akan dikembangkan adalah sumber energi gelombang laut. Energi gelombang laut akan dimanfaatkan untuk menghasilkan sumber energi alternatif melalui beberapa komponen yang bergerak berdasarkan gerak turun naiknya gelombang. Gerakan ini dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan, mudah diibuat dan dirakit oleh masyarakat nelayan. Dengan kemampuan membuat alat ini diharapkan masyarakat nelayan dapat terbantu perekonomiannya. Selain membantu masyarakat dalam membuat inovasi untuk pemanfaatan potensi yang ada, penerlitian ini juga akan di publikasikan di seminat internasional dengan tema : **“Applying of piston mechanism design used in the wavelength electrical generating of sea for fishing communities”**.

Pelaksanaan Seminar Internasional 13-15 Desember “*International Conference materials and meichanical Science (ICMM2013) Sanya Hainan China.*”

**2013 International Conference of Materials and Mechanical Science (ICMM2013)**  
**2013 材料与机械国际学术会议**  
**December 13-15, 2013 Sanya Hainan, China**

<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Home</li> <li>Call for Papers</li> <li>Plenary Speakers</li> <li>Submission</li> <li>Important Dates</li> <li>Contact Us</li> </ul> <p><b>Organization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sponsors</li> <li>Organizing Committee</li> </ul> <p><b>Conference</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conference Program</li> </ul> <p><b>For Participants</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FAQ</li> <li>Registration</li> <li>Hotel</li> </ul>	<p><b>Important Dates</b></p> <p><b>The Last Round</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Paper submission due:</td> <td>November 27, 2013</td> </tr> <tr> <td>Acceptance Notification Date:</td> <td>December 4, 2013</td> </tr> <tr> <td>Conference Date:</td> <td>December 13 to December 15, 2013</td> </tr> </table> <p><b>The Second Round</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Paper submission due:</td> <td>September 27, 2013</td> </tr> <tr> <td>Acceptance Notification Date:</td> <td>October 11, 2013</td> </tr> <tr> <td>Conference Date:</td> <td>December 13 to December 15, 2013</td> </tr> </table> <p><b>The First Round</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Paper submission due:</td> <td>August 15, 2013</td> </tr> <tr> <td>Acceptance Notification Date:</td> <td>August 29, 2013</td> </tr> <tr> <td>Conference Date:</td> <td>December 13 to December 15, 2013</td> </tr> </table>	Paper submission due:	November 27, 2013	Acceptance Notification Date:	December 4, 2013	Conference Date:	December 13 to December 15, 2013	Paper submission due:	September 27, 2013	Acceptance Notification Date:	October 11, 2013	Conference Date:	December 13 to December 15, 2013	Paper submission due:	August 15, 2013	Acceptance Notification Date:	August 29, 2013	Conference Date:	December 13 to December 15, 2013
Paper submission due:	November 27, 2013																		
Acceptance Notification Date:	December 4, 2013																		
Conference Date:	December 13 to December 15, 2013																		
Paper submission due:	September 27, 2013																		
Acceptance Notification Date:	October 11, 2013																		
Conference Date:	December 13 to December 15, 2013																		
Paper submission due:	August 15, 2013																		
Acceptance Notification Date:	August 29, 2013																		
Conference Date:	December 13 to December 15, 2013																		

Penelitian ini menghasilkan **teknologi tepat guna**, yang murah biaya pembuatannya, sederhana dan bermanfaat bagi masyarakat nelayan disekitar pesisir pantai. Bentuk Hasil Teknologi Tepat Guna dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1. Hasil Penelitian Berupa Teknologi Tepat Guna yang dapat dimanfaatkan Nelayan.**



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Falcao, A. F., *Wave Energy Utilization: A Review of the Technologies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14, pp. 899-918.
- [2] Rodrigues, L., Wave Power Conversion Systems for Electrical Energy Production, Dept of Electrical Engineering, Faculty of Sciences and Technology, Nova University Lisbon, Portugal.
- [3] Subagio, M.B., Fitri, S. P. dan Soemartojo, Analisa Teknis Sistem Konversi Pneumatis Energi Gelombang Laut Sebagai Pembangkit Listrik, Jurnal Teknik Pomits, 2012 Vol. 1, No. 1, pp. 1-6.
- [4] White, F. M., "**Fluids Mechanics**", **Mekanika Zalir**, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [5] Dietzel, Fritz., "**Turbin, Pompa dan Kompresor**", Erlangga, Jakarta, 1990.
- [6] Anand, S., *Turbines for Wave Energy Plants*, Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows, Lyon, 2007.
- [7] Spotts, M. F., "**Design of Machine Elements**", Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [8] Nieman, G., "**Machine Elements Vol. 2**", Springer-Verlag, New York, 1978.
- [9] Anundarain, M., Alberdi, M., Garrido, J., and Garido, I., **Modelling and Simulation of Wave Energy Generation Plants: Output Power Control**, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2011, Vol. 58, No.1.
- [10] Badan Meteorologi dan Geofisika, Iklim dan Cuaca Wilayah Bengkulu.
- [11] Eliza Reza, 2003, **Disain lampu otomatis untuk perlengkapan bagan milik nelayan yang beroperasi diperairan Maluku Tenggara Barat**, Laporan Pengabdian Masyarakat Vucer.
- [12] Azhar, 1999, **Pengaruh pembebanan pada pelampung kubus terhadap efektifitas tangkapan energi gelombang laut**, Penelitian Swadana.
- [13] Azhar, 2000, **Perencanaan mekanika pengalih penyimpanan energi gerak rambang air laut sebagai Pembangkit daya penggerak kapal**, Penelitian Swadana
- [14] Azhar, 2000, **Sistem pompa tekanan tinggi tenaga gelombang laut kerangka dinamis**, Penelitian Swadana.

- [15] A. A. 2008, **Sistem penggerak kapal laut bertenaga gelombang laut dengan prinsip fluktuasi tekanan**. Penelitian Swadana.
- [16] Eliza Reza, 2003, **Disain alat pembangkit listrik tenaga gelombang untuk bagan dan rumpon yang beroperasi di maluku**. Laporan Penelitian Dosen Muda
- [17] Casman, D. P., Sullivan, D. L., Egan, M.,M., and Hayes, J. G., *Modeling and Analysis of an Offshore Oscillating Water Column Wave Energy Converter* , Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Wave and Tidal Energy Conference, 2009, pp. 924-933, Sweden.
- [18] Neelaman, S., *Wave Interaction With Floating Wave Energy Caisson Breakwaters*, Journal of Coastal Resesarch, Special Issue 39, ISSN 0749-0208, 2006.
- [19] Tseng, R. S., Wu, R. H., Huang, C. C., **Model Study of Shoreline Wave Power System**, Ocean Engineering, 2000, 27, pp. 801-821.
- [20] Nuarsa M, 2008, **Penangkap Energi Gelombang Laut**, Volume 9 No. 2, Desember 2008

SEMINAR NASIONAL XII  
TAHUNAN TEKNIK MESIN XII

Tema :  
"Energi Baru Teknik Mesin  
Dalam Meningkatkan Daya Saing dan  
Kemandirian Bangsa"

