



**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
GELOMBANG LAUT MENGGUNAKAN SISTEM
OSCILATING WATER COLUMN DI DAERAH PUGER
JEMBER**

SKRIPSI

Toni Ragil Saputro

NIM 101910201027

PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014



**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
GELOMBANG LAUT MENGGUNAKAN SISTEM
OSCILATING WATER COLUMN DI DAERAH PUGER
JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik

**Toni Ragil Saputro
NIM 101910201027**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* Di Daerah Puger Jember**” dan skripsi ini merupakan gerbang awal dalam mencapai kesuksesan yang lebih baik lagi.

Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

1. Ibunda Sunarti dan Ayahanda Maryono, Kakakku Andik Eko Prasetyo, Arik Dwi Aryanti dan Denis Tri Baskoro Putro serta Adikku Ariel Novian Sandy terima kasih atas doa yang selalu engkau panjatkan kepada saya, kasih-sayang, ketulusan, kesabaran serta keikhlasannya dan dukungan-dukungan yang selalu dapat memotivasi saya.
2. Nenekku Tun serta Kakekku Lan yang sangat berjasa bagi saya dalam doanya serta dukungannya yang selalu sangat berarti bagi saya.
3. Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember, yang telah memberikan saya ilmu selama ini.
4. Dosen-dosen pembimbing skripsi Bapak Dr. Tri Wahyu Hardianto, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. yang telah memberikan pengarahan dan kesabaran untuk membimbing saya demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2010, terima kasih atas dukungan dan inspirasinya.
6. Guru-guruku TK Pertiwi 2, SDN Tanjungtani 01, SMPN 1 Prambon-Nganjuk, SMAN 1 Tanjunganom-Nganjuk yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

DUIT

(DOA USAHA ISTIQOMAH TAWAKAL)

(Ust. Jefri Al-Buqhori)

Man jadda wa jada (siapa yang bersungguh – sungguh akan berhasil)

Man shobaro zafiro (siapa yang bersabar akan beruntung)

Man saaro 'ala darbi washola (siapa yang berjalan dijalanNya akan sampai)

(A.Fuadi)

Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa dan jangan tolong menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan

(Q.S Al-Maidah : 2)

Bahkan barang siapa aslama (berserah diri) kepada Allah sedang ia berbuat kebaikan, maka baginya pahala pada sisi Tuhannya dan tidak ada kekhawatiran terhadap mereka dan tidak pula bersedih hati

(Q.S Al-Baqarah : 102)

Jangan mudah menyerah walau rintangan menghadang bagaikan hempasan ombak, tetap tenang dan terus maju karena hanya satu yang mampu menolong kita yaitu DOA IBU dan BAPAK

(Toni Ragil Saputro)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Toni Ragil Saputro

NIM : 101910201027

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* Di Daerah Puger Jember” adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2014

Yang menyatakan,

Toni Ragil Saputro

NIM. 101910201027

SKRIPSI

**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG
LAUT MENGGUNAKAN SISTEM *OSCILATING WATER COLUMN* DI
DAERAH PUGER JEMBER**

Oleh

Toni Ragil Saputro

NIM 101910201027

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Tri Wahyu Hardianto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* Di Daerah Puger Jember**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari, tanggal : Jumat, 3 Oktober 2014

Tempat : Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Triwahju hardianto, S.T., M.T.

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

NIP. 19710402 200312 1 001

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.

H. Samsul Bachri M., S.T., M.MT.

NIP. 19631201 199402 1 002

NIP. 19640317 199802 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG
LAUT MENGGUNAKAN SISTEM *OSCILATING WATER COLUMN* DI
DAERAH PUGER JEMBER**

