

**RANCANG BANGUN  
ALAT KONVERTER GELOMBANG AIR MENJADI  
ENERGI LISTRIK KAPASITAS MAKSIMUM 8 WATT**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**HUMALA RIDOAN SIREGAR**

**178130144**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)28/3/24

**HALAMAN JUDUL**

**RANCANG BANGUN  
ALAT KONVERTER GELOMBANG AIR MENJADI  
ENERGI LISTRIK KAPASITAS MAKSIMUM 8 WATT**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh :

**HUMALA RIDOAN SIREGAR**

**178130144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)28/3/24

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Rancang Bangun Alat Konverter Gelombang Air Menjadi Energi Listrik Kapasitas Maksimum 8 Watt  
Nama Mahasiswa : Humala Ridoan Siregar  
NIM : 178130144  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng.) (M. Yusuf R. Siahaan ST, MT.)  
Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

(DR. Rahmad Syah, S.Kom, M. Kom)  
Dekan

(Muhammad Idris, ST, MT.)  
Ka.Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus: 02 Oktober 2023



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 02 Oktober 2023



Humala Ridoan Siregar

178130144



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Humala Ridoan Siregar  
NPM : 178130144  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Rancang Bangun Alat Konverter Gelombang Air Menjadi Energi Listrik Kapasitas Maksimum 8 Watt beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :



( Humala Ridoan Siregar )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/3/24

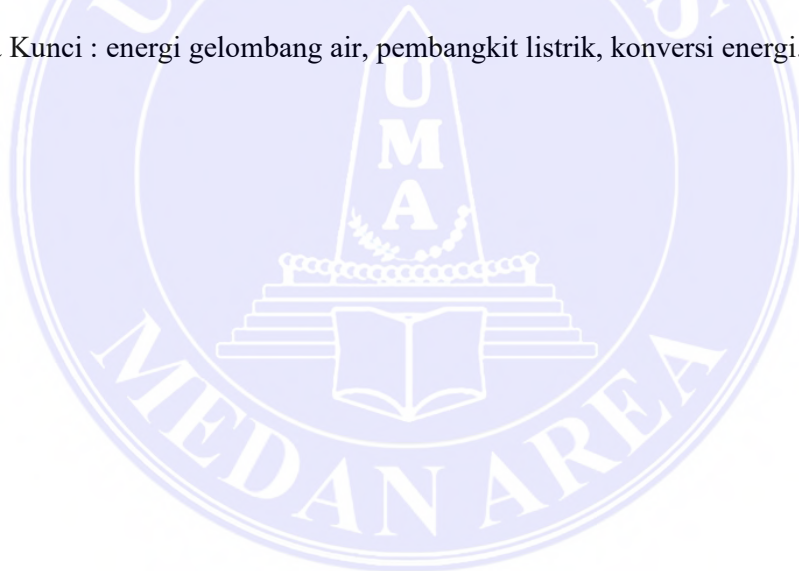
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/3/24

## ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi pengembangan sumber daya kelautan yang sangat besar karena Indonesia adalah Negara kepulauan terbesar didunia, salah satu potensi tersebut adalah gelombang laut. Energi gelombang laut dapat dipanen dengan berbagai mekanisme. Salah satunya mekanisme pendulum dimanfaatkan untuk memanen energi ini. Mekanisme ini dapat berupa pendulum horizontal dan pendulum vertikal yang ditempatkan di atas ponton. Tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian ini adalah laboratorium teknik mesin universitas medan area. Penelitian ini akan merancang 3 konsep alat konversi energi listrik tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum, memilih satu konsep dari tiga konsep yang dirancang, dan membuat alat tersebut sesuai dengan konsep perancangan yang terpilih. Pembuatan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt ini telah selesai dibuat menjadi beberapa bagian yaitu: Ponton, bandulan, kerangka, pengikat ponton dengan kerangka dan generator, kemudian disatukan menjadi satu alat utuh.

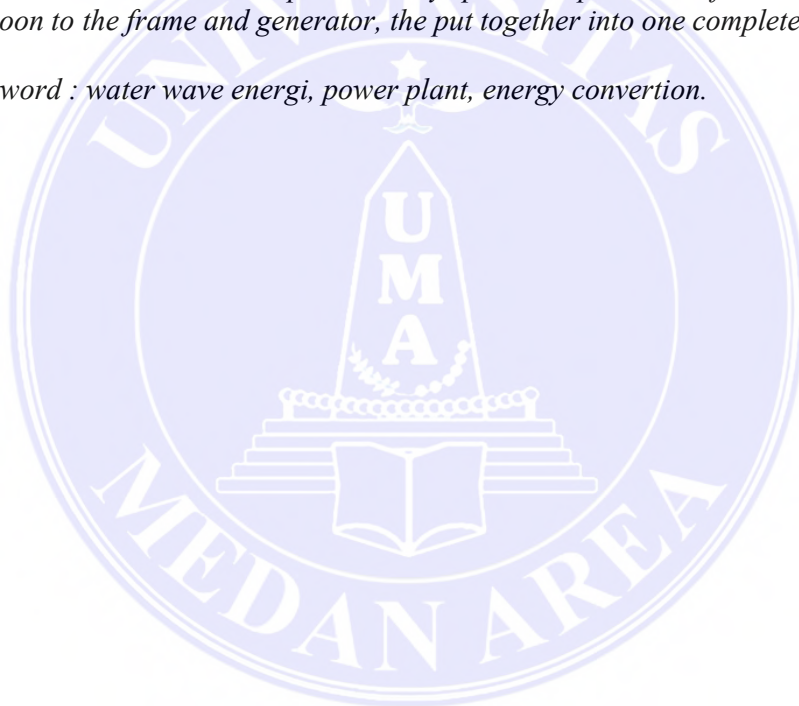
Kata Kunci : energi gelombang air, pembangkit listrik, konversi energi.



## ***ABSTRACT***

*Indonesia has a very large potential for developing marine resources because Indonesia is the largest archipelagic country in the world, one of these potentials is sea waves. Ocean wave energy can be harvested in many ways. One of them is the pendulum being used to harvest this energy. This mechanism can be a horizontal pendulum and a vertical pendulum placed over the pontoon. The place where this research activity is carried out is the mechanical engineering laboratory of University of Medan area. This study will design 3 concepts of a wave-powered electric energy conversion device by applying the pendulum technique, selecting one concept from the three designed concepts, and make the tool in accordance with the selected design concept. Manufacture of a water wave converter device into capacity electrical energi this maximum capacity of 8 watts has been made into several parts, namely: pontoon, pendulum, frame, binding the pontoon to the frame and generator, the put together into one complete tool.*

*Key word : water wave energi, power plant, energy conversion.*



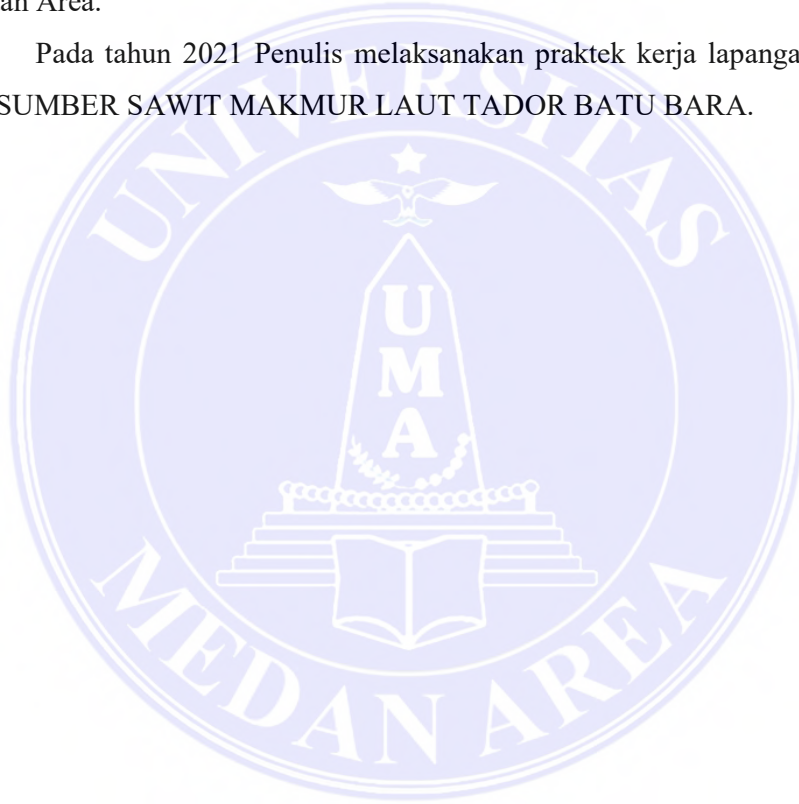


## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Janji Raja. Pada tanggal 19 Juni 1999 dari ayah Mara Udin Siregar dan ibu Timahara Harahap. Penulis merupakan putra pertama dari lima bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK N2 PADANG SIDIMPUAN dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Pada tahun 2021 Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. SUMBER SAWIT MAKMUR LAUT TADOR BATU BARA.





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Tugas Akhir, dengan judul Rancang Bangun Alat Konverter Gelombang Air Menjadi Energi Listrik Kapasitas Maksimum 8 Watt.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr.Eng. Rakhmat Arief Siregar, ST., M.Eng., dan Bapak Muhamad Yusuf Rahmansyah Siahaan ST,MT., selaku pembimbing serta Bapak Muhammad Idris, ST., MT., dan Bapak Iswandi, ST., MT., yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Maraudin Siregar dan Ibu Timahara Harahap, yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis

Humala Ridoan Siregar

## DAFTAR ISI

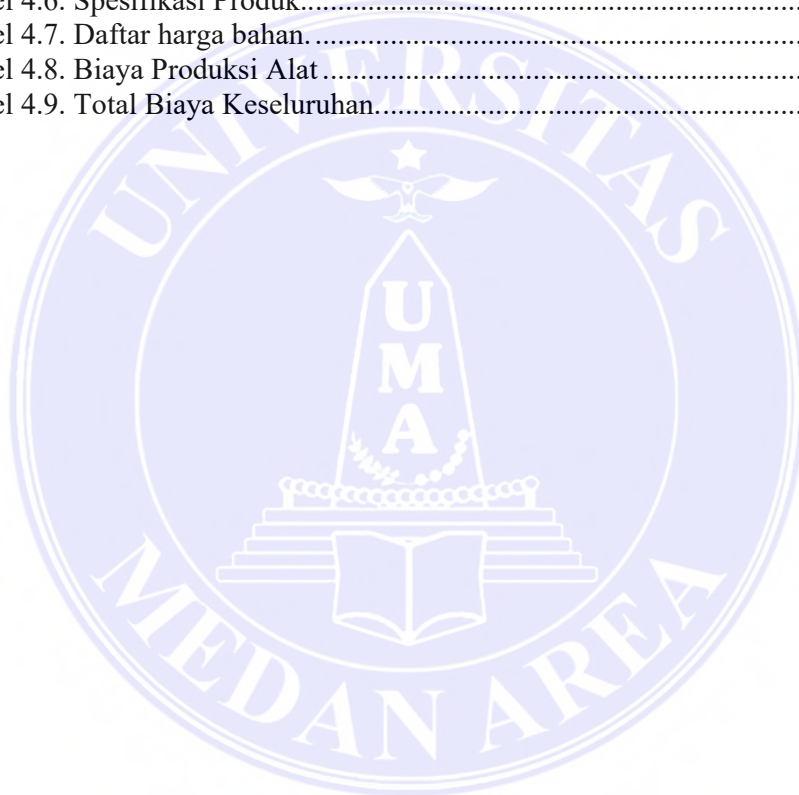
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH ....	iv
ABSTRAK .....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Hipotesis Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Perancangan.....	4
2.1.1. Pengertian Perancangan.....	4
2.1.2. Jenis Perancangan.....	4
2.2. Energi Gelombang.....	5
2.2.2. Pengaruh Angin .....	6
2.2.3. Pengaruh Daya Tarik Bumi Bulan Matahari (Pasang Surut Air Laut).....	6
2.3. Konverter Energi Gelombang.....	9
2.3.2. Stator.....	11
2.3.3. Rotor.....	12
2.2. Sistim Gerak Bandul.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.1.1. Waktu .....	16
3.1.2. Tempat .....	16
3.2. Bahan dan Alat .....	17
3.2.1. Bahan .....	17
3.2.2. Alat .....	19

3.3. Metode Penelitian .....	23
3.4. Populasi dan Sampel.....	23
3.5. Prosedur Kerja .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil.....	26
4.1.1. Survey Produk .....	26
4.1.2. Observasi dan Kuesioner .....	26
4.1.3. Hasil Konsep Perancangan .....	31
4.1.4. Pemilihan Konsep Perancangan .....	35
4.1.5. Gambar Rancangan.....	36
4.1.6. Hasil Pembuatan .....	37
4.1.7. Hasil Perakitan Alat Konverter Gelombang Air Menjadi Energi Listrik...	42
4.2. Pembahasan .....	43
4.2.1. Spesifikasi Rancangan.....	43
4.2.2. Spesifikasi Produk .....	44
4.2.3 Biaya Bahan dan Pembuatan .....	44
4.2.4. Pengujian Alat.....	45
<b>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1. Simpulan.....	48
5.2. Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Prakiraan rata-rata mingguan tinggi gelombang laut di wilayah Indonesia (Siti Rahma Utami 2010).....	8
Tabel 3.1. Kegiatan .....	16
Tabel 4.1. Penyebaran Kuesioner.....	27
Tabel 4.2. Hasil Jawaban Responden.....	27
Tabel 4.3. Tabel Morfologi .....	31
Tabel 4.4. Pemilihan Konsep .....	36
Tabel 4.5. Spesifikasi Rancangan. ....	44
Tabel 4.6. Spesifikasi Produk.....	44
Tabel 4.7. Daftar harga bahan. ....	45
Tabel 4.8. Biaya Produksi Alat.....	45
Tabel 4.9. Total Biaya Keseluruhan.....	45



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar pergerakan air laut. (I Wayan Arta Wijaya,2010) .....	5
Gambar 2.2. Generator (Fahrin Syaputra Siregar ,2021) .....	11
Gambar 2.3. Sistem Bandul Penggerak Tenaga Listrik. (Aidil dkk,2015) .....	13
Gambar 2.4. Salah Satu Bentuk PLTGL Sistem Pendulum (Utomo dkk 2008) .....	14
Gambar 3.1. Laptop .....	19
Gambar 3.2. Software AutoCAD .....	19
Gambar 3.3. Pensil. ....	20
Gambar 3.4. Penghapus.....	20
Gambar 3.5. Penggaris .....	20
Gambar 3.6. Generator.....	21
Gambar 3.7. Mesin Gerinda.....	21
Gambar 3.8. Mesin Bor.....	21
Gambar 3.9. Mesin Las.....	22
Gambar 3.10. Alat Ukur.....	22
Gambar 3.11. Alat Perkakas.....	22
Gambar 3.12. Kertas Gambar.....	17
Gambar 3.13. Pipa paralon.....	17
Gambar 3.14. Pipa aluminium kotak.....	18
Gambar 3.15. Besi as.....	18
Gambar 3.16. Bearing .....	18
Gambar 3.17. Baut dan Mur.....	19
Gambar 4.1. Grafik jawaban responden pilihan pertanyaan nomor 1, 2, dan 3.....	28
Gambar 4.2. Grafik jawaban responden untuk pilihan pertanyaan nomor 4.....	29
Gambar 4.3. Grafik jawaban responden untuk pilihan pertanyaan nomor 5.....	29
Gambar 4.4. Grafik jawaban responden untuk pilihan pertanyaan nomor 6.....	30
Gambar 4.5. Grafik jawaban responden untuk pilihan pertanyaan nomor 7.....	30
Gambar 4.6. Grafik jawaban responden untuk pilihan pertanyaan nomor 8.....	31
Gambar 4.7. Gambar Sketsa Konsep A .....	32
Gambar 4.8. Sketsa Konsep B.....	33
Gambar 4.9. Sketsa Konsep C.....	34
Gambar 4.10. Pohon objektif untuk pemilihan konsep.....	35
Gambar 4.11. Gambar Rancangan .....	36
Gambar 4.12. Ponton .....	38
Gambar 4.13. Lengan bandulan .....	40
Gambar 4.14. Kerangka .....	41
Gambar 4.15. Pengikat.....	41
Gambar 4.16. Generator.....	42
Gambar 4.17. Hasil perakitan alat konverter gelombang air .....	43
Gambar 4.18. Proses pengisian air.....	46
Gambar 4.19. Mesin pembuat gelombang .....	46
Gambar 4.20. Proses pemasangan alat konverter gelombang air.....	47
Gambar 4.21. Pengukuran arus yang dihasilkan.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kuisisioner.....	52
Lampiran 2. Gambar Teknik.....	53





## DAFTAR NOTASI

$F_a$	= Daya Apung (N)
$\rho$	= Massa Jenis Fluida ( $\text{kg/m}^3$ )
$g$	= Gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
$V$	= Volume ( $\text{m}^3$ )
$R$	= Jari-Jari (m)
$t$	= Tinggi (m)
$F_{a_1}$	= Daya Apung Ponton Ukuran Pertama (N)
$F_{a_2}$	= Daya Apung Ponton Ukuran Kedua (N)
$F_{a_{total}}$	= Daya Apung Total (N)
$V$	= Tegangan (V)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini energi memang sudah menjadi hal sangat dibutuhkan manusia, energi dapat digunakan dalam berbagai macam hal, seperti salah satunya listrik. Listrik seperti yang kita ketahui pada dasarnya diperoleh dari diesel yang menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak bumi, sedangkan untuk persediaannya pada saat ini sangat terbatas dan telah diprediksi oleh para ahli geologis dan geofisika bahwa batu bara dan minyak bumi akan habis dalam kurung waktu 30-50 tahun kedepan.

Tetapi ketergantungan terhadap sumber daya batu bara dan minyak bumi yang semakin lama berkurang jumlahnya menjadikan suatu masalah yang timbul selanjutnya. Perlu adanya suatu energi alternatif untuk mengatasi ketergantungan tersebut, banyak sekali sumber-sumber energi yang bisa dimanfaatkan di negara ini, seperti energi angin, energi uap, energi surya, energi gelombang laut, dan energi-energi lainnya.

Indonesia sebagai negara yang memiliki lautan terluas dengan luas lautan 93.000 km<sup>2</sup> dan garis pantai sepanjang 81.000 km, pastinya memiliki potensi energi ombak yang sangat besar. Energi dari ombak ini apabila dimanfaatkan dengan baik pastinya akan menjadi energi yang sangat besar.

Berdasarkan survei yang pernah dilakukan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Pemerintah Norwegia pada tahun 1987, didapat jika banyak daerah-daerah di pantai Indonesia yang berpotensi sebagai

pembangkit listrik bertenaga ombak. Lokasinya tersebar di sepanjang Pantai Selatan Pulau Jawa, di atas Kepala Burung Irian Jaya, dan sebelah barat Pulau Sumatera yang memiliki potensi ombak yang sangat bagus untuk memasok energi listrik.

Menurut data dari Asosiasi Energi Laut Indonesia (ASELI) pada tahun 2011, Arus pasang surut memiliki potensi teoretis sebesar 160 gigawatt (GW), potensi teknis 22,5 GW, dan potensi praktis 4,8 GW.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana merancang bangun alat konverter gelombang air menjadi energi listrik dengan kapasitas maksimum 8 watt?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a) Mengobservasi dan pengumpulan data menggunakan kuisioner.
- b) Membuat dan memilih konsep perancangan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt.
- c) Membangun alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt.
- d) Mengevaluasi kinerja alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt.



#### 1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini menyatakan bahwa alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt dapat mengurangi penggunaan batu bara dan minyak bumi.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

- a) Memberikan informasi terkait potensi pemanfaatan energi dari gelombang air menjadi energi listrik.
- b) Mengurangi penggunaan energi tak terbarukan.
- c) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat dan menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang potensi energi listrik dari gelombang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Perancangan

##### 2.1.1. Pengertian Perancangan

Perancangan merupakan penentuan proses dan data yang di perlukan oleh sistem baru. Manfaat tahap perancangan sistem ini memberikan gambaran rancangan bangun yang lengkap sebagai pedoman bagi programmer dalam mengembangkan aplikasi. Sesuai dengan komponen sistem yang di komputerisasikan, maka yang harus di desain dalam tahap ini mencakup hardware atau Software, database dan aplikasi. (Sumardi sadi 2019).

Perancangan adalah suatu fase yang diawali dengan evaluasi atas alternatif rancangan sistem yang diikuti dengan penyiapan yang berorientasi kepada pemakai dan diakhiri dengan pengajuan rancangan pada manajemen puncak.

##### 2.1.2. Jenis Perancangan

Jenis-jenis perancangan yang berhubungan dengan alat ini adalah :

- a. Original Design (New) desain asli). Yang dipertimbangkan adalah metodenya yang baru, caranya yang baru, keunggulan produk disbanding yang sudah ada sebelumnya, material yang baru, atau komponen yang juga baru.
- b. Adaptive Design (perancangan yang diadaptasi) : pengembangan rancangan yang sudah ada sebelumnya.

- c. Varian design (perancangancampur/acak) :perubahan bentuk, warna, ukuran tanpa perubahan fungsi utama.

## 2.2. Energi Gelombang

Luasnya lautan membuat Indonesia memiliki potensi pemberdayaan kelautan,salah satunya energi gelombang laut. Gelombang laut terjadi karena adanya gaya pembangkit yang bekerja di laut, gelombang laut merupakan gelombang irregular yang permukaannya tidak beraturan atau selalu berubah dari waktu ke waktu dan bervariasi dari suatu tempat ke tempat lain,tergantung dari kecepatan angin (Jamrut Aminuddin 2015). Energi gelombang bergerak dari suatu wilayah pembentukan gelombang ke arah pantai.Gelombang tersebut akhirnya terburai sebagai gelombang pecah dan sebagian lagi dipantulkan.



Gambar 2.1.Gambar pergerakan air laut.(I Wayan Arta Wijaya,2010)

Prinsip dasar terjadinya gelombang laut adalah jika dua massa yang berbeda kerapatannya (densitasnya) bergesekan satu sama lain,maka pada bidang gerakannya akan terbentuk gelombang (Fahrin Syaputra Siregar 2021). Gelombang yang terjadi di lautan disebabkan oleh angin (gelombang angin),daya tarikan

bumi-bulan-matahari (gelombang pasang surut), gempa (vulkanik dan tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami) ataupun gelombang yang disebabkan oleh pergerakan kapal (Joy Ferdinand Ludji 2014).

### 2.2.2. Pengaruh Angin

Angin adalah sumber utamanya terjadinya gelombang lautan. Dengan demikian tinggi gelombang, periode, dan arah gelombang selalu berhubungan dengan kecepatan dan arah angin. Angin dengan kecepatan rendah akan menyebabkan kecilnya tinggi gelombang dan rendahnya periode gelombang yang terjadi, sedangkan angin yang kuat dan angin ribut akan menyebabkan variasi tinggi serta periode gelombang serta mengarah ke berbagai penjuru.

Pada kondisi angin yang baik, gelombang laut dapat diobservasi secara random, baik untuk tinggi, periode, maupun arahnya. Angin memberikan pengaruh yang besar terhadap terjadinya gelombang laut sehingga efisiensi hampir semua pesawat konversi energi gelombang laut dipengaruhi oleh frekuensi angin yang terjadi sepanjang tahun pada suatu zona lautan tertentu.

### 2.2.3. Pengaruh Daya Tarik Bumi Bulan Matahari (Pasang Surut Air Laut)

Fenomena pasang surut di artikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air bumi.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (*gaya Coriolis*), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lokal yang dapat



mempengaruhi pasang surut di suatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan.

Sudah banyak negara yang melakukan penelitian dan pengembangan potensi energi lautan atau samudra untuk menghasilkan listrik diantaranya adalah Inggris, Prancis, dan Jepang. Potensi energi laut atau samudra yang dapat menghasilkan listrik dapat dibagi kedalam tiga jenis potensi energi yaitu energi pasang surut (*tidal power*), energi gelombang laut (*wave energy*), dan energi panas laut (*ocean thermal energy*) (Yasin Besari Mustofa 2012).

Menurut Jamrud Aminuddin,dkk (2015) gelombang terbagi menjadi 4 macam yaitu :

1. Gelombang maksimum yaitu gelombang yang mempunyai tinggi maksimum dalam suatu grup gelombang. Tinggi dan periode gelombang dinotasikan dalam bentuk  $H_{maks}$  dan  $T_{maks}$ .
2. Gelombang sepersepuluh tinggi, yaitu rata-rata dari sepersepuluh gelombang tertinggi dalam satu grup gelombang. Tinggi dan periode gelombang dinotasikan dalam bentuk  $H_{1/10}$  dan  $T_{1/10}$ .
3. Gelombang signifikan atau gelombang sepertiga tertinggi, yaitu rata-rata dari sepertiga gelombang tertinggi dalam satu grup gelombang. Tinggi dan periode gelombang dinotasikan dalam bentuk  $H_{1/3}$  dan  $T_{1/3}$ .
4. Gelombang rata-rata, yaitu gelombang rata-rata seluruh tinggi dan periode gelombang dalam satu record. Tinggi dan periode gelombang dinotasikan dalam bentuk  $\bar{H}$  dan  $\bar{T}$ .

Dalam pengujian ini gelombang yang kita gunakan di dapatkan dari prototype mesin gelombang air. Prototype merupakan benda nyata yang dibuat untuk memperkirakan produk (Karl T. Ulrich).

Tabel 2.1. Prakiraan rata-rata mingguan tinggi gelombang laut di wilayah Indonesia (Siti Rahma Utami 2010).

No	Lokasi	Angin 10m Rata- Rata (Knot)	Tinggi Signifikan Rata - Rata (meter)	Tinggi Maximum Rata-Rata (meter)	Frekuensi Gel. >3 Meter
1	Perairan Utara Aceh	3-10	0.2-1.25	0.4-1.6	0-5%
2	Perairan barat Aceh hingga Sumatera Utara	3-8	0.3-1.3	0.7-2.0	0-5%
3	Perairan barat Sumatera Barat	3-11	0.4-1.5	0.7-2.0	0-5%
4	Perairan barat Bengkulu hingga Lampung	5-15	0.4-1.9	0.7-2.4	0-5%
5	Selat Sunda	2-12	0.3-1.7	0.4-2.2	0-5%
6	Perairan Selatan Banten hingga Jawa Barat	5-15	0.5-2.0	0.7-2.5	0-5%
7	Perairan selatan Jawa Tengah	5-18	0.5-2.0	0.7-2.5	0-5%
8	Perairan selatan Jatim	4-17	0.5-2.0	0.7-2.5	0-5%
9	Perairan Selatan Bali hingga NTB	4-17	0.4-1.5	0.6-2.0	0-5%
10	Laut Sawu	4-12	0.4-1.4	0.6-2.0	0-5%
11	Laut Timor	3-15	0.4-1.3	0.6-2.0	0-5%
12	Selat Malaka	2-7	0.1-0.4	0.2-0.5	0-5%
13	Laut Natuna	3-10	0.4-1.25	0.6-1.4	0-5%
14	Selat Karimata	3-10	0.2-0.8	0.4-1.25	0-5%
15	Perairan Selatan Kalimantan	3-15	0.2-0.8	0.4-1.3	0-5%
16	Perairan Kepulauan Seribu	3-13	0.2-0.8	0.4-1.3	0-5%
17	Laut Jawa	4-15	0.3-1.2	0.4-1.3	0-5%

18	Laut Bali	3 –10	0.2 –0.8	0.3 –1.2	0 -5 %
19	Laut Flores	3 –12	0.2 –1.0	0.4 –1.2	0 -5 %
20	Selat Makasar Bagian Selatan	2 –11	0.1 – 0.8	0.3 – 1.3	0 -5 %
21	Perairan Selatan Sulawesi	4 –14	0.2 –0.8	0.3 – 1.3	0 -5 %
22	Laut Maluku	3 –10	0.4 –1.3	0.6 –1.6	0 -5 %
23	Laut Buru -Laut Seram	2 – 8	0.3 –1.1	0.4 –1.3	0 -5 %
24	Laut Sulawesi	4 –15	0.4 –1.25	0.7 –2.0	0 -5 %
25	Perairan Kep. Sangihe Talaud	6 –15	0.6 – 1.5	1.2 – 2.0	0 -5 %
26	Laut Halmahera	3 -11	0.4 –1.25	0.6 –1.8	0 -5 %
27	Perairan utara Papua	3 –10	0.4 –1.25	0.6 –1.5	0 -5 %
28	Laut Banda	4 –15	0.5 –1.25	0.7 –1.4	0 -5 %
29	Perairan Kepulauan Aru	2 –10	0.2 –1.2	0.4 –1.5	0 -5 %
30	Laut Arafuru	5 –18	0.8 –2.0	1.0 –2.5	0 -5 %

### 2.3. Konverter Energi Gelombang

Energi gelombang laut dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan pesawat-pesawat yang nantinya bermanfaat demi kesejahteraan manusia. Upaya untuk memanfaatkan energi gelombang laut telah banyak dilaksanakan baik dengan konsep yang sederhana maupun yang canggih. Sejumlah percobaan telah dilaksanakan oleh para ahli di bidang gelombang laut dan telah ditemukan beberapa konsep pemanfaatannya, diantaranya (Pudjanarsa, A 2006) :

1. Konsepsi yang sederhana :
  - a. *Heaving and pitching bodies*
  - b. *Cavity resonators*
  - c. *Pressure device*
  - d. *Surging wave energy convertors*
  - e. *Partical motion convertors*
  - f. *Float wave-power machine*

g. *The dolphin type wave power generators*

2. Konsep yang lebih tinggi :

a. *Salter's nodding duck*

b. *Cockrell's rafts*

c. *Russel recifier*

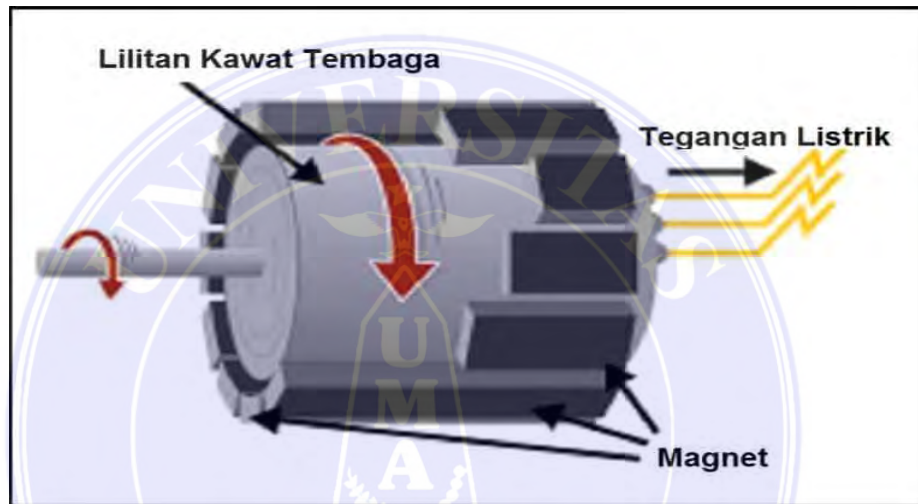
d. *Wave focusing techniques*

Konverter energi gelombang merupakan alat yang menyerap energi gelombang dengan kekuatan gerakan secara langsung atau PTO (*Power Take Of*) (Pastor,J 2014). Pembangkit energi gelombang laut dapat berupa penempatan *salter duck*, pelampung apung ataupun pendulum di atas media yang terapung diatas laut. Kedua mekanisme bergerak mengikuti gerak pelampung atau ponton yang menopangnya, gerakan ponton datar cenderung acak atau tidak beraturan diakibatkan oleh datangnya gelombang laut yang menggonggonya tidak beraturan pula (Ardi Noerpamungkas 2015).

Mekanisme pengambilan energinya dengan cara mengubah energi gelombang yang tertangkap menjadi energi listrik. Peralatan mekanik dapat dipasang untuk mengubah putaran atau gerak bolak balik menjadi putaran tinggi untuk dihubungkan dengan genetaror listrik.Mekanisme perubahan energi pada alat pengubah dibagi kedalam tiga bagian yaitu : alat penangkap energi gelombang, PTO (*power take of*) dan system pembangkit listrik (Eky Novianarenti 2013). Cara kerja alat sangat sederhana dan mudah direalisasikan. Energi gelombang laut akan menggoyangkan ponton yang terintegrasi dengan bandul sehingga menggerakkan sprocket untuk memutar generator yang selanjutnya akan menghasilkan listrik.



Pada penelitian ini, alat untuk mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik yaitu generator. Generator adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengkonversi energi mekanis dari prime mover menjadi energi listrik. Generator yang umum digunakan dalam sistem pembangkit listrik adalah generator asinkron. Secara garis besar generator terbagi atas stator dan rotor (Sabaruddin Rahman 2016).



Gambar 2.2. Generator (Fahrin Syaputra Siregar, 2021)

### 2.3.2. Stator

Stator merupakan bagian dari generator yang tidak bergerak. Stator memiliki kumparan dan inti. Biasanya inti stator terbuat dari lembaran-lembaran besi yang dilaminasi, kemudian diikat satu sama lain membentuk stator. Laminasi dimaksudkan agar rugi akibat arus Eddy kecil. Pada stator terdapat kumparan jangkar.

### 2.3.3. Rotor

Merupakan bagian dari generator yang bergerak atau berputar. Ada dua jenis rotor pada generator asinkron yaitu :

a. Rotor Dengan Kutub Menonjol (salient pole) Biasa dipakai pada mesin-mesin dengan putaran rendah atau menengah. Kutub rotornya terbuat dari besi berlaminasi untuk mengurangi arus Eddy. Untuk mesin yang besar, kumparan rotor seringkali dibuat dari kawat persegi.

b. Rotor Dengan Kutub Silinder Biasa dipakai pada mesin dengan kecepatan tinggi. Untuk putaran rendah biasanya rotor bulat ini diameternya kecil dan panjang. Kumparan rotor diatur sedemikian rupa sehingga terdapat fluks maksimum pada suatu posisi tertentu. Rotor dengan bentuk ini biasanya lebih seimbang dengan noise yang rendah. Pada rotor terdapat kumparan medan. Arus searah untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dialirkan ke rotor melalui cincin geser.

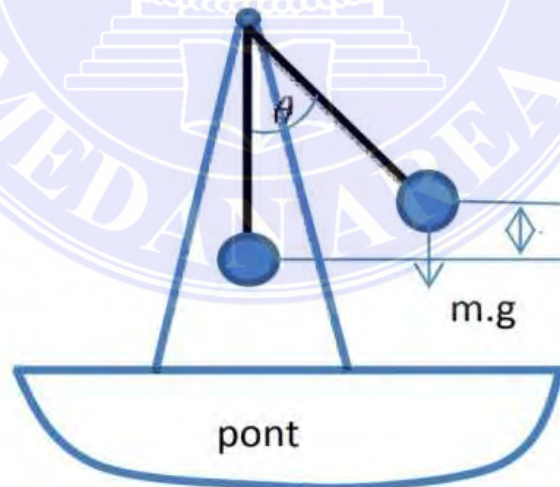
Terdapat beberapa hal yang mendasari dalam pemilihan generator. Pada pemakaian tegangan generator yang relatif tinggi, maka diperlukan isolasi yang tebal dan baik, hal ini menyebabkan ruangan untuk penghantar menjadi semakin sempit dan harga generator akan menjadi lebih mahal. Sedangkan pada generator dengan pemakaian tegangan lebih rendah akan menyebabkan berkurangnya jumlah lilitan gulungan stator, sehingga akan membatasi dalam perencanaan dan tidak ekonomis tetapi menguntungkan dalam pengoperasiannya (Siti Rahma Utami 2010).

## 2.2. Sistem Gerak Bandul

Gerakan ayunan secara bolak-balik, gerak maju mundur piston-piston pada mesin mobil, dan gerak ayunan pendulum pada jam kuno merupakan contoh gerak periodik, dimana gerakan tersebut bergerak secara berulang dan kembali diam pada posisi kesetimbangannya yang stabil.

Bandul terdiri dari seutas tali yang dianggap memiliki massa dan sebuah beban di ikat di ujung bawah tali. Ujung atas tali dikaitkan pada posisi tetap. Beban bergantung bebas dan bergerak bolak-balik akibat pengaruh gaya gravitasi (Prof. Mikra 2020).

Selama berayunan, sebuah bandul akan mempunyai periode, frekuensi, dan frekuensi sudut (Yuli Yanti 2020). Periode menyatakan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali gerakan penuh, frekuensi menyatakan banyaknya getaran yang terjadi tiap satu detik, dan frekuensi menyatakan besarnya kecepatan rotasi.



Gambar 2.3. Sistem Bandul Penggerak Tenaga Listrik (Aidil dkk 2015)

Bandul yang digunakan pada pembangkit listrik ini digantung dengan lengan baja gambar 2.3 sehingga poros dari lengan akan dapat berputar bolak balik dan

bandul dipasang diatas sebuah ponton. Gerakan bandul berasal dari gerakan ponton yang bergerak terombang ambing akibat adanya gelombang air laut. Semakin tinggi gelombang laut yang mengenai ponton maka ponton akan semakin miring,yang mengakibatkan sudut juga akan semakin besar. Gaya mekanik yang dihasilkan juga akan semakin besar. Gaya  $F$  yang diperoleh dari ayunan bandul inilah yang diharapkan akan dapat dirobah menjadi energi listrik. Gerakan bolak balik dari bandul akan dirobah menjadi gerak putaran melalui suatu mekanisme (Aidil Zamri 2015).

Salah satu bentuk PLTG sistem pendulum diperlihatkan pada gambar 2.3



Gambar 2.4. Salah Satu Bentuk PLTGL Sistem Pendulum (Utomo dkk 2008)

PLTGL sistem pendulum ini dibuat untuk perairan Mentawai Sumatera Barat dengan ketinggian 2,0-3,0 meter. Sistem ini dinilai ideal untuk wilayah pesisir yang terpencil khususnya Indonesia tetapi daya yang dihasilkan sangat fluktuatif karena bergantung pada fluktuatisnya gelombang laut (Utomo A. 2018).



Mekanisme pendulum yang digunakan pembangkit listrik energi gelombang laut terdiri dari pendulum horizontal, pendulum konis, dan pendulum vertikal. Pada pendulum horizontal, semakin besar panjang dan massa pendulum semakin besar energi bangkitan. Pada pendulum konis, semakin besar massa pendulum dan sudut konisnya semakin besar tegangan bangkitan. Pada pendulum vertikal, semakin besar panjang, massa pendulum dan frekuensi eksitasi semakin besar tegangan bangkitan (Eva Soviana 2015). Penempatannya dapat dilakukan pada pelampung berlegan angguk.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1. Waktu

Penelitian dilakukan pada semester genap Tahun Ajaran 2020/2021 dan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3.1. Kegiatan

Aktifitas	Tahun 2021-2022-2023					
	Sep - Des	Jan - Juli	Ags -Des	Jan – Mar	Mei	Okt
Pengajuan Judul						
Penulisan Proposal						
Seminar Proposal						
Persiapan Alat dan Bahan						
Pembuatan Alat						
Pengujian Alat						
Analisa Data						
Seminar Hasil						
Sidang Sarjana						

##### 3.1.2. Tempat

Tempat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada Workshop Teknik Mesin Universitas Medan Area, Jl. Kolam No.1 Medan Estate.

### 3.2. Bahan dan Alat

#### 3.2.1. Bahan

##### a. Kertas Gambar

Kertas gambar yang digunakan pada penelitian ini yaitu kertas gambar ukuran A3, berfungsi untuk membuat gambar sketsa dan gambar rancangan, dapat kita lihat pada gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3.1. Kertas Gambar

##### b. Pipa paralon

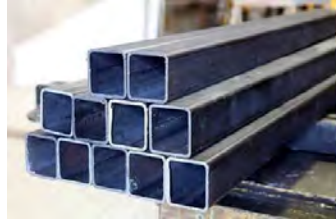
Pipa paralon digunakan untuk menahan kerangka supaya mengapung diatas air, pipa paralon yang digunakan ialah pipa paralon dengan ukuran diameter 0,127 m, dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah.



Gambar 3.2. Pipa paralon.

##### c. Pipa aluminium kotak

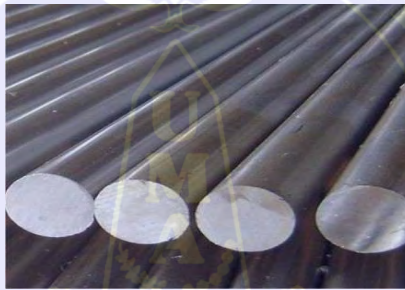
Pipa aluminium kotak digunakan untuk pembuatan kerangka, ukuran pipa yang digunakan ialah 0,1 x 0,1 m, dengan ketebalan 0,001 m, dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3. Pipa aluminium kotak.

d. Besi as

Besi bulat yang digunakan berfungsi sebagai penyalur ayunan atau gerakan yang di hasilkan pendulum ke sprocket, dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4. Besi as.

e. Bearing

Bearing berfungsi sebagai dudukan as agar tetap pada porosnya, jenis bearing yang digunakan yaitu bearing 6002 rs, dengan ukuran 0,03 m untuk diameter luar, 0,015 m untuk diameter dalam, dan ketebalannya 0,009 m, dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5. Bearing.



f. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk pengikat kerangka dengan pipa, jenis baut yang digunakan ialah baut M5, dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6. Baut dan Mur.

3.2.2. Alat

a. Laptop

Laptop digunakan untuk mendesign sebuah rancangan alat sebelum pembuatan alat tersebut, dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7. Laptop

b. Software AutoCAD

Software autocad digunakan untuk membuat suatu gambar rancangan, dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini



Gambar 3.8. Software AutoCAD

c. Pensil

Pensil digunakan untuk membuat gambar rancangan, dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9. Pensil.

d. Penghapus

Penghapus digunakan untuk menghapus coretan yang salah, dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10. Penghapus.

e. Penggaris

Penggaris digunakan untuk membuat garis lurus dalam menggambar dan sebagai alat ukur, dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11. Penggaris

f. Generator

Berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah gerak menjadi energi listrik, dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini.



Gambar 3.12. Generator.

g. Mesin Gerinda

Mesin gerinda digunakan untuk mengasah/memotong besi-besi untuk membuat rangka alat konversi energi dan komponen lainnya, dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13. Mesin Gerinda.

h. Mesin bor

Mesin bor digunakan untuk melubangi besi rangka akrilik dan komponen lainnya. Mesin bor yang di gunakan pada pembuatan alat penelitian mesin bor tangan, dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14. Mesin Bor.

i. Las listrik

Las listrik digunakan untuk menyambung besi menjadi satu rangkaian untuk rangka alat konversi energi dan komponen lainnya, dapat dilihat pada gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15. Mesin Las.

j. Alat ukur

Alat ukur berfungsi untuk mengukur specimen, dapat dilihat pada gambar 3.16 dibawah ini.



Gambar 3.16. Alat Ukur.

k. Alat perkakas

Alat perkakas berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaan pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air, dapat dilihat pada gambar 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.17. Alat Perkakas.



### 3.3. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah pengujian alat konverter gelombang air menjadi energi listrik 8 watt adalah sebagai berikut :

- a. Memasang alat converter gelombang air menjadi energy listrik kapasitas maksimum 8 watt pada kolam ombak buatan.
- b. Menyalakan mesin gelombang buatan yang telah dibuat.
- c. Mengukur tinggi gelombang pada kolam ombak buatan.
- d. Melihat kuat arus listrik yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter.
- e. Mencatat hasil pengujian alat konversi energi tenaga gelombang.
- f. Setelah pengujian dilakukan membersihkan lokasi pengujian dan merapikan alat-alat yang telah digunakan.

### 3.4. Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini ada dua yaitu pendulum dengan gerak horizontal dan pendulum dengan gerak vertikal.

Sampel pada penelitian ini yaitu pendulum dengan gerak horizontal.

### 3.5. Prosedur Kerja

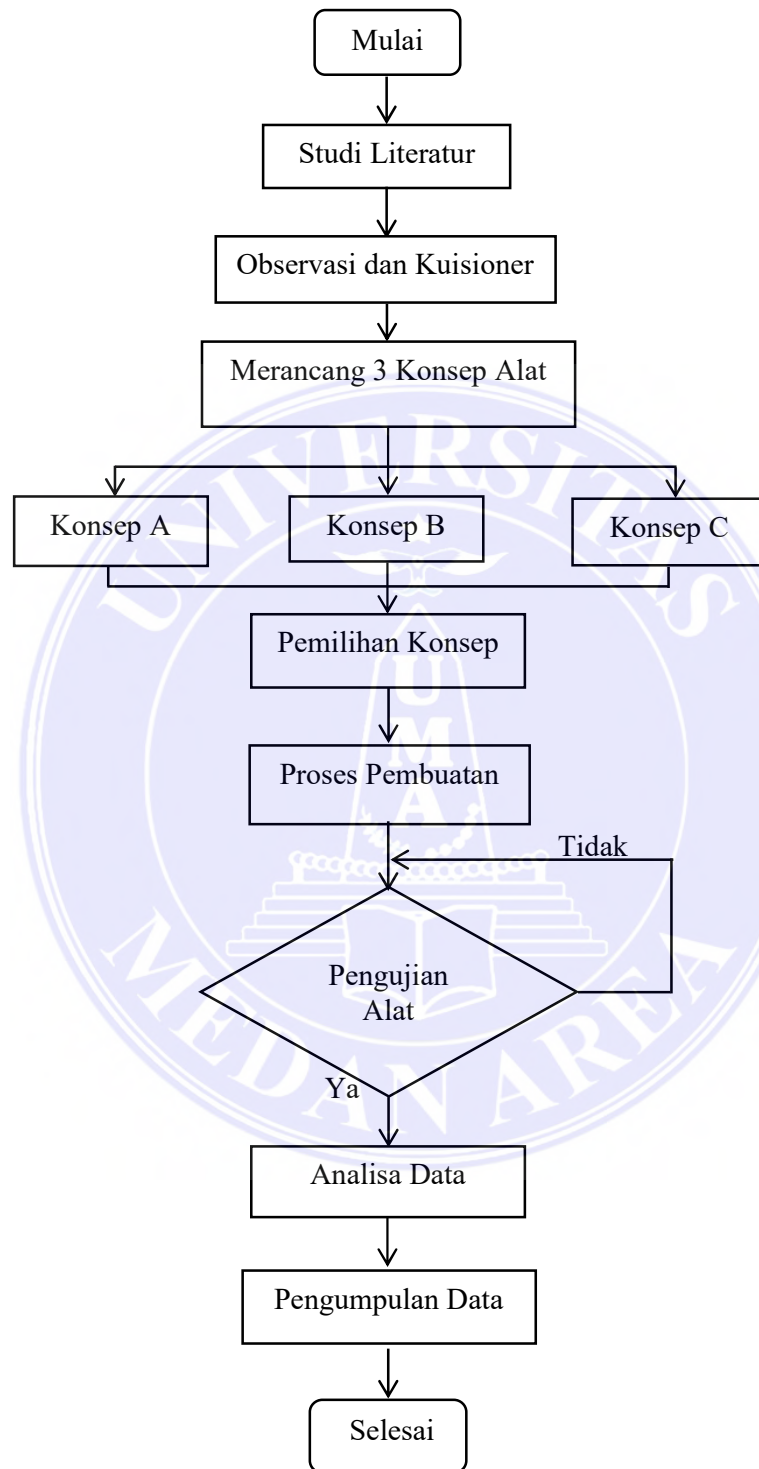
Adapun langkah-langkah perakitan komponen-komponen alat converter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt adalah sebagai berikut :

- a. Memotong pipa dan aluminium kotak sesuai kebutuhan pembuatan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt.

- b. Menyatukan komponen-komponen yang telah dipotong dengan menggunakan cara pengelasan dan pengikatan dengan klem pipa.
- c. Memasang generator yang telah kita sediakan dengan baut dan mur sebagai pengikatnya.



### 3.5.1. Diagram Alir



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian rancang bangun alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuisisioner disebarakan sebanyak 15 lembar kepada Dosen maupun Mahasiswa Fakultas Teknik di Universitas Medan Area Medan sejumlah 15 Responden.
2. Perancangan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt ini telah selesai dirancang dan telah dipilih konsep B sebagai konsep yang akan dijadikan sebagai alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt.
3. Pembuatan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt ini telah selesai dibuat menjadi beberapa bagian yaitu: Ponton, bandulan, kerangka, pengikat ponton dengan kerangka dan generator, kemudian disatukan menjadi satu alat utuh.
4. Dari hasil pengujian alat konverter gelombang air menjadi energi listrik kapasitas maksimum 8 watt tersebut didapatkan hasil sebesar 2,5 V.



## 5.2. **Saran**

Adapun saran yang penulis sampaikan kepada peneliti selanjutnya tentang alat konverter gelombang air menjadi energi listrik adalah peneliti diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber referensi yang terkait dengan alat pembangkit listrik tenaga gelombang air agar peneliti mendapatkan informasi lebih banyak lagi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Jamrut Aminuddin, R. Farzand Abdullatif, Wihantoro (2015) Persamaan Energi Untuk Penghitungan dan Pemetaan Area yang Berpotensi Untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut.
- Fahrin Syaputra Siregar (2021). Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Mengaplikasikan Teknik Kolom Osilasi.
- Joy Ferdinand Ludji, Vendy A. Koehuan, Nurhayati (2014). Analisis efisiensi system osilator kolom air sebagai pembangkit daya tenaga gelombang laut.
- Yasin Besari Mustofa, Irfan Syarif Arief, Amiadji (2012). Analisa Gerakan Ponton Model Tripod Untuk Energi Gelomban Sistem Bandulan.
- Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger. Perancangan dan Pengembangan Produk.
- Pudjanarsa, A. (2006). Mesin Konversi Energi
- Pastor, J., & Liu, Y. (2014). Frequency and Time Domain Modeling and Power Output for a Heaving Point Absorber Wave Energy Converter.
- Ardi Noerpamoengkas, Miftaul Ulum (2015). Pemodelan Pengaruh Frekuensi dan Amplitudo Eksitasi Terhadap Respon Gerak dan Day Mekanis Pendulum Vertikal Pada Konverter Energi Gelombang Laut
- Eky Novianarenti, Yerri Susatio, Ridho Hantoro (2013). Penentuan Parameter Bandul Matematis untuk Memperoleh Energi Maksimum dengan Gelombang dalam Tangki.
- Sabaruddin Rahman, Achmad Yasir Baeda, Hasdinar Umar (2016). Potensi Energi Gelombang Sebagai Sumber Energi Alternatif di Pulau-Pulau Terluar Wilayah NKRI

Siti Rahma Utami (2010). Sudi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Menggunakan Sistem Oscilating Water Column (OWC) di Tiga Puluh Wilayah Kelautan INDONESIA.

Prof.Mikra (2020). Fisika SMA: Bandul Matematis Sederhana.

Yuli Yanti, Neng Nenden Mulyaningsih, Dandan Luhur Saraswati(2020). Pengaruh Panjang Tali,Massa dan Diameter Bandul Terhadap Periode Dengan Variasi Sudut.

Aidil Zamri, Yusri Mura, Asmed,Elvis Adril, (2015). Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Empat Bandul.

Utomo A. R, L. Pasaribu, dan W. Handini (2008). Studi Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Penggerak Pendulum di Lautan Kepulauan Mentawai Sumatera Barat.

Eva Soviana (2015) Rancang Bangun dan Studi Eksperimen Respon Dinamis Model Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Ponton Bandul Vertikal

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Lembar Kuisisioner

#### Lembar Kuisisioner

#### Produk Alat Konverter Gelombang Air Menjadi Energi Listrik

##### Identitas Responden

Nama : .....

Usia : .....

Jenis Kelamin : .....

Fakultas/Unit : .....

Jabatan : **Dosen/Karyawan/Mahasiswa**  
(coret bila tidak perlu)

##### Petunjuk Pengisian

Para pengisi kuisisioner ini diharapkan membaca petunjuk pengisian lembar Kuisisioner terlebih dahulu. Jawablah pertanyaan di bawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat konverter gelombang air menjadi energi listrik yang anda inginkan dengan memberi tanda (✓) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda.

1. Apakah anda pernah menggunakan alat konverter gelombang air menjadi energi listrik ?  
 YA  TIDAK
2. Apakah anda setuju jika prodi Teknik Mesin UMA memiliki alat konverter gelombang air menjadi energi listrik ?  
 YA  TIDAK
3. Apakah anda berminat membeli alat konverter gelombang air menjadi energi listrik ?  
 YA  TIDAK
4. Sistem seperti apa yang ada inginkan pada alat konverter gelombang air menjadi energi listrik ?  
 PENDULUM  HIDROLIK
5. Bagaimanakah posisi alat konverter energi air menjadi energi listrik yang anda inginkan ?  
 VERTIKAL  HORIZONTAL
6. Jenis bahan apa yang anda inginkan untuk kerangka alat gelombang air gelombang air menjadi energi listrik ?  
 ALUMINIUM  POLIMER  CARBON + COASTING
7. Berapa range harga yang anda inginkan untuk membeli sebuah alat uji ketinggian gelombang air?  
 Rp., < 10.000.000,-  Rp. > 10.000.000,-
8. Seberapa sering service atau maintenance yang anda inginkan?  
 TIDAK PERNAH  6 Bulan sekali

Saran dan Masukan :

.....  
.....  
.....

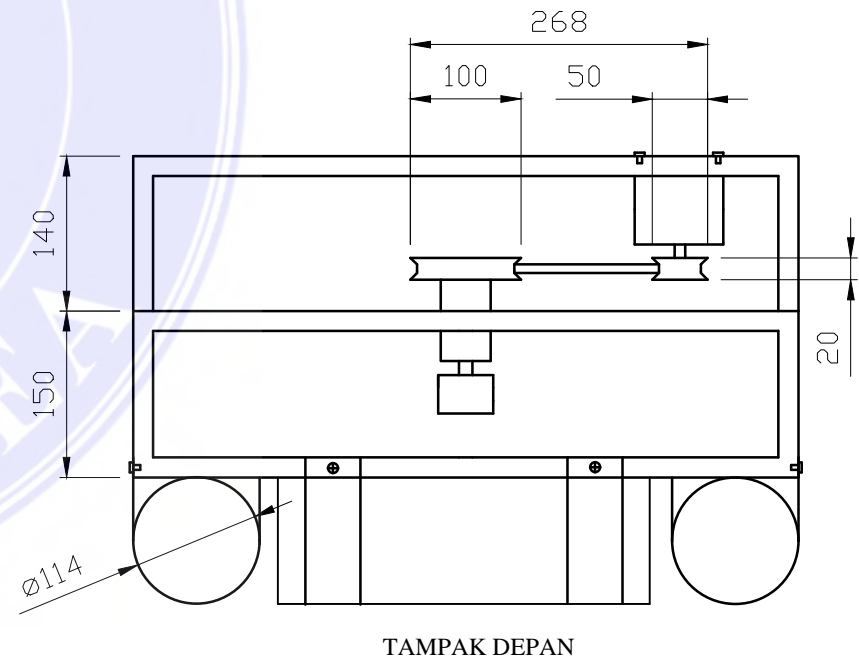
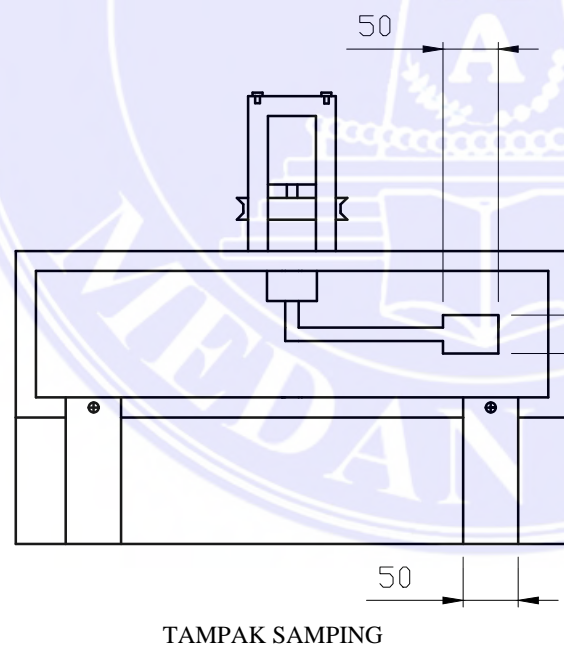
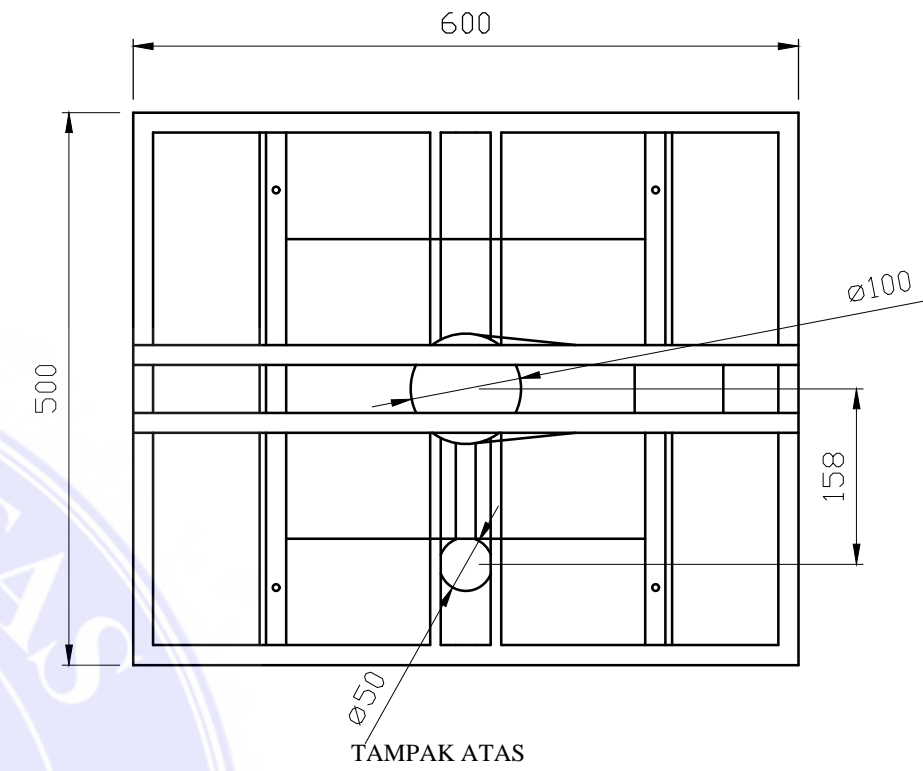
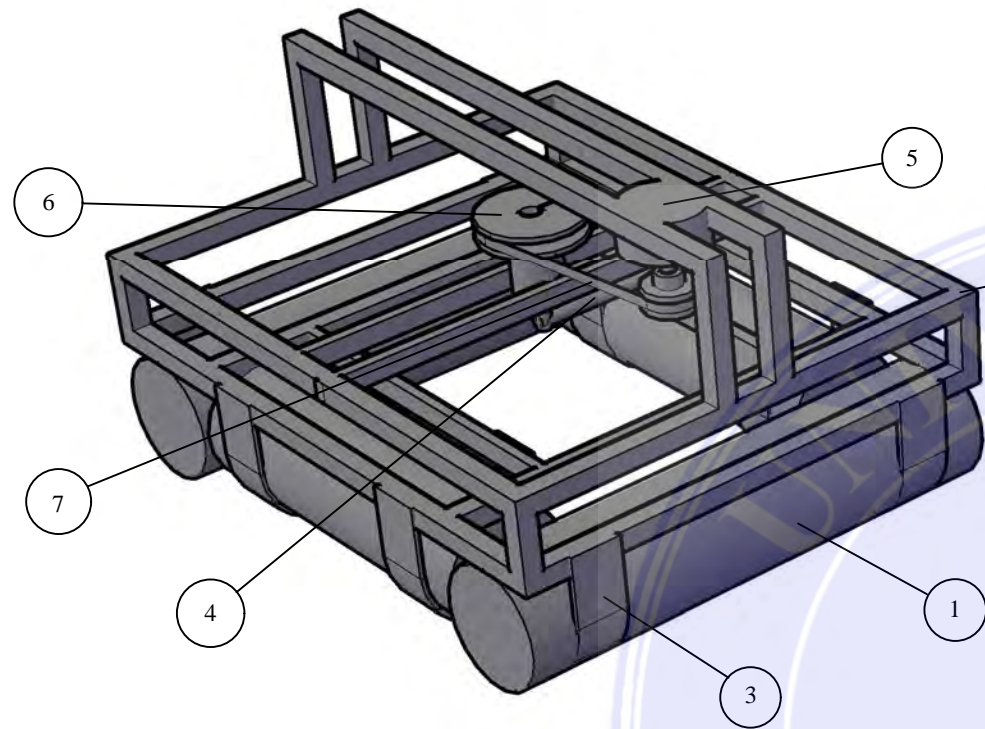
Medan, .... / .... / 2022

(.....)



## Lampiran 2. Gambar Teknik





NO	NAMA	JUMLAH	BAHAN
1	PONTON	4	PIPA PARALON
2	KERANGKA	1	BESI HOLLOW
3	PENGIKAT	8	BESI PLAT DAN BAUT
4	TALI BANDUL	1	BESI AS
5	GENERATOR	1	-
6	PULLEY	2	ALUMINIUM
7	BELTING	1	KARET

	SKALA : 1 : 60	DIGAMBAR : HUMALA RIDOAN S.	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NPM : 178130144	
	TANGGAL : 05 / 05 / 2023	DILIHAT : PEMBIMBING 1 dan 2	
UNIVERSITAS MEDAN AREA	ALAT KONVERTER GELOMBANG AIR	TUGAS 1	A3