

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN ALAT KONVERSI ENERGI TENAGA
GELOMBANG AIR DENGAN MENGAPLIKASIKAN TEKNIK
PENDULUM**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**SYAIFI
1607230123**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

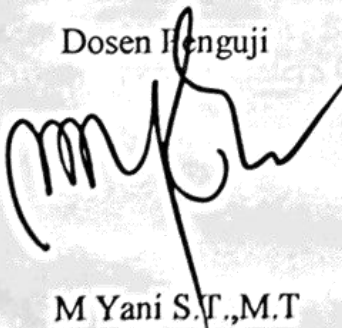
Nama : Syaifi
NPM : 1607230123
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Air Dengan Mengaplikasikan Teknik Pendulum
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



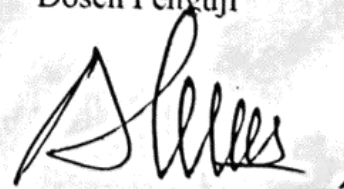
M Yani S.T.,M.T

Dosen Penguji



Chandra A Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji



Sudirman Lubis S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Syaifi
Tempat /Tanggal Lahir : Seni Antara, 03 Desember 1997
NPM : 1607230123
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Air Dengan Mengaplikasikan Teknik Pendulum"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2021

Saya yang menyatakan,



Syaifi

Syaifi

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar dari pada daratan, kekuatan inilah yang merupakan potensi besar untuk dijadikan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, salah satunya pengembangan energi dari gelombang tersebut adalah dengan pembangkit energi teknik pendulum. Alat ini akan di modelkan dengan gerak vertikal dimana inputan gerakan dihasilkan dari gelombang menggerakkan bandulan. Hasil penelitian pada teknik pendulum tenaga gelombang didapatkan pada ketinggian 30cm pada kolam buatan didapat hasil listrik 0,00001V, pada ketinggian 40cm pada kolam maka hasil listrik yang didapatkan 0,00002V dan pada ketinggian 45cm didapatkan hasil listrik 0,00002V. Konsep pembuatan dipilih penyambungan dengan baut, konsep ini dipilih berdasarkan enam faktor biaya pembuatan, biaya perawatan, tingkat kesulitan, kepraktisan kekuatan dan daya tahan. Bahan material teknik pendulum ini yaitu besi hollow, pipa pvc, poros, besi pelat 3mm, roda gigi, sprocket, rantai, bantalan, generator dan untuk pemberat bandulan menggunakan martil 5kg. Teknik pengelasan menggunakan las asetelin dikarenakan bahan material yang tipis dan mencegah dari kebocoran. Faktor kualitas menekan pada usia ponton dan ketahanan terhadap korosi, faktor biaya terdiri atas biaya pembelian, biaya perawatan, dan pembuatan pembangkit teknik pendulum dari awal hingga akhir, faktor bahan merupakan material yang dipilih untuk memprioritaskan usia dan ketahanan ponton agar tahan terhadap korosi.

Kata Kunci: gelombang, teknik pendulum, konsep pembuatan

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country with two-thirds of the ocean area larger than land, this power has great potential to be used as an environmentally friendly renewable energy source, one of which is the development of energy from these waves using pendulum engineering energy generation. This tool will be modeled with vertical motion where the input motion is generated from the waves moving the pendulum. The results of the research on the wave power pendulum technique were obtained at a height of 30cm in an artificial pond obtained electricity results 0.00001V, at a height of 40cm in the pool, 0.00002V and at a height of 45cm the electricity results are 0.00002V. The concept of making the connection with bolts is chosen, this concept is chosen based on six factors of manufacturing costs, maintenance costs, level of difficulty, practicality of strength and durability. The materials for this pendulum technique are hollow iron, pvc pipe, shaft, 3mm plate iron, gears, sprockets, chains, bearings, generators and for pendulum weights using a 5kg hammer. The welding technique uses acetylene welding because the material is thin and prevents leakage. quality factors depress pontoon age and resistance to corrosion, cost factors consist of purchase costs, maintenance costs, and manufacture of pendulum engineering generators from start to finish, material factors are the materials chosen to prioritize pontoon age and resistance to corrosion resistance.

Keywords: wave, pendulum technique, making concept

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Air Dengan Mengaplikasikan Teknik Pendulum” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

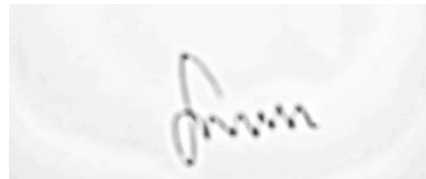
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M Yani, S.T., M.T selaku dosen penguji I yang telah banyak mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku dosen penguji II yang telah banyak mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Affandi, S.T., M.T yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik Mesinan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Bapak Mawardi dan Ibu Wartinah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat-sahabat penulis: Andri Mustafa, Mhd Diki Saragih, Imam Akbar Tanjung, Gianto, Fahrin Syahputra Siregar Aris Andika dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia industri Teknik Mesin.

Medan, Februari 2021

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is cursive and appears to read 'Syaifi'.

Syaifi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Gelombang	4
2.2. Klasifikasi Gelombang	5
2.2.1. Gelombang Linier	6
2.2.2. Gelombang Non Linier	7
2.3. Pembangkit Gelombang Laut	9
2.3.1. Macam Macam Gerakan Kapal	11
2.3.2. Konsep Getaran	10
2.3.3. Gaya Gelombang Laut	11
2.4. Defenisi pendulum	12
2.4.1. Pendulum Sederhana	12
2.4.2. Triple Pendulum	12
2.4.3. Bandul Pendulum	13
2.4.4. pendulum vertikal	14
2.5. Komponen Utama Pendulum	16
2.5.1. Generator Arus	17
2.5.2. Rantai	17
2.5.3. Roda Gigi	18
2.5.4. Poros	18
2.5.5. Ponton	19
BAB 3 METODOLOGI	20
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.2 Bahan dan Alat	21
3.3 Bagan Alir Penelitian	26

3.4	Uraian Bagan Alir Penelitian	27
3.5	Prosedur Pembuatan	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Analisa Konsep Pembuatan	29
4.1.1	Hasil Analisa Pemilihan Bahan	29
4.1.2	Pohon Objektif Pembuatan	29
4.2	konsep Pembuatan	31
4.2.1	Konsep Pembuatan Dengan Disambung Baut	31
4.2.1.1	Material	32
4.2.1.2	Pelindung Cat	32
4.2.1.3	Bahan	32
4.2.1.4	Packing	33
4.2.2	Konsep Pembuatan Dengan Cara Pengelasan	38
4.2.2.1	Material	38
4.2.2.2	Pelindung Cat	39
4.2.2.3	Bahan	39
4.2.2.4	packing	40
4.2.3	Konsep Pembuatan Dengan Cara Disambung Pin	44
4.2.3.1	Material	44
4.2.3.2	Pelindung Cat	45
4.2.3.3	Bahan	45
4.2.3.4	Packing	46
4.2.4	Pemilihan Konsep	50
4.3	Daftar Komponen	50
4.4	Daftar List Komponen	50
4.5	Peroses Pembuatan	54
4.6	Hasil Pembuatan	59
4.7	Alat Pambangkit Gelombang	60
4.8	Hasil Pengujian	61
4.8.1	Pengujian Tinggi Gelombang	61
4.8.2	Pengujian Panjang Gelombang	62
4.8.3	Pengujian Alat Pambangkit Listrik	64
4.9	Pengujian Alat	65
4.10	Analisa Pengujian Alat	68
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	20
Tabel 4.1 Pemeilihan Pembuatan Dengan Metode Matriks Keputusan	29
Tabel 4.2 Komponen	32
Tabel 4.3 Komponen	39
Tabel 4.4 Komponen	45
Tabel 4.5 Daftar Komponen yang Digunakan	50
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Alat	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang Laut	5
Gambar 2.2 Tatanan Gelombang Air	5
Gambar 2.3 Sifat-Sifat Gelombang	6
Gambar 2.4 Sketsa Profil Gelombang Non-Linier	6
Gambar 2.5 Proses Pembentukan Gelombang Akibat Angin	9
Gambar 2.6 Macam-Macam Gerakan Kapal	10
Gambar 2.7 Plot Sinyal Getaran Terhadap Waktu	11
Gambar 2.8 Diagram Pendulum	12
Gambar 2.9 Penentuan Sudut	13
Gambar 2.10 Sistem Bandul	14
Gambar 2.11 Skema Prinsip Kerja	15
Gambar 2.12 Generator	17
Gambar 2.13 Rantai	17
Gambar 2.14 Roda Gigi	18
Gambar 2.15 Poros	19
Gambar 2.16 Ponton	19
Gambar 3.1 Besi Hollow	21
Gambar 3.2 Ponton	21
Gambar 3.3 Poros	22
Gambar 3.4 Roda Gigi	22
Gambar 3.5 Rantai	22
Gambar 3.6 Bearing Sprocket	23
Gambar 3.7 Bearing	23
Gambar 3.8 Generator	23
Gambar 3.9 Kabel	24
Gambar 3.10 Mesin Las	24
Gambar 3.11 Alat Ukur	24
Gambar 3.12 Mesin Gerinda	25
Gambar 3.13 Mesin Bor	25
Gambar 3.14 Alat Perkakas	25
Gambar 3.15 Flowcart Metodologi	26
Gambar 4.1 Pembuatan Pendulum	30
Gambar 4.2 Pembuatan Dengan Disambung Baut	31
Gambar 4.3 Penyambungan Ponton Dengan Baut	34
Gambar 4.4 Penyambungan Kerangka Atas	34
Gambar 4.5 Pemasangan Poros	35
Gambar 4.6 Pemasangan Generator	35
Gambar 4.7 Pemasangan Bandulan	36
Gambar 4.8 Pemasangan Roda Gigi	36
Gambar 4.9 Pemasangan Sprocket	37
Gambar 4.10 Pemasangan Rantai	37
Gambar 4.11 Konsep Dengan Cara Pengelasan	38
Gambar 4.12 Pemasangan Ponton Ke Kerangka	40
Gambar 4.13 Pemasangan Kerangka Atas	40

