

**PROTOTYPE ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
GELOMBANG LAUT TIPE *OSCILLATING WATER COLUMN*
MENGUNAKAN TURBIN WELLS**

SKRIPSI



ANDRI HIZRIAN MAWARIDI

2010816210030

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

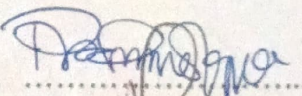
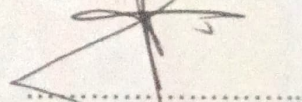
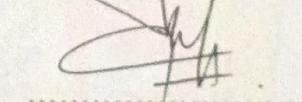
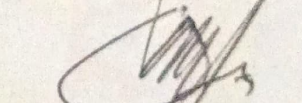
2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

Prototipe Alat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang laut Tipe *Oscillating*
Water Column Menggunakan Turbin Wells
Oleh
Andri Hizrian Mawaridi (2010816210030)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 07 Januari 2025 dan dinyatakan
LULUS

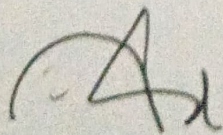
Komite Penguji :

Ketua	: Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T.IPM,ACPE. NIP 197608052008121001	
Anggota 1	: Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng NIP 199210182019031010	
Anggota 2	: Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T. IPP, NIP 197105231999031004	
Pembimbing Utama	: Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.,IPM. ASEAN,Eng. NIP 197007171998021001	

Banjarbaru, 17 Februari 2024
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001


Maruf, S.T., M.T.
NIP 197601282008121002



IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**PROTOTYPE ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
GELOMBANG LAUT TIPE *OSCILLATING WATER COLUMN*
MENGUNAKAN TURBIN WELLS**

Nama Mahasiswa/i : Andri Hizrian Mawaridi

NIM : 2010816210030

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing I : Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

Pembimbing II (jika ada) :

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng.

Dosen Penguji III : Akhmad Syarief, S.T., M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 28 Mei 2024

Seminar Hasil : Selasa, 17 Desember 2024

Ujian Akhir : Selasa, 7 Januari 2025

Tempat : Ruang Sidang PSTM FT ULM










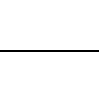

SK Penguji :







LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Andri Hizrian Mawaridi

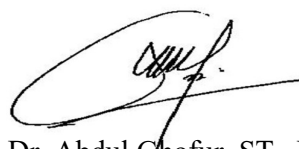
NIM : 2010816210030

Judul Skripsi : Prototipe Alat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Tipe
Oscillating Water Column Menggunakan Turbin Wells

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1.	13-04-2024	Konsultasi topik	
2.	20-04-2024	Pembahasan judul skripsi	
3.	15-04-2024	Perbaiki tujuan penelitian	
4.	04-05-2024	Pendahuluan dan latar belakang	
5.	11-05-2024	Perbaiki gambar dan format penulisan	
6.	22-05-2024	Lanjut BAB III	
7.	01-07-2024	Pembahasan prosedur penelitian	
8.	13-07-2024	Pembahasan desain alat	
9.	20-07-2024	ACC Proposal	
10.	15-08-2024	Konsultasi Bab IV-V	
11.	17-08-2024	Perbaiki pendahuluan, latar belakang (Skala lab)	

12.	02-09-2024	Perbaiki kesimpulan selaras dengan tujuan	
13.	14-11-2024	Tambahkan RAB	
14.	12-12-2024	Perbaiki daftar pustaka dan tambahkan lampiran	
15.	15-12-2024	ACC	  

Banjarbaru, 15 Desember
2024 Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Abdul Ghofur, ST., M.T.

NIP. 19700717199802100

PERNYATAAN ORISINALITAS

PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis di kutip dari naskah ini dan di sebutkan dalam sumber kutipan dari daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, Desember 2024

Mahasiswa



Andri Hizrian Mawaridi

NIM. 2010816210030

RIWAYAT HIDUP

Andri Hizrian Mawaridi dilahirkan di Banjarmasin pada tanggal 04 Juli 2002. Putra Pertama dari pasangan Usman dan Erlina. Pendidikan dasar ditempuh di SDN 3 Cempaka dari tahun 2008 hingga 2014. Selanjutnya menempuh pendidikan di SMP Negeri 3 Banjarbaru pada tahun 2014-2017, kemudian di SMA Negeri 3 Banjarbaru dari tahun 2017 sampai 2020. Dan saat ini, menempuh studi di program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat di Banjarbaru, Kalimantan Selatan, yang dimulai pada tahun 2020.

Banjarbaru, Desember 2024

Mahasiswa



Andri Hizrian Mawaridi

NIM. 2010816210030

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah mencurahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Prototipe Alat Pembangkit Listrik Tenaga Laut Tipe *Oscillating Water Column* Menggunakan Turbin Wells". Shalawat dan Salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Selesainya penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati saya menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Ayah dan Ibu, Usman dan Erlina yang mana telah memberikan dukungan baik berupa doa, dana maupun semangat, sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, ST., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Ma'ruf, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T, Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., dan Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Seluruh kawan-kawan baik saya di Teknik Mesin angkatan 2020 yang telah mendukung dan membersamai sampai terselesaikannya skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangatlah saya harapkan demi kemajuan kita Bersama.

Banjarbaru, Desember 2024

Mahasiswa



Andri Hizrian Mawaridi

NIM. 2010816210030

RINGKASAN

Andri Hizrian Mawaridi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Desember 2024. Prototipe Alat Pembangkit Listrik Tenaga Laut Tipe *Oscillating Water Column* Menggunakan Turbin Wells. Pembimbing: Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

Dalam upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil, energi gelombang laut menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang menjanjikan. Teknologi *Oscillating Water Column* (OWC) adalah salah satu jenis Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) yang memanfaatkan naik-turunnya kolom air dalam ruang tertutup untuk menggerakkan udara dan turbin, menghasilkan energi listrik. Meskipun potensial, implementasi teknologi ini menghadapi tantangan, termasuk pengembangan prototipe untuk menguji dan meningkatkan efisiensinya. Pengujian prototipe PLTGL OWC menunjukkan bahwa jumlah sudu Turbin Wells mempengaruhi tegangan listrik yang dihasilkan. Pada kecepatan angin 1,2 m/s dan tinggi gelombang 7 cm, turbin 6 sudu menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 0,16 volt, menunjukkan efisiensi terbaik. Turbin 5 sudu menghasilkan tegangan terendah, yaitu 0,08 volt, akibat jarak antar sudu yang lebar sehingga interaksi dengan aliran udara kurang optimal. Sementara itu, turbin 8 sudu menghasilkan tegangan 0,12 volt. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan energi terbarukan, meningkatkan kesadaran masyarakat, dan mendorong solusi berkelanjutan untuk kebutuhan energi masa depan.

Kata Kunci : Pembangkit listrik tenaga gelombang laut, *Oscillating water column*, Turbin wells, *Wave energy converers*.

SUMMARY

Andri Hizrian Mawaridi, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, December 2024. Prototype of Oscillating Water Column Type Marine Power Plant Using Turbine Wells. Advisor: Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

In an effort to reduce dependence on fossil energy, ocean wave energy is one of the promising renewable energy sources. Oscillating Water Column (OWC) technology is one type of Ocean Wave Power Plant (PLTGL) that utilizes the rise and fall of a water column in a closed space to drive air and turbines, producing electrical energy. Despite its potential, the implementation of this technology faces challenges, including the development of prototypes to test and improve its efficiency. Testing of the prototype PLTGL OWC showed that the number of blades of the Wells Turbine affects the voltage generated. At a wind speed of 1.2 m/s and wave height of 7 cm, the 6-bladed turbine produced the highest voltage of 0.16 volts, showing the best efficiency. The 5-bladed turbine produced the lowest voltage, 0.08 volts, due to the wide distance between blades so that the interaction with the airflow was less than optimal. Meanwhile, the 8-bladed turbine produced a voltage of 0.12 volts. This research is expected to contribute to the development of renewable energy, increase public awareness, and encourage sustainable solutions for future energy needs.

Keywords : *Ocean wave power plant, Oscillating water column, wells turbine, Wave energy converters.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya karya ilmiah ini, Shalawat dan Salam semoga slalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Prototipe Alat Pembangkit Listrik Tenaga Laut Tipe *Oscillating Water Column* Menggunakan Turbin Wells”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk dapat lulus menjadi Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Skripsi ini disusun dengan pengharapan besar, semoga dapat bermanfaat bagi para pembaca. Semoga dapat menjadi pelita di hati mahasiswa. Semoga dapat menjadi pemantik jiwa yang sedang berjuang. Semoga dapat menjadi semangat baru dalam pemikiran anda. Akhir kata, saya berharap semoga Skripsi ini dapat berguna bagi pengembangan ilmu dan teknologi khususnya bidang Teknik Mesin dan pada bidang Energi Terbarukan.

Banjarbaru, Desember 2024

Mahasiswa



Andri Hizrian Mawaridi

NIM. 2010816210030

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	ii
IDENTITAS.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Energi Terbarukan	6
2.2.1 Potensi Energi Surya.....	7
2.2.2 Potensi Energi Air.....	8
2.2.3 Potensi Energi Angin	9
2.2.4 Potensi Energi Panas Bumi	10
2.2.5 Potensi Energi Gelombang Laut	12
2.3 Gelombang Air Laut	13
2.3.1 Energi Gelombang Laut.....	13
2.4 Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Laut	14
2.5 <i>Wave Energy Converter (WEC)</i>	15
2.5.1 <i>Oscillating Water Column</i>	19
2.5.2 Perbandingan U-OWC dan OWC Konvensional.....	23
2.5.3 Perhitungan Daya PLTGL OWC.....	24
2.5.4 Konverter Energi Laut Umum	26

2.6 Termodinamika Kolom Udara	28
2.7 Turbin Wells	31
2.8 Airfoil.....	34
2.9 Ciri Khas Turbin Wells dan Teori Airfoil.....	35
2.10 Siklus Operasi Turbin Wells	36
2.11 Konversi Energi dalam Turbin Wells	37
2.12 Generator.....	38
2.13 Motor DC	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Alat dan Bahan.....	40
3.1.1 Bahan	40
3.1.2 Alat.....	43
3.2 Diagram Alir	46
3.3 Diagram Pengujian Prototipe PLTGL <i>OWC</i> Dengan Turbin Wells	47
3.4 Perencanaan desain prototipe <i>OWC</i>	47
3.4.1 PLTGL <i>OWC</i>	47
3.4.2 Tanki Air	48
3.5 Perencanaan Turbin	48
3.6 Perencanaan Perhitungan Potensi <i>OWC</i>	48
3.7 Prosedur Pembuatan Prototipe	50
3.8 Uji Coba PLTGL <i>OWC</i>	50
3.9 Variabel Penelitian.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Perancangan	51
4.1.1 Perhitungan Prototipe PLTGL <i>OWC</i>	51
4.1.2 Perancangan Prototipe PLTGL <i>OWC</i>	53
4.1.3 Rancangan Turbin Wells.....	53
4.1.4 Tangki air	55
4.2 Proses Pembuatan	56
4.2.1 Chamber <i>OWC</i>	56
4.2.2 Turbin Wells	58
4.3 Biaya dan waktu Pembuatan.....	63
4.4 Uji Coba Prototipe PLTGL <i>OWC</i>	65
4.4.1 PLTGL <i>OWC</i> Dengan Turbin Wells 5 Sudu	65
4.4.2 PLTGL <i>OWC</i> Dengan Turbin Wells 6 Sudu	66

4.4.3 PLTGL OWC Dengan Turbin Wells 8 Sudu.....	66
4.5 Pembahasan.....	67
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	6
Gambar 2. 2 Peta sebaran potensi energi surya Indonesia	7
Gambar 2. 3 Peta sebaran potensi energi air Indonesia.....	8
Gambar 2. 4 Peta sebaran potensi energi angin Indonesia	10
Gambar 2. 5 Peta sebaran potensi energi panas bumi Indonesia.....	11
Gambar 2. 6 Peta sebaran potensi energi gelombang laut Indonesia	12
Gambar 2. 7 Gelombang Laut	13
Gambar 2. 8 Attenuator	17
Gambar 2. 9 Berbagai jenis konverter energi gelombang	18
Gambar 2. 10 <i>Wave Overtopping</i>	19
Gambar 2. 11 OWC Ocean Energy, desain 1 megawatt yang sedang dibangun di Oregon.....	19
Gambar 2. 12 Empat prototipe oscillating water column di lepas pantai.....	20
Gambar 2. 13 Tiga prototipe OWC lepas pantai	21
Gambar 2. 14 <i>Oscillating Water Column</i> klasik	22
Gambar 2. 15 Penampang konversi <i>Oscillating Water Column</i> tetap	22
Gambar 2. 16 Tampilan melintang dari <i>spar buoy Oscillating Water Column</i> ..	23
Gambar 2. 17 Tampilan melintang dari <i>coaxial-duct Oscillating Water Column</i>	23
Gambar 2. 18 Konvensional <i>OWC</i> dan <i>U-OWC</i>	24
Gambar 2. 19 Attenuator	27
Gambar 2. 20 <i>Point Absorber</i>	27
Gambar 2. 21 Terminator	28
Gambar 2. 22 Skematik dari sebuah <i>OWC</i>	32
Gambar 2. 23 Gaya yang bekerja pada sudu turbin wells	32
Gambar 2. 24 NACA 0015 Airfoil	34
Gambar 2. 25 Gaya Aerodinamika (a) Tahap kompresi, (b) Tahap hisap, dan (c) Variasi koefisien gaya angkat (lift) dan gaya hambat (drag) terhadap perubahan sudut serang (angle of attack).....	36
Gambar 2. 26 Generator	38
Gambar 2. 27 Motor DC.....	39

Gambar 3. 1 Kaca	40
Gambar 3. 2 Akrilik.....	41
Gambar 3. 3 Triplek	41
Gambar 3. 4 Turbin Wells	42
Gambar 3. 5 Generator	42
Gambar 3. 6 Lem Kaca.....	43
Gambar 3. 7 Multimeter digital.....	43
Gambar 3. 8 Anemometer	44
Gambar 3. 9 3D Printer	44
Gambar 3. 10 Solder.....	45
Gambar 3. 11 Diagram pengujian	47
Gambar 3. 12 Gambar kerja	48
Gambar 4. 1 Chamber OWC	53
Gambar 4. 2 Turbin wells 5 sudu	54
Gambar 4. 3 Turbin wells 6 sudu	54
Gambar 4. 4 Turbin wells 6 sudu	55
Gambar 4. 5 Tanki Air	55
Gambar 4. 12 Pengujian turbin sudu 5	65
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian turbin sudu 6.....	66
Gambar 4. 14 Pengujian turbin sudu 6.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Waktu pengerjaan	64
Tabel 4. 2 Anggaran biaya	64