Toni Ragil Saputro

*Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Jember*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kelautan terbesar di dunia yang memiliki luas wilayah kelautan sebesar tiga kali lipat daripada luas daratannya. Luas laut Indonesia mencapai 5,8 juta km² atau mendekati 70% dari luas keseluruhan Negara Indonesia. Salah satu energi laut dapat dimanfaatkan ialah sebagai pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan sistem *oscillating water column* (OWC) di daerah Puger Kabupaten Jember. Sistem ini dipilih karena cocok dengan letak topografi wilayah pantai di daerah Puger Kabupaten Jember. Dengan menggunakan metode peramalan gelombang berdasarkan data angin sebagai pembangkit utama gelombang pada dua kondisi saat pasang dan saat surut air laut dan daerah pembentukan gelombang (*fetch*). Dari peramalan gelombang dapat dihitung potensi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTGL-OWC jika diterapkan di daerah Puger didapatkan daya listrik terkecil yang dapat dihasilkan sebesar 16561,021 Watt, sedangkan daya listrik terbesar yang dapat dihasilkan sebesar 2116669,434 Watt. Dengan potensi daya listrik rata-rata perhari yaitu 615637,176 Watt dapat membantu mensuplai daya listrik di rumah-rumah nelayan dan selebihnya di rumah-rumah penduduk sekitar pantai.

Kata kunci : *oscillating water column* (OWC), peramalan gelombang laut, *fetch*, energy gelombang laut, potensi daya listrik

**POTENSIAL STUDY OF SEA WAVE POWER SYSTEM USING
OSCILLATING WATER COLUMN IN THE PUGER JEMBER**

Toni Ragil Saputro

*Department of Electrical Engineering's Student,
Engineering Faculty, Jember University*

ABSTRACT

Indonesia is the world's largest marine who has extensive marine areas at three times the land area. Indonesian sea area of 5.8 million km², or approximately 70% of the total area of Indonesia. One of the ocean energy can be used is as a sea wave power plant using the system oscillating water column (OWC) in Jember Puger area. The system was chosen because it fit with the topography of the area lies in the coastal area Puger Jember. By using the method of wave forecasting based on wind data as a major generator of waves on two conditions at high tide and at low tide the sea water and the formation of wave (fetch). From forecasting gelombang can be calculated potential power generated by PLTGL-OWC if applied in the area of electric power obtained Puger the smallest that can be generated by 16561.021 Watt, while the largest electric power that can be generated by 2116669.434 Watt. With the potential power that a daily average of 615,637.176 Watt can help supply electrical power in homes of fishermen and the rest in people's homes around the coast.

Keywords : *oscillating water column (OWC), forecasting ocean waves, fetch, sea wave energy, the potential of the electric power*

RINGKASAN

Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* Di Daerah Puger Jember; Toni Ragil Saputro; 101910201027; 2014; 65 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Oscillating Water Column (OWC) adalah teknologi pembangkit listrik yang menggunakan tenaga gelombang laut sebagai penggerak turbinnya. Prinsip kerja alat OWC ini adalah mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik berdasarkan prinsip kerja kolom isolasi.

Energi mentah yang akan di konversi menjadi energi listrik adalah energi kinetik yang berasal dari gelombang laut, dari pergerakan naik-turunnya gelombang laut. Kemudian energi kinetik inilah yang akan di konversi kan menjadi energi listrik. Energi kinetik yang telah di konversi lalu di alirkan menuju tubin . Di dalam turbin energi kinetik digunakan sebagai pemutar rotor. Kemudian dari perputaran rotor inilah energi mekanik yang kemudian disalurkan menuju generator dan di dalam generator energi mekanik di ubah menjadi energi listrik. Hasil keluaran dari generator tersebut menghasilkan daya listrik dan daya listrik yang dihasilkan mengalir ke saluran transmisi (beban) melewati kabel laut.

Dengan menggunakan metode peramalan gelombang menggunakan data kecepatan angin selama 30 hari dengan dua kondisi laut yaitu saat kondisi pasang dan surut air laut serta luasnya perairan di daerah Puger dengan menghitung besarnya panjang daerah pembangkitan gelombang (*fetch*), maka dapat diketahui besarnya tinggi gelombang, periode gelombang dan panjang gelombang laut. Yang dimana data-data tersebut sebagai perhitungan besarnya energi gelombang laut serta daya mekanis yang mampu dibangkitkan oleh PLTGL-OWC. daya mekanis yang telah dihasilkan oleh gelombang laut akan masuk ke dalam turbin serta generator dengan mengalikan efisiensi dari masing-masing alat maka pada generator akan dihasilkan berupa daya listrik. Potensi daya listrik yang mampu dihasilkan oleh PLTGL-OWC didaerah Puger.

Potensi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTGL-OWC di daerah Puger meliputi daya listrik terendah yang dihasilkan sebesar 16561,021 Watt saat kondisi surut dan 25030,448 Watt saat kondisi pasang pada hari Kamis, 26 dan 5 Juni 2014. Sedangkan daya listrik terbesar yang dihasilkan sebesar 761380,876 Watt saat kondisi surut dan 2116669,434 Watt saat kondisi pasang, pada hari Rabu, 18 Juni 2014. Dengan potensi daya listrik rata-rata perhari yaitu 615637,176 Watt.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya serta shalawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW sebagai motivasi dan inspirasi untuk terus melangkah kedepan dengan penuh optimis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” **Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* Di Daerah Puger Jember**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda Sunarti dan Ayahanda Maryono, yang tulus memberikan kasih sayang, doa, dukungan, serta membantu dari segala aspek baik moril maupun materiil dari kecil sampai kelak.
2. Saudara-saudaraku yang baik dan tampan-tampan Andik Eko Prasetyo, Denis Tri Baskoro Putro serta adikku Ariel Novian Sandy yang tulus memberikan doa dan dukungan yang sangat berarti bagi saya.
3. Saudariku Mbak Arik Dwi Ariyanti meskipun telah tiada di dunia ini namun selalu ada dihati saya. Terima kasih Mbak.
4. Nenekku Tun dan Kakekku Lan yang sangat berjasa dalam perkuliahan saya, yang ikhlas dan tulus selalu panjatkan doa dan memberikan motivasi serta dukungan kepada saya.
5. Ir. Widyono Hadi, S.T., M.T. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Dosen-dosen pembimbing skripsi Bapak Dr. Tri Wahyu Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah

meluangkan waktu dan dengan kesabarannya serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini.

7. Dosen-dosen penguji Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. selaku penguji 1 dan Bapak H. Samsul Bachri M., S.T., M.MT. selaku penguji 2, terima kasih telah berperan dalam proses ujian skripsi saya.
8. Embun yang sangat berarti yang tulus memberikan kasih-sayang, doa dan dukungan dalam keadaan suka-duka tetap sabar bersamaku.
9. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2010 yang telah membantu dan menemani selama masa perkuliahan ini.
10. Bhakti, Erfan, Fahmi, Ifa, Gilang, Ario dan Gifri yang sangat membantu terselesaikannya skripsi ini. Terima kasih sebanyak-banyaknya.
11. TEAM DOTA 2010, yang meluangkan waktu untuk menghilangkan kejenuhan dan *refreshing*.
12. Terima kasih kepada teman-teman Kostan SR3/10 yang sudah menemani dan berbagi suka dan duka.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan proyek akhir ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gelombang Laut	5
2.1.1 Teori Gelombang Airy.....	6
2.1.2 Pasang Surut Gelombang Laut	8
2.2 Angin	10
2.2.1 Gelombang Angin.....	13
2.2.2 <i>Fetch</i>	14
2.3 Peramalan Gelombang Perairan Dalam.....	16

2.4 Potensi Konversi Energi Gelombang Laut Menjadi Listrik	17
2.4.1 Cara Kerja PLT Gelombang Laut.....	18
2.4.2 PLTGL <i>Oscillating Water Column</i> (PLTGL-OWC).....	22
2.4.3 Prinsip Kerja PLTGL-OWC	26
2.4.4 Perhitungan Energi Gelombang Laut dengan sistem OWC	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.2 Alat-alat Penelitian	33
3.3 Tahap-tahap Penelitian	34
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	35
3.5 Proses Pengambilan Data	36
3.5.1 Proses Analisis Data	37
3.5.2 Skema PLTGL-OWC	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Data Kecepatan Angin.....	40
4.2 Perhitungan Peramalan Gelombang	42
4.2.1 Perhitungan <i>fetch efektif</i> di Pantai Pancer Puger.....	42
4.2.2 Penghitungan Tinggi, Periode dan Panjang Gelombang Laut.....	43
4.3 Analisis Perhitungan Energi Gelombang dan Daya Listrik	49
4.3.1 Energi Gelombang dan Daya Mekanis yang Dihasilkan Oleh Gelombang Laut	49
4.3.2 Daya Listrik yang Dihasilkan PLTGL-OWC.....	53
4.4 Lokasi Rencana Penempatan PLTGL-OWC.....	58
4.5 Konstruksi 3D PLTGL-OWC.....	60
BAB 5 PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi gelombang laut dengan teori gelombang airy.....	8
4.1 Data rata-rata kecepatan angin di Pantai Pancer	41
4.2 Data perhitungan <i>fetch</i> efektif (F_{eff}) di Pantai Pancer-Puger	43
4.3 Hasil perhitungan tinggi, periode dan panjang gelombang	46
4.4 Hasil perhitungan energi gelombang dan daya mekanis turbin	51
4.5 Spesifikasi <i>wells turbine</i> pada PLTGL-OWC	54
4.6 Spesifikasi generator pada PLTGL-OWC..	54
4.7 Hasil perhitungan daya mekanis turbin dan daya listrik PLTGL-OWC...	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gelombang Laut.....	5
2.2 Sketsa Definisi Gelombang.....	7
2.3 Tipe Pasang Surut	10
2.4 Daerah elevasi distribusi kecepatan angin di atas permukaan laut	11
2.5 Korelasi tinggi gelombang & panjang Fetch & durasi.....	13
2.6 Contoh Peramalan <i>fetch</i> di Kemayoran Jakarta	15
2.7 Sistem gelombang laut <i>off-shore</i> dan <i>on-shore</i>	18
2.8 <i>Float System</i>	19
2.9 <i>Channel System</i>	20
2.10 <i>Attenuators Pelamis System</i>	20
2.11 <i>Wave Dragon System</i>	21
2.12 <i>Oscillating Water Column/OWC</i>	22
2.13 Sketsa konstruksi <i>Oscillating Water Colum/OWC</i>	23
2.14 <i>chamber</i> pada OWC model limpet.....	24
2.15 Konfigurasi turbin a). Radial dan b). Aksial.....	24
2.16 <i>Wells turbine</i> pada OWC	25
2.17 Konstruksi generator sinkron.. ..	26
2.18 Prinsip kerja pergerakan gelombang PLTGL-OWC.....	26
2.19 Skema turbin radial PLTGL-OWC model sudu savonious dan PIGV... ..	27
2.20 Direksi fluida saat gelombang menekan udara.. ..	28
2.21 Direksi fluida saat gelombang menghisap udara.. ..	28
3.1 Peta Desa Mojosari dan Desa Puger Kulon di Kec. Puger Kab. Jember..	31
3.2 Lokasi penelitian	33
3.3 Flowchart penelitian.....	35
3.4 Skema Sistem PLTGL-OWC.....	39
4.1 Peramalan <i>fetch</i> pada titik lokasi penelitian di Pantai Pancer-Puger	42
4.2 Grafik tinggi gelombang laut selama bulan Juni 2014 di Pantai Pancer....	47
4.3 Grafik periode gelombang laut selama bulan Juni 2014 di Pantai Pancer..	47

4.4 Grafik panjang gelombang laut selama bulan Juni 2014 di Pantai Pancer.	48
4.5 Grafik total energi gelombang laut selama bulan Juni 2014.....	52
4.6 Grafik daya mekanis gelombang laut selama bulan Juni 2014.....	52
4.7 Grafik daya listrik PLTGL-OWC selama bulan Juni 2014.....	57
4.8 Lokasi rencana penempatan PLTGL-OWC.....	58
4.9 Pantai Pancer di Desa Puger kulon Kabupaten Jember	59
4.10 Pantai Pancer di Desa Puger kulon Kabupaten Jember	59
4.11 Desain PLTGL-OWC tampak samping depan	60
4.12 Desain PLTGL-OWC tampak samping belakang	61
4.13 Rencana desain PLTGL- OWC di terapkan di Pantai Pancer.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Proses pengambilan data kecepatan angin di Pantai Pancer Kecamatan Puger Kabupaten Jember bulan Juni 2014	1
2. Data kecepatan angin di Pantai Pancer.....	3
3. Konstruksi 3D PLTGL-OWC	11