Gambar 4.14 Pemasangan Poros	41
Gambar 4.15 Pemasangan Bandul	41
Gambar 4.16 Pemasangan Generator	42
Gambar 4.17 Pemasangan Pully	42
Gambar 4.18 Pemasangan Pully	43
Gambar 4.19 Pemasangan Bealting	43
Gambar 4.20 Konsep Pembuatan Dengan Cara Penyambungan Pin	44
Gambar 4.21 Pemasangan Ponton Dengan Kerangka	46
Gambar 4.22 Pemasangan Kerangka Atas	46
Gambar 4.23 Pemasangan Poros	47
Gambar 4.24 Pemasangan Generator	47
Gambar 4.25 Pemasangan Bandul	48
Gambar 4.26 Pemasangan Roda Gigi	48
Gambar 4.27 Pemasangan Sprocket	49
Gambar 4.28 Pemasangan Pemasangan Rantai	49
Gambar 4.29 Pemotongan Pipa	54
Gambar 4.30 Pengeleman Pipa	54
Gambar 4.31 Pemotongan Besi Hollow	54
Gambar 4.32 Pengelasan Kerangka Pendulum	55
Gambar 4.33 Pembuatan Kedudukan Bantalan	55
Gambar 4.34 Pembuatan Dudukan Roda Gigi	55
Gambar 4.35 Pembuatan Dudukan Generator	56
Gambar 4.36 Pembuatan Pendulum	56
Gambar 4.37 Pengecetan	56
Gambar 4.38 Pemasangan Kerangka Atas Dengan Bawah	56
Gambar 4.39 Pemasangan Bearing	57
Gambar 4.40 Pemasangan Poros	57
Gambar 4.41 Pemasangan Bandulan	57
Gambar 4.42 Pemasangan Roda Gigi	57
Gambar 4.43 Pemasangan Sprocket	58
Gambar 4.44 Pemasangan Generator	58
Gambar 4.45 Pemasangan Rantai	58
Gambar 4.46 Hasil Pembuatan	59
Gambar 4.47 Alat Pembangkit Energi Tenaga Gelombang	60
Gambar 4.48 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 30cm	61
Gambar 4.49 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 40cm	62
Gambar 4.50 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 45cm	62
Gambar 4.51 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 30cm	63
Gambar 4.52 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 40cm	63
Gambar 4.53 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 45cm	64
Gambar 4.54 Pengujian Alat Pembangkit Listrik Pada Saat 30cm	64
Gambar 4.55 Pengujian Alat Pembangkit Listrik Pada Saat 40cm	65
Gambar 4.56 Pengujian Alat Pembangkit Listrik Pada Saat 45cm	65
Gambar 4.57 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Dengan Tinggi Kolam	66
Gambar 4.58 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Dengan Panjang Gelombang	67
Gambar 4.59 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Terhadap Arus Listrik	67

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
F_{wave}	Gaya Gelombang	N
g	Gravitasi Bumi	M/S^2
H	Ketinggian Gelombang	M
l	Panjang Bandul	M
L	Panjang Pendulum	M
m	Massa Gelombang	Kg
T	Periode gelombang	S
P_{wave}	Daya Gelombang	W
ρ	Massa Jenis Air	Kg/m^3

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi yang semakin meningkat serta mengakibatkan semakin tergantungnya manusia pada sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui. Energi digunakan dalam berbagai macam hal, seperti salah satunya listrik. Listrik yang kita ketahui diperoleh dari diesel yang menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak bumi, sedangkan persediaannya sangat terbatas dan telah diprediksi oleh ahli geologis dan geofisika bahwa batu bara dan minyak bumi akan habis dalam kurung waktu 30-50 tahun kedepan. Hal ini yang menyebabkan krisis energi didunia dan membuat pemikiran manusia untuk menemukan energi terbaru agar tidak tergantung dengan energi fosil saat ini. Selain persediaan energi fosil yang semakin menipis dan memerlukan waktu yang lama untuk menghasilkan energi tersebut kembali, serta dapat merusak lingkungan karena emisi gas dan polusi lain yang ditimbulkan. Penggunaan energi nuklir membutuhkan biaya yang besar selain juga terbatas masalah keamanan. Pembangkit tenaga air tidak bisa diaplikasikan dibanyak tempat karena faktor ketersediaan air. Maka perlu dilakukan pencarian sumber energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Matahari, angin, laut, air, elektromagnetik, elektrostatik, panas, getaran, dan gerakan tubuh manusia merupakan macam-macam sumber energi terbarukan.

Negara Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan. Hal ini bisa terlihat dengan adanya garis pantai di hampir setiap pulau di Indonesia (± 81.000km) yang menjadikan Indonesia menempati urutan kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di Dunia. Kekuatan inilah yang merupakan potensi besar untuk dijadikan sumber energi yang terbarukan yang ramah lingkungan, dalam hal ini Indonesia belum merasakan peran signifikan dari potensi maritim yang dimiliki, yang ditandai dengan belum di kelolanya potensi maritim Indonesia secara maksimal

Energi listrik gelombang laut-sistem bandulan adalah salah satu energi

listrik yang memanfaatkan gelombang laut sebagai sumber penggerakannya. Gelombang laut adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang. Gelombang yang terjadi di alam tidaklah teratur (acak) dan sangat kompleks, dimana masing-masing gelombang di dalam suatu *spectrum* (deretan) gelombang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Gerak naik-turun pada arah transversal gelombang ini dapat menggerakkan suatu mekanisme konversi energi tertentu. Mekanisme ini akan mengubah gerak gelombang tersebut menjadi gerak rotasi yang nantinya dapat digunakan untuk memutar generator. Model pendulum yang ditempatkan di atas suatu media terapung dapat menjadi mekanisme tersebut.

Oleh karena itu, penulis akan membuat alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum, percobaan ini telah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya, seperti desain dan implementasi pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan pendulum, pada tugas akhir ini akan dilakukan variasi membuat alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum segi 6

1.2. Rumusan Masalah

Berdasar pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum
2. Bagaimana menentukan konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum
3. Bagaimana menguji kinerja alat konversi energi tenaga gelombang air dengan teknik pendulum

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum dengan skala prototipe

1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum
2. Untuk mengetahui kinerja alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum
3. Membuat konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat memberikan informasi tentang alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

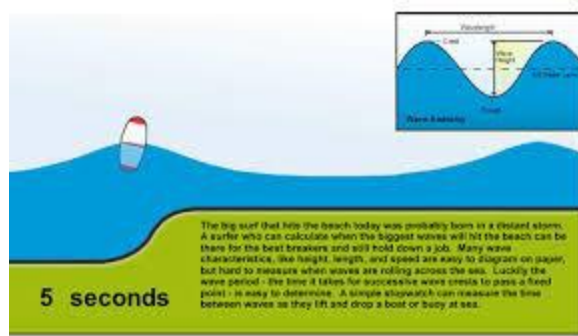
2.1 Gelombang

Seperti yang kita ketahui gelombang laut di sebabkan oleh angin, angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut gelombang. Menurut Astu & Nursuhud gelombang laut merupakan energi dalam transisi, energi yang terbawa oleh sifat aslinya. Gelombang permukaan merupakan gambaran yang sederhana untuk menunjukkan bentuk dari suatu energi lautan. Adapun gejala dari energi gelombang bersumber pada fenomena-fenomena berikut :

1. Benda (*body*) yang bergerak pada atau dekat permukaan yang menyebabkan terjadinya gelombang dengan priode kecil, energi kecil pula.
2. Angin yang merupakan sumber penyebab utama gelombang lautan
3. Gangguan seismik yang menyebabkan terjadinya gelombang pasang atau tsunami
4. Medan grafitasi bumi dan bulan penyebab gelombang besar, terutama menyebabkan terjadinya gelombang pasang yang tinggi

Selanjutnya gelombang lautan ditinjau dari sifat pengukurannya dibedakan menurut ketinggian serta priode alunannya. Dari kebanyakan data yang ada, tinggi gelombang lautan dapat diukur melalui alat ukur gelombang ataupun dengan cara visual dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan. Menurut pengamatan para ahli ,tinggi gelombang sama sekali tidak berkaitan dengan tinggi rata-ratanya, melainkan berkaitan dengan sepertiga rata-rata tinggi gelombang maksimumnya. (Astu & Nursuhud, 2013)

Sedangkan menurut Mustikojati, Hadi, & Kiryanto menyatakan gelombang laut terbentuk karena permukaan laut terkena hembusan angin terus menerus. Besarnya gelombang tergantung dari intesits, jangka, waktu, jarak angin berhembus (*fetch length*). Gelombang menyerap energi dari angin, dan sebaliknya mengeluarkan energi untuk penyebarannya.



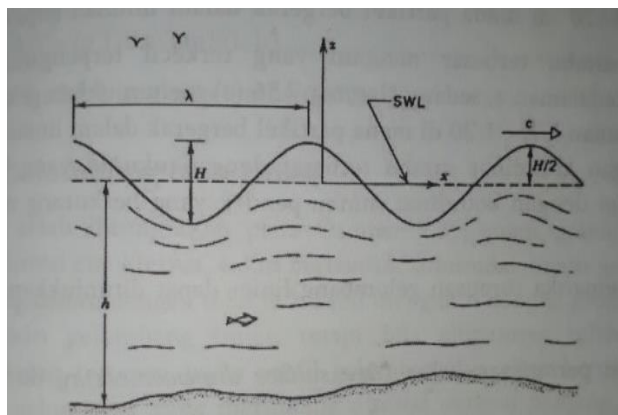
Gambar 2.1 Gelombang Laut (Astu & Nursuhud, 2013)

2.2 Klasifikasi Gelombang

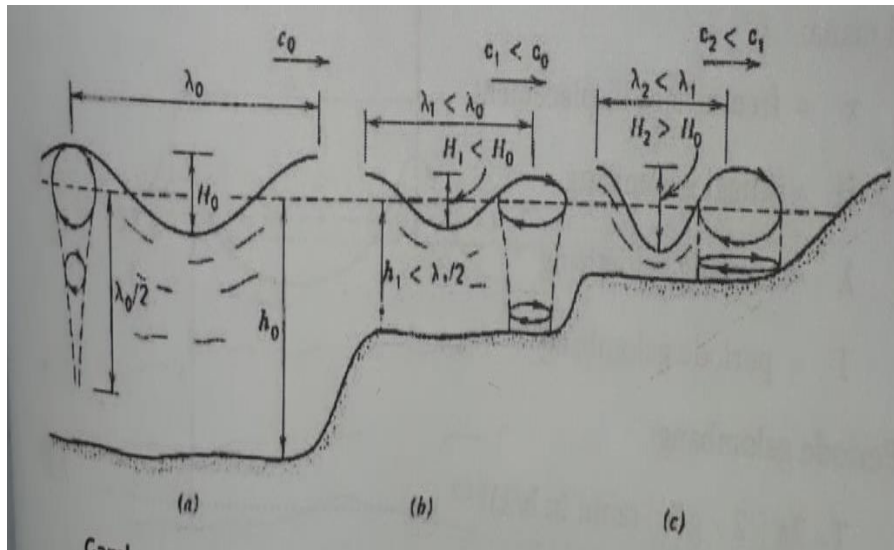
Menurut Astu & Nursuhud adapun klasifikasi gelombang dibagi menjadi dua yakni: gelombang linier dan gelombang non linier

2.2.1 Gelombang Linier

Gelombang linier, dalam pengertian selanjutnya disebut SWELL, merupakan gelombang bentuk sinusoidal dengan panjang gelombang yang lebih besar dari tinggi gelombangnya (lihat Gambar 2.2)



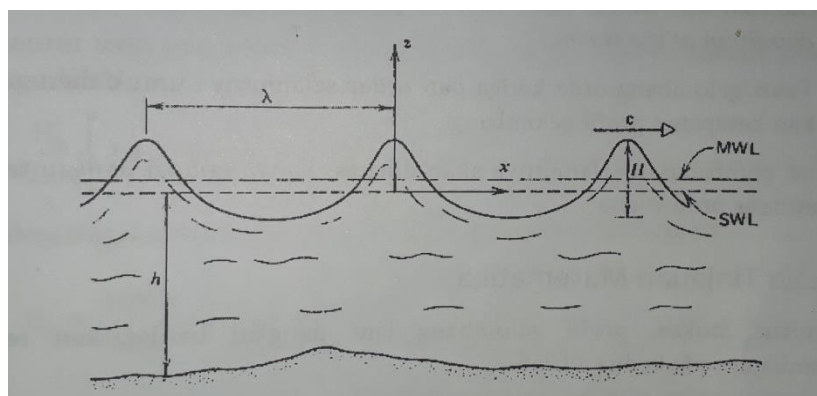
Gambar 2.2 Tatanan Gelombang Air, Suatu Gelombang Linier Mempunyai Profil Sinusoidal (Cormick & Michael, 1981)



Gambar 2.3 Sifat-Sifat Gelombang Pada Berbagai Kondisi Kedalaman (a) kedalaman air, $h > \lambda/2$; (b) kedalaman menengah, $\lambda/2 > h > \lambda/20$; (c) shallow water, $h < \lambda/2$ (Cormick & Michael, 1981)

2.2.2 Gelombang Non Linier

Seperti telah di tunjukan pada gambar 2.2, suatu gelombang linier mempunyai ciri khusus, yakni berbentuk sinusoidal. Suatu gelombang dilaut yang dalam dengan nilai H/λ kecil mengalun dengan profil sinusoidal merupakan gelombang linier, tetapi bila alunanya telah mencapai kedangkalan tertentu maka profil gelombangnya akan berubah dengan puncak gelombang yang meruncing disertai dengan panjang gelombang yang mengecil (lihat gambar 2.4)



Gambar 2.4 Sketsa Profil Gelombang Non-Linier (Cormick & Michael, 1981)

Perubahan tersebut di sebabkan oleh pengaruh dasar lautan. Profil gelombang yang terjadi tersebut gelombang non-linier. Pada gelombang non-linier, permukaan air laut (SWL) dan muka air rata-rata (MWL) mempunyai selisih tertentu. Bila batas SWL dan MWL berhimpitan maka gelombang non-linier akan berubah kembali menjadi gelombang linier. Untuk gelombang non-linier, kedudukan SWL selalu dibawah MWL (Astu & Nursuhud, 2013)

2.3 Pembangkit Gelombang Laut

Proses terbentuknya/terjadinya gelombang laut menurut Ibeng ada 4 yakni: angin, gempa bumi, Aktivitas Gravitasi Bulan dan Matahari, dan kedalaman dasar laut.

a. Angin

Angin biasanya terjadi pada siang hari saat matahari mulai memancarkan panasnya. Angin merupakan suatu aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan disebabkan karena adanya perbedaan tekanan udara. Angin itu bergerak dari tempat yang memiliki tekanan udara tinggi ke tempat yang memiliki tekanan udara rendah. Pergerakan angin tersebut akan membuat terjadinya pergerakan pada air laut. Tinggi rendahnya gelombang tersebut yang diakibatkan oleh angin tergantung kecepatan serta juga kekuatan angin yang mengenai permukaan laut tersebut.

b. Gempa Bumi

Seperti yang kita ketahui gempa bumi adalah getar-getar yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba. Gempa bumi merupakan sebuah getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat dari pelepasan energi dari dalam bumi dengan secara tiba-tiba. Biasanya gempa bumi tersebut disebabkan oleh pergerakan kerak bumi. Coba bayangkan atau praktikan apabila anda memiliki mangkuk atau ember yang berisi air, apabila mangkuk atau ember tersebut digoyangkan maka air dalam mangkuk tersebut juga akan bergerak. Nah inilah hubungan atau kaitan antara gelombang air laut dengan gempa bumi.

Pergerakan dari dalam bumi tersebut dapat membuat terbentuknya gelombang laut bahkan lebih dari itu.

c. Aktivitas Gravitasi Bulan dan Matahari

Aktivitas matahari serta juga bulan akan menghasilkan gelombang laut tipe pasang surut air laut. Akan tetapi gravitasi bulan lebih memiliki pengaruh yang lebih besar dari pada gravitasi matahari, karena jarak bulan lebih dekat dengan bumi. Kondisi air laut biasanya pasang saat bulan purnama dan bulan baru, pada belahan bumi yang terjadi bulan purnama, jarak air laut dengan pusat bulan lebih dekat dari pada jarak pusat bumi dengan pusat bulan. Hal yang sama terjadi pada belahan bumi yang mengalami bulan baru, jarak air laut dengan pusat bulan lebih jauh dari pada jarak pusat bumi dengan pusat bulan. Ini mengakibatkan gaya gravitasi bulan lebih kuat dari pada bumi untuk menarik air laut. Air laut menjadi sedikit lebih tinggi terhadap permukaan bumi, inilah yang disebut air laut pasang.

d. Kedalaman dasar laut

Gelombang tersebut akan sangat terlihat dan juga terasa pada saat berada di pantai. Hal tersebut terjadi karena volume dasar laut serta juga permukaan air menyempit, sehingga massa air yang sudah memiliki gaya gerak akan terdorong ke atas permukaan dan akan menciptakan gelombang. (Ibeng, 2020)

Sedangkan menurut Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur menyatakan Proses terbentuknya pembangkitan gelombang di laut oleh gerakan angin belum sepenuhnya dapat dimengerti, atau dapat dijelaskan secara terperinci. Tetapi menurut perkiraan, gelombang terjadi karena hembusan angin secara teratur, terus-menerus, di atas permukaan air laut. Hembusan angin yang demikian akan membentuk riak permukaan, yang bergerak kira-kira searah dengan hembusan angin (lihat Gambar 2.5.a,b,c).



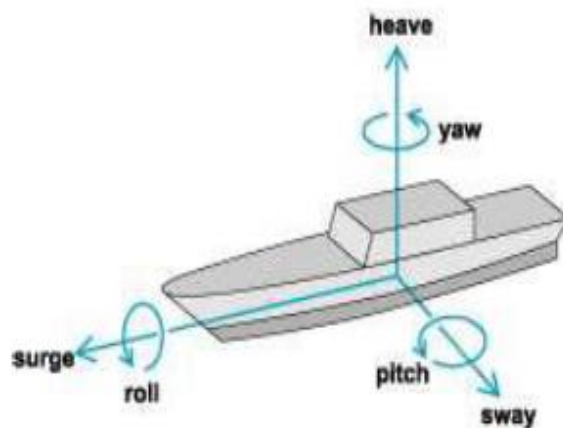
Gambar 2.5. Proses Pembentukan Gelombang Akibat Angi (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

Bila angin masih terus berhembus dalam waktu yang cukup panjang dan meliputi jarak permukaan laut (*fetch*) yang cukup besar, maka riak air akan tumbuh menjadi gelombang. Pada saat yang bersamaan riak permukaan baru akan terbentuk di atas gelombang yang terbentuk, dan selanjutnya akan berkembang menjadi gelombang – gelombang baru tersendiri. Proses yang demikian tentunya akan berjalan terus menerus (*kontinyu*), dan bila gelombang diamati pada waktu dan tempat tertentu, akan terlihat sebagai kombinasi perubahan-perubahan panjang gelombang dan tinggi gelombang yang salingbertautan. Proses pelemahan (menghilangnya) gelombang mungkin mencapai beberapa hari, yang bersamaan dengan itu gelombang-gelombang panjang sudah bergerak dan menempuh jarak ribuan kilometer, yang pada jarak yang cukup jauh dan tempat mulainya gelombang akan dapat diamati sebagai alun (*swell*). Alun biasanya mempunyai periode yang sangat panjang, dan bentuknya cukup beraturan (*reguler*). Sistem gelombang yang terbentuk secara lokal mungkin akan dipengaruhi oleh alun yang terbentuk dan tempat yang jauh; yang tentu saja tidak ada kaitannya dengan angin lokal (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

2.3.1 Macam Macam Gerakan Kapal

Menurut Mustikojati, Hadi, & Kiryanto menyatakan gerakan kapal adalah gerakan yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut. Faktor luar yaitu iklim yang tidak mendukung dan mengakibatkan gelombang besar. Macam macam gerakan kapal dibagi menjadi tiga *rolling*, *pitching* dan *heaving*

- *Rolling*, yaitu gerakan kapal yang mengelilingi sumbu X, ketika terjadi *rolling* bagian sisi kanan kapal bergerak ke bagian sisi kiri dan terulang secara bergantian.
- *Pitching*, yaitu gerakan kapal yang memutar sumbu Y, ketika terjadi *pitching* kapal mengalami perubahan trim bagian bow dan stern secara bergantian.
- *Heaving*, yaitu gerakan kapal yang sejajar sumbu Z dan saat terjadi *heaving* kapal mengalami naik turun secara vertical. (Mustikojati, Hadi, & Kiryanto, 2016)



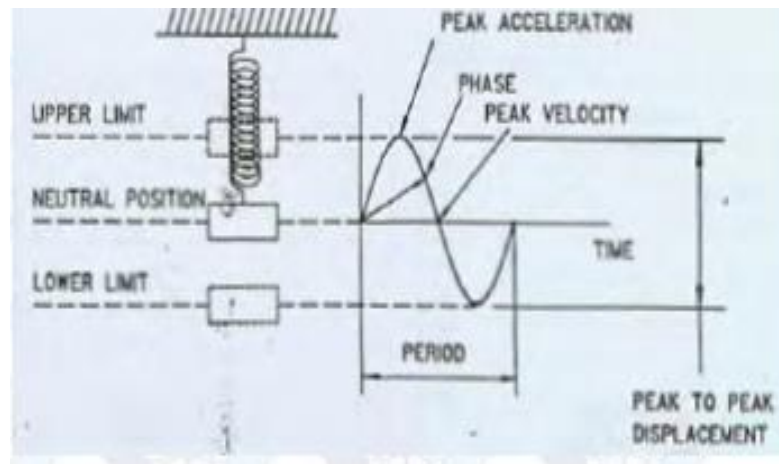
Gambar 2.6 Macam-Macam Gerakan Kapal (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

2.3.2 Konsep Getaran

Menurut Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur menyatakan getaran adalah gerak bolak-balik secara berkala melalui titik kesetimbangan. Sedangkan pengertian Gelombang adalah getaran yang merambat. Dengan demikian, antara getaran dengan gelombang ada kaitannya yaitu dapat dikatakan bahwa gelombang merupakan rambatan suatu getaran. Perlu kita ketahui bersama bahwa rambatan getaran membawa energi.

Setiap kondisi getaran benda memiliki karakteristik getaran. Karakteristik getaran yang dimaksud adalah Frekuensi, Periode, Displacement, Velocity,

Akselerasi, Fase. Mengacu pada contoh beban pada ujung pegas, dapat digambarkan karakteristik dari getaran dengan memplotkan gerakan beban terhadap waktu seperti pada gambar 2. Gerakan dari beban dari posisi netral bawah (lembah) dikatakan sebagai satu siklus gerakan (one cycle of motion). Sampai kebatas atas (puncak) kemudian turun kembali melewati posisi netral sampai pada batas. (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)



Gambar 2.7. Plot Sinyal Getaran Terhadap Waktu (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

2.2.3 Gaya Gelombang Laut (*Wave Force*)

Menurut (Ulum, 2017) menyatakan analisa gaya pada pelampung dapat menunjukkan seberapa besar nilai daya yang dihasilkan. Dimana penjumlahan gaya pada pelampung akan menimbulkan torsi sehingga dapat memutar poros. Dimana gaya – gaya pada pelampung dapat dihitung dengan cara :

$$p_{wave} = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2}{32\pi} (w) \quad (2.1)$$

$$F_{wave} = \frac{p_{wave} \cdot T}{L} (N)$$

Dimana:

P_{wave} = daya gelombang (watt),

ρ = massa jenis air tawar (1000 kg/m³),

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²),

- H = tinggi gelombang (m),
- T = Periode gelombang (s),
- L = Panjang gelombang (m),
- F_{wave} = gaya gelombang

2.4 Defenisi Pendulum

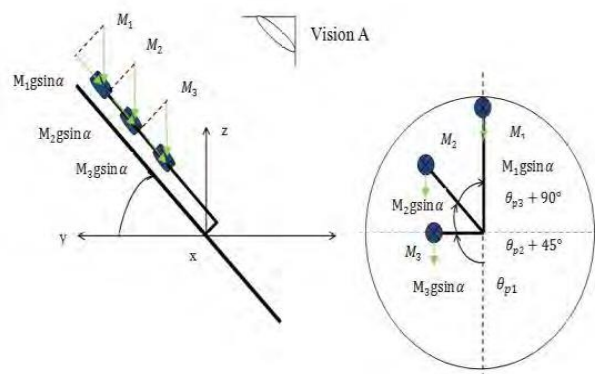
Menurut (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012) dan (Noerpamoengkas & Ulum, 2017) defenisi pendulum di bagi menjadi beberapa bagian yaitu: pendulum sederhana, triple pendulum, bandul pendulum dan vertikal pendulum

2.4.1 Pendulum Sederhana

Pergerakan pendulum dapat dikategorikan sebagai getaran bebas teredam. Hal ini dikarenakan gaya pemulih/pembalik dari pendulum hanya diperoleh akibat pengaruh gravitasi sedangkan tidak ada gaya luar yang mengganggu pendulum. Maka secara umum, berlaku persamaan getaran bebas pendulum dengan peredaman torsional. Adapun free body diagram untuk pendulum dengan kemiringan lempeng ponton datar tertentu.

2.4.2 Triple Pendulum

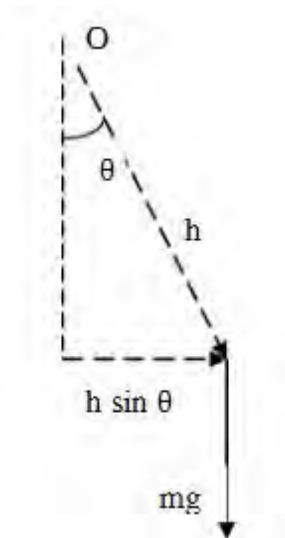
Adapun sebagai acuan dari pergerakan pendulum pada Teori Pendulum Sederhana. Maka, dihasilkan teori triple pendulum sebagai berikut :



Gambar 2.8 Free Body Diagram Pendulum Dengan Dengan Gambar (a) pandangan samping dan (b) pandangan A (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

2.4.3 Bandul Pendulum

Bandul pendulum adalah bandul yang berosilasi secara bebas pada suatu sumbu tertentu dari suatu benda rigid (kaku) sembarang. Pada bandul fisis, bentuk, ukuran dan massa benda tidak bisa diabaikan. Jika sebuah benda digantungkan pada poros O, kemudian diberi simpangan θ dan dilepaskan, maka benda itu akan berosilasi karena adanya torka pulih sebesar dengan mg adalah gaya berat, $h \sin \theta$ adalah dengan mg adalah gaya berat, $h \sin \theta - mgh \sin \theta$ dengan mg adalah gaya berat, dan $h \sin \theta$ adalah lengan, dan h itu sendiri merupakan jarak antara poros ke pusat massa PM. (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

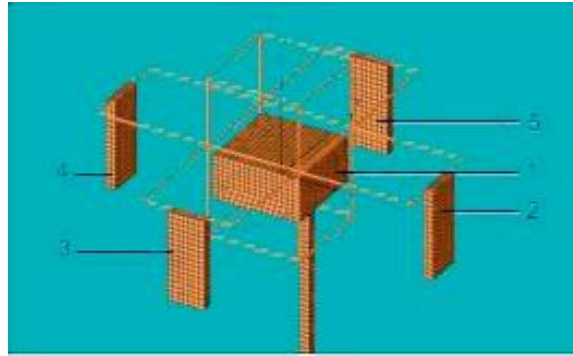


Gambar 2.9. Penentuan Sudut (Kusumastuti, Triwinarno, & Guntur, 2012)

Gambar 2.7 menjelaskan tentang penentuan sudut bandul pendulum. Jika redaman diabaikan maka persamaan gerak dalam system bandul fisis ini adalah:

Sedangkan Menurut Hongzhou & Hui menyatakan bandul digunakan untuk menyerap energi gelombang dalam arah horizontal, sedangkan ponton tengah berperan dalam menyediakan daya apung dan melindungi perangkat konversi di

dalamnya. Setelah beberapa penyederhanaan yang diperlukan, sistem pendulum dimodelkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 2.10. Ponton tersebut dinamai struktur 1; keempat pendulum tersebut dinamai masing-masing struktur 2, struktur 3, struktur 4 dan struktur 5. (Hongzhou & Hui, 2014)



Gambar 2.10 Sistem Bandul (Hongzhou & Hui, 2014)

2,4,4 pendulum vertikal

Menurut Noerpamoengkas & Ulum menyatakan bahwa pendulum vertikal hanya menghasilkan gerak pendulum yang berayun pada satu bidang sehingga pergerakannya dapat diprediksi dan tidak acak jika dibandingkan model pendulum datar. Model pendulum vertikal sederhana ditempatkan di atas ponton yang bergerak miring osilasi. Pengembangan selanjutnya dilakukan dengan menambahkan transmisi roda gigi, dan dikombinasikan dengan lengan angguk. Daya bangkitan akan semakin besar jika lengan pendulum semakin pendek, massa pendulum semakin besar. Respon pendulum vertikal sederhana menurun pada kondisi amplitudo eksitasi tinggi dan frekuensi mendekati frekuensi natural.

. frekuensi natural dari model pendulum vertikal yang sederhana tidak dapat mengakomodir pengaruh massa pendulum terhadap frekuensi natural. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model sehingga massa pendulum dan inersia tambahan dapat mempengaruhi frekuensi natural gerak pendulum. (Noerpamoengkas & Ulum, 2017)

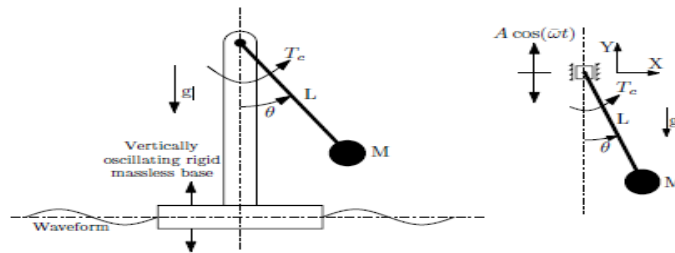
Persamaan yang digunakan oleh (Musharraf, Khan, & Khan, 2014) untuk periode waktu "T" ($f = 1/T$) dari pendulum untuk menghitung faktor pengisian kapasitor elektrolitik adalah

$$T = 2\pi\sqrt{I/g} \text{ (sec)} \quad (2.2)$$

Di mana

I = panjang bandul(m), dan

g = percepatan karena gravitasi yaitu $9,8 \text{ m/detik}^2$.



Gambar 2.11 : Kiri: Skema Prinsip Kerja Untuk Ekstraksi Energi. Kanan: Model Fisik yang disederhanakan (Hongzhou & Hui, 2014)

Model fisik ditunjukkan pada Gambar. 2.11 tidak lain adalah sebuah pendulum secara vertikal bersemangat dengan peredam torsi (Damping koefisien = C) pada poros yang menandakan ekstraksi energi dan torsi eksternal yang mewakili controller aktuatur.

Sedangkan persamaan yang digunakan oleh (Das & Wahi, 2017). Menggunakan skala waktu yang sesuai dengan frekuensi eksitasi $\bar{\omega}$, kita mendapatkan EOM non-dimensi sebagai berikut:

$$\theta + c\theta(a - b \cos t) \sin \theta \quad (2.3)$$

Dimana $c = \frac{c}{\omega ML^2}$, $\alpha = \left(\frac{W_n}{\omega}\right)$, $b = \frac{A}{L}$ dan $F_c = \frac{T}{\omega^2 ML^2}$. Sama EOM non-dimensi untuk pendulum parametrik teredam yang dicabut secara horizontal dengan torsi eksternal ab adalah

$$\theta + c\theta + \alpha \sin \theta - b \cos t \cos \theta = F_c \quad (2.4)$$

Kebutuhan untuk torsi kontrol eksternal dapat dipahami dengan mempelajari dinamika yang tidak terkendali dari masing-masing sistem. Untuk $F_c = 0$, pers. (2.18) dan (2.19) di dapatkan

$$\theta + c\theta + (\alpha - b \cos t) \sin \theta = 0, \text{ dan} \quad (2.5)$$

$$\theta + c\theta + \alpha \sin \theta - b \cos t \cos \theta = 0 \quad (2.6)$$

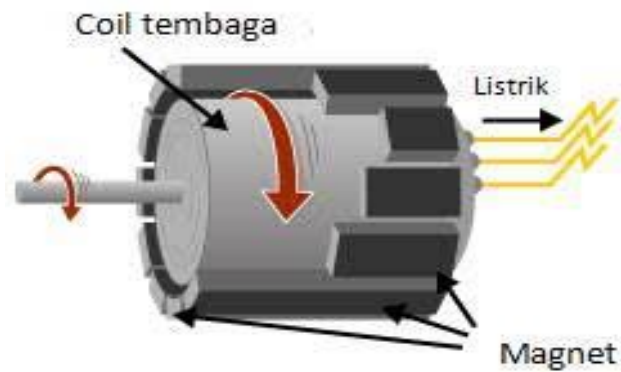
masing-masing. Rotasi selalu ada berpasangan (berlawanan arah jarum jam dan searah jarum jam) untuk pendulum yang bersemangat secara vertikal dan horizontal. Persamaan (2.20) simetris, sehingga θ dan $-\theta$ adalah solusi. Dalam hal Persamaan. (2.21), $\theta(t)$ dan $-\theta(t - \pi)$ membentuk pasangan solusi yang tepat. Namun, solusi putar bukan satu-satunya penarik untuk set parameter tetap dalam hal pendulum yang tereksitasi vertikal (Bartuaccelli, Gentile, & Georgiou, 2001).

2.5 Komponen Utama Pendulum

Komponen utama pembangkit listrik tenaga gelombang laut yakni: generator, rantai, roda gigi, poros, dan ponton

2.5.1 Generator Arus

Generator merupakan suatu mekanisme yang sangat penting dalam sebuah pembangkit listrik tenaga gelombang laut yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sedangkan menurut Prasetijo, Ropiudin, & Dharmawan generator Arus Searah atau sering disebut juga Generator DC mempunyai komponen dasar yang umumnya hampir sama dengan komponen mesin-mesin listrik lainnya. Secara garis besar adalah alat konversi energy mekanik berupa putaran menjadi energy listrik arus searah. Energi mekanik dipergunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar didalam medan magnet. Generator arussearah terdiri dari dua bagian yaitu stator bagian mesin DC yang diam dan rotor bagian mesin DC yang berputar. Bagian stator terdiri dari: rangka motor, belitan stator, sikat arang, bering, dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari : komutator, belitan rotor, kipas rotor, dan poros rotor. Secara umum konstruksi generator arus searah. (Prasetijo, Ropiudin, & Dharmawan, 2012) dapat kita lihat seperti gambar sebagai berikut.



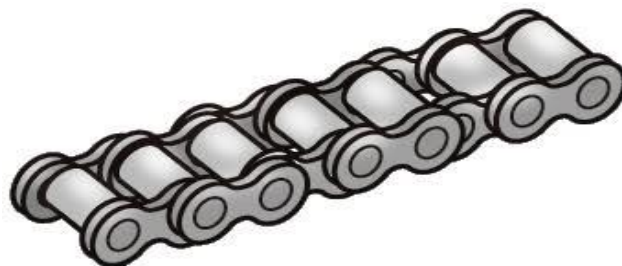
Gambar 2.12 Generator (Prasetijo, Ropiudin, & Dharmawan, 2012)

Menurut (Siregar A.M. & C.A.Siregar, 2019) tenaga listrik P_g adalah tenaga yang keluar dari generator yang berupa tegangan (v) dan arus (I) mengukur besaran yang dibangkitkan dan besar daya yang didapatkan

$$P_g = V \cdot I \quad (2.7)$$

2.5.2 Rantai.

Menurut Sularso & Suga Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkan menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Rantai disini merupakan solusi yang dapat digunakan. Rantai adalah salah satu penghubung yang terbuat dari besi dan mempunyai penampang yang cocok disambungkan dengan roda gigi. (Sularso & Suga, 2018)



Gambar 2.13 Rantai

2.5.3 Roda Gigi

Menurut Sularso & Suga Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya. Roda gigi harus mempunyai perbandingan kecepatan sudut tetap antara dua poros. Di samping itu terdapat pula roda gigi yang perbandingan kecepatan sudutnya dapat bervariasi. Ada pula roda gigi dengan putaran yang terputus-putus. Dalam teori, roda gigi pada umumnya dianggap sebagai benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk dalam jangka waktu lama. (Sularso & Suga, 2018)



Gambar 2.14 Roda Gigi

Menurut (Reza, Nur, Ahmad & Amin, 2020)Pemanasan yang akurat pada suhu permukaan yang tepat merupakan hal penting. Desain induktor, panas yang menyerap, dan waktu harus terkontrol dengan ketat. *Under heating* akan menghasilkan kurangnya pengerasaan kedalaman dan kasus *case depth*. *Overheating* dapat menyebabkan retak. Untuk pemanasan yang efektif, direkomendasikan aliran frekuensi pada roda gigi yang *diametral pitch* (DP) berbeda

2.5.4 Poros

Menurut Sularso & Suga, Poros digunakan untuk menghubungkan putaran dari hasil bandulan. poros merupakan bagian yang terpenting dari setiap

mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (gear), pulley, Flywheel, engkol, sprocket dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lentulan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. (Sularso & Suga, 2018)



Gambar 2.15 Poros

2.5.5 ponton

Ponton disini digunakan sebagai kapal yang sangat berperan penting untuk tempat bandulan pendulum. Sedangkan menurut Nafis, Arief, & Musriadi energi yang dihasilkan sangat tergantung dari gerakan ponton. Gerakan yang terjadi pada ponton adalah gerakan rotasi dan translasi, gerakan ini muncul sebagai akibat dari tabrakan dengan permukaan gelombang atau tekanan naik turun di bawah permukaan laut . Dengan demikian, model ponton, variasi sudut kemiringan lambung ponton, jenis dan ukuran gelombang yang terjadi dimana ponton dipasang, dan cara pemasangan ponton itu sendiri merupakan beberapa hal yang berpengaruh terhadap gerakan yang dihasilkan ponton. (Nafis, Arief, & Musriadi, 2014)



Gamabar 2.16 Ponton

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat untuk pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini di Raja Holoan jalan Setia jadi pasar 3 Medan, dan untuk melakukan pengujian alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan muhktar basri No.12

3.1.2 Waktu

Adapun waktu penelitian ini dimulai dari awal penelitian sampai akhir seperti pada tabel di bawah ini

Tabel 3.1 waktu penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■				
3	Bab 1 s/d Bab 3	■	■	■			
4	Seminar Proposal			■			
5	Survey Bahan				■		
6	Pemilihan Konsep Pembuatan				■	■	
7	Pembuatan Alat				■	■	
8	Pengujian Alat					■	■
9	Pengambilan Data					■	■
10	Penyelesaian Tulisan						■
11	Sidang Sarjana						■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum adalah sebagai berikut:

1. Besi hollow

Yang berfungsi sebagai kerangka dari prototipe yang akan dibuat dengan ukuran besi 30x30 mm



Gambar 3.1 Besi Hollow

2. Ponton

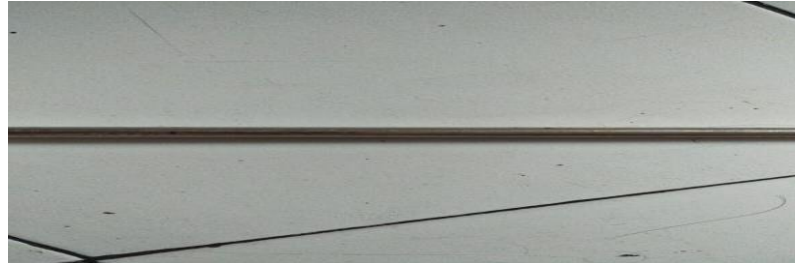
yang berfungsi sebagai kapal mengangkut bandul yang terintegrasi dengan dinamo.



Gamabar 3.2 Ponton

3. Poros

Yang berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran.



Gambar 3.3 Poros

4. Roda gigi

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat.



Gambar 3.4 Roda Gigi

5. Rantai

Berfungsi sebagai pehubung



Gamabar 3.5 Rantai

6. Bearing sprocket

Yang berfungsi untuk mentransmisikan gaya putar antara dua poros di mana roda gigi tidak mampu menjangkanya



Gamabar 3.6 Bearing Sprocket

7. Bearing

untuk mengurangi gesekan angular antara dua benda yang bergerak relatif satu sama lain



Gamabar 3.7 Bearing

8. Generator

Berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah gerak menjadi energi listrik



Gamabr 3.8 Generator

9. Kabel

Berfungsi untuk penghantar arus yang dihasilkan oleh generator



Gambar 3.9 kabel

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum adalah sebagai berikut:

1. Mesin las

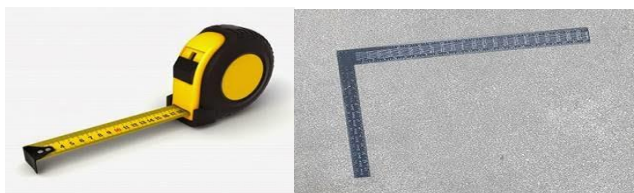
Berfungsi untuk menyambung besi menjadi satu rangkaian utuh sehingga dapat membentuk sebuah bentuk yang anda inginkan atau butuhkan.



Gambar 3.10 Mesin Las

2. Alat Ukur

Yang berfungsi untuk mengukur suatu spesimen



Gambar 3.11 Alat ukur

3. Mesin gerinda

Berfungsi untuk mengasah/memotong suatu benda



Gambar 3.12 Mesin Gerinda

4. Mesin Bor

Berfungsi untuk melubangi besi rangka akrilik dan komponen lainnya.



Gambar 3.13 Mesin Bor

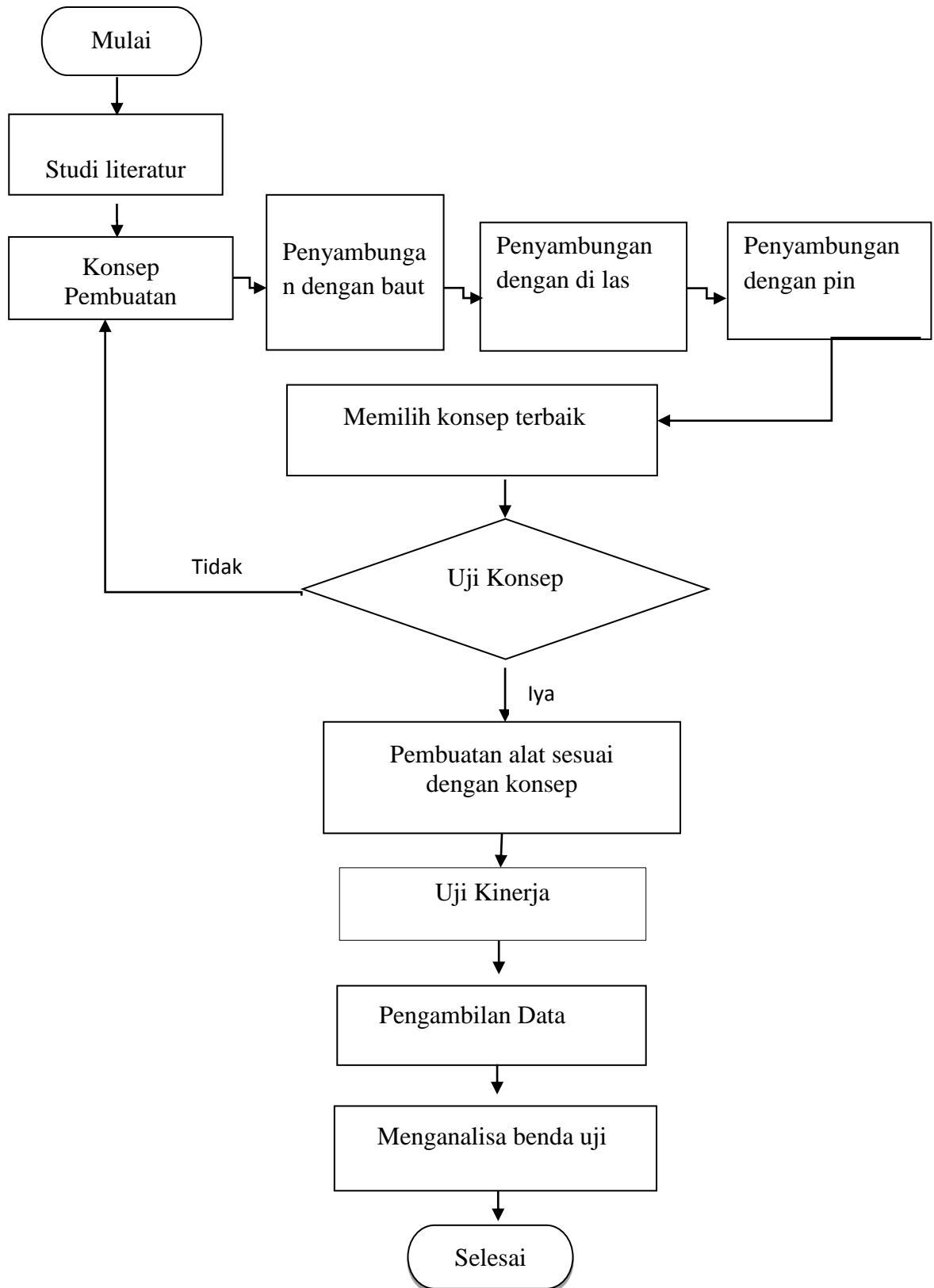
5. Alat perkakas

Yang berfungsi untuk membersihkan kerak pengelasan/ menjadi k3



Gambar 3.14 Alat Pe

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3,15 Flowcart Metodologi

3.4 Uraian Bagan Alir Penelitian

a. Mulai

Dalam sebuah pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum, peneliti harus mencari referensi yang bersangkutan

b. Setudi literatur

Yaitu mencari tentang teori-teori tentang gelombang dan pembangkit listrik tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum, semakin banyak literatur yang didapat maka semakin kuat penelitian ini.

c. Pembuatan konsep

Adapun konsep pembuatan yaitu konsep ponton, konsep pendulum dan konsep penghubung.

d. Penyambungan dengan baut

Konsep ini sangat memudahkan dalam packing dan memudahkan untuk bongkar pasang

e. Penyambungan dengan cara dilas

Konsep ini memang sikit komponen yang dipakai akan tetapi tidak bisa di bongkar pasang

f. Penyambungan dengan pin

Konsep ini memang simple akan tetapi tidak tahan lama

g. Memilih konsep terbaik

Disini konsep pembuatan yang dipilih adalah penyambungan dengan baut, selain mudah di bongkar pasang penyambungan dengan baut ini mudah untuk mengganti partnya

h. Uji konsep

dengan cara menguji konsep dapat menghasilkan konsep pembuatan yang terbaik dan tentunya harga dan jenis-jenis partnya lebih sedikit

i. Pembuatan alat sesuai dengan konsep

Disini mulai membangun alat sesuai dengan konsep terbaik yang telah dipilih

j. Uji kinerja alat

Uji kinerja disini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan yang dihasilkan dari alat uji

k. Pengambilan data

Mengambil data dari alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini, untuk mengetahui seberapa besar arus yang dihasilkan.

l. Menganalisa benda uji

Yaitu setelah pengambilan data maka selanjutnya akan di analisa untuk mengetahui seberapa besar arus yang dihasilkan dan kelayakan alat uji.

m. Selesai

Membersihkan peralatan dan alat uji

3.5 Prosedur Pembuatan

Adapun prosedur dalam pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum

- a. Mempersiapkan alat dan bahan
- b. Mengukur besi sesuai dengan ponton
- c. Menyambung besi dengan konsep gambar yang telah disediakan
- d. Membuat lubang untuk dudukan generator dan dudukan alat pada ponton
- e. Membuat pendulum dengan konsep yang telah di sediakan
- f. Mempersatukan part-part yang telah di sediakan
- g. Memasang alat pada kolam yang telah disediakan
- h. Menghidupkan mesin gelombang buatan yang telah disediakan
- i. Mengukur kuat arus listrik yang dihasilkan dengan menggunakan multi tester
- j. Mencatat hasil pengujian alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum
- k. Membersihkan peralatan yang telah di gunaka

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa konsep pembuatan

4.1.1 Hasil Analisa Pemilihan pembuatan

Hasil analisa pemilihan pembuatan dapat dilihat pada tabel 4.1. Faktor pemberat untuk setiap kriteria dalam pemilihan adalah hasil perkalian faktor kualitas yang telah diberikan dalam gambar 4.1. Sebagai contoh faktor pemberat untuk biaya pembuatan adalah $0,8 \times 0,35 \times 1,0 = 0,28$. Demikian seterusnya untuk semua perhitungan faktor pemberat. (R.A. Siregar & C.A. Siregar)

Maka dari analisa keenam faktor penyambung dengan baut nilai yang tinggi berkisar 5,46 faktor penyambung dengan dilas mendapat nilai 3,56 dan faktor pemberat penyambung dengan pin dengan nilai 3,5. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1. dibawah ini.

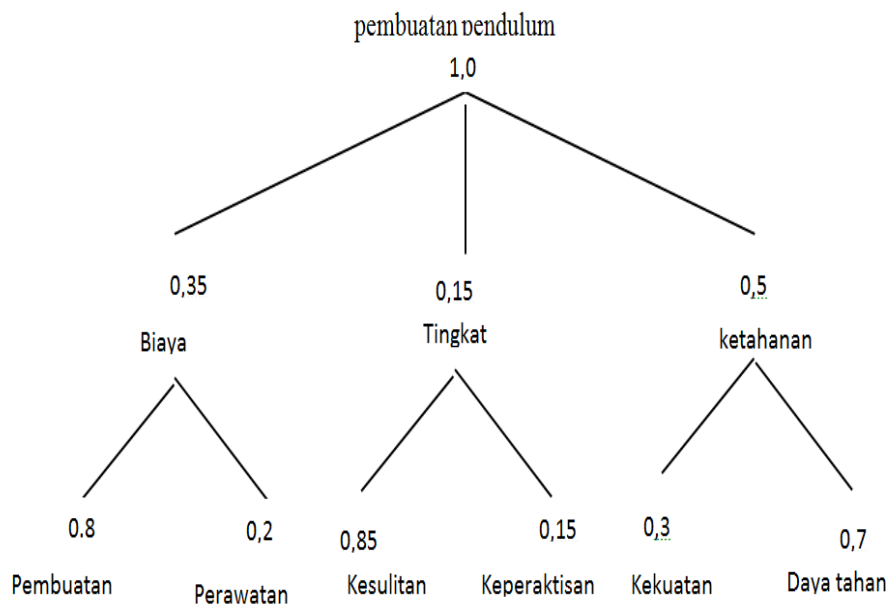
Tabel 4.1. Pemilihan pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum dengan metode matriks keputusan

Kriteria	Faktor Pemberat	Penyambung dengan baut			Penyambung dengan dilas			Penyambung dengan pin			
		Besaran	Angka	Nilai	Besaran	Angka	Nilai	Besaran	Angka	Nilai	
Biaya Pembuatan	0,28	Murah	6	1,68	Mahal	2	0,56	Sedang	4	1,12	
Biaya Perawatan	0,07	Murah	6	0,42	murah	6	0,42	Sedang	4	0,28	
Tingkat Kesulitan	0,12	Sulit	2	0,24	Sulit	2	0,24	Mudah	6	0,72	
keperaktisan	0,02	baik	6	0,12	Rendah	2	0,04	Sedang	4	0,08	
Kekuatan	0,15	Murah	6	0,9	Murah	6	0,9	sedang	4	0,6	
Daya Tahan	0,35	Baik	6	2,1	Sedang	4	1,4	Rendah	2	0,7	
HASIL				5,46					3,56		

4.2.2 Pohon Objektif Pembuatan

Proses Pemilihan bahan pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum, dilakukan menggunakan metode matriks keputusan. Metode ini umumnya digunakan dalam bidang teknik untuk membuat keputusan dalam perancangan produk tetapi juga dapat dipakai berbagai macam tujuan. Dengan menggunakan nilai 0 hingga 6, kriteria tertentu diberi pemeringkatan nilai terbesarnya dianggap paling baik. Pemilihan pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum ada tiga opsi yang akan dipilih yaitu (1) penyambungan dengan baut, (2) penyambungan dengan pengelasan dan (3) penyambungan dengan pin. Ketiga penyambungan ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang akan dipilih berdasarkan 6 kriteria yang dianggap sesuai seperti diperlihatkan dalam bentuk pohon objektif ini dibagi atas tiga bagian yaitu, faktor ketahanan 50% faktor tingkat 15% dan faktor biaya 35%.

Faktor kualitas menekan pada usia ponton dan ketahanan terhadap korosi, faktor biaya terdiri dari atas biaya pembelian, biaya perawatan dan pembuatan pendulum dari awal hingga akhir, faktor bahan merupakan material yang dipilih untuk memprioritaskan usia dan ketahanan ponton agar tahan terhadap korosi. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.26. dibawah ini



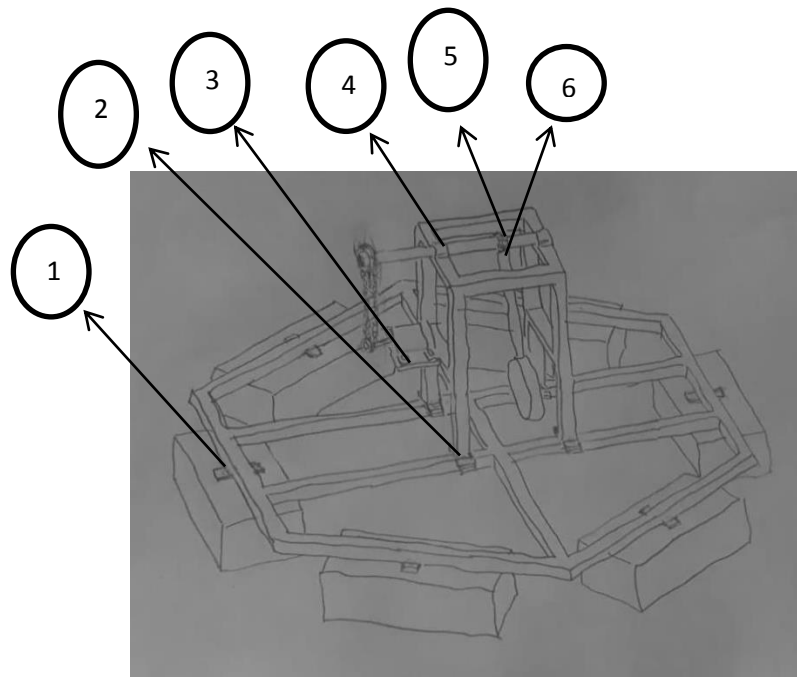
Gambar 4.1 Pembuatan Pendulum

4.2 Konsep Pembuatan

Dalam konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini akan dibuat 3 konsep pembuatan. Adapun konsep penyambungan dengan baut, konsep pembuatan pengelasan dan konsep penyambungan dengan pin.

4.2.1 Konsep pembuatan dengan disambung baut

Untuk konsep ini pembangkit listrik tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum dengan cara dibaut perpartnya. 1. Bagian body dan ponton akan di beri baut sehingga memudahkan untuk bongkar pasang, 2. bagian kerangka atas akan diberikan baut sebagai penyambung ke bagaian kerangka bawah, 3. untuk pemasangan generator akan diberikan baut sebagai penyambung antara generator dan kerangka, 4. Bagian ini akan diberikan baut untuk penyambung antara tempat dudukan bearing dengan kerangka, 5. Bagian ini akan diberikan baut untuk penyambungan antara bandulan dengan dudukan bandul dan 6. Bagian ini akan diberikan pin. seperti pada gambar 4.2 di bawah ini



Gambar 4.2 Pembuatan Dengan Disambung Baut

4.2.1.1 Material

Untuk material yang digunakan dalam konsep ini yaitu: ponton menggunakan plastik, selain ponton ini digunakan sebagai pelampung dari pembangkit ini bahan plastik sangat cocok murah dan anti korosi, untuk kerangka itu sendiri menggunakan besi hollow selain murah besi ini juga tahan korosi dan untuk penghubungnya menggunakan roda gigi, sprocket, dan rantai.

4.2.1.2 Pelindung Cat

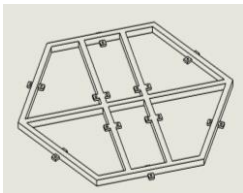
Untuk cat yang digunakan disini menggunakan cat cold galvanize, karena cat ini terbuat dari bahan aluminium, zinc dan spesial resin yang dapat melawan korosi pada semua jenis besi, struktur baja dan perairan

4.2.1.3 Bahan

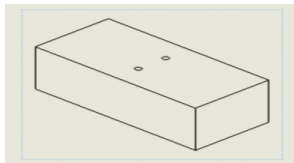
Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa komponen yang dipakai dalam konsep ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 komponen

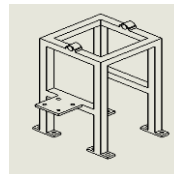
AX1



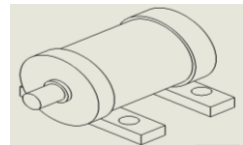
BX6



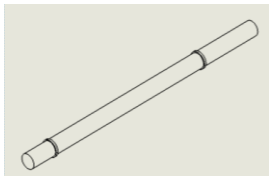
CX1



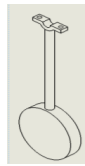
DX1



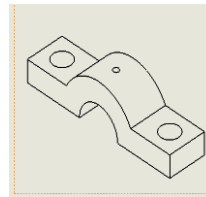
EX1



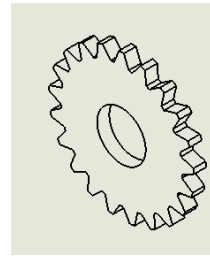
FX1



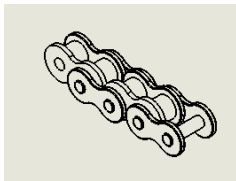
GX1



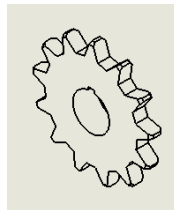
HX1



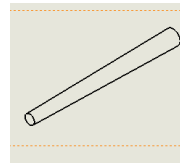
IX1



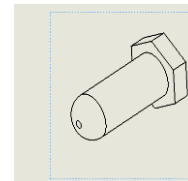
JX1



KX1

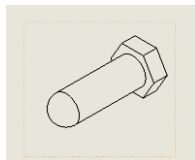


LX20



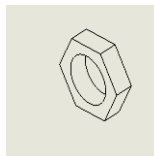
BAUT 14MM

MX2



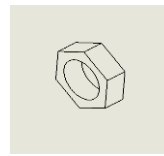
BAUT 12MM

NX4



MUR 14MM

OX2

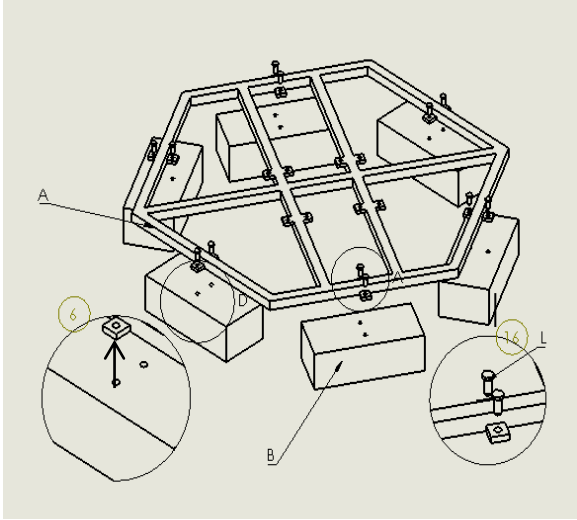


MUR 12MM

4.2.1.4 Packing

Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa langkah untuk packing dalam konsep ini adalah sebagai berikut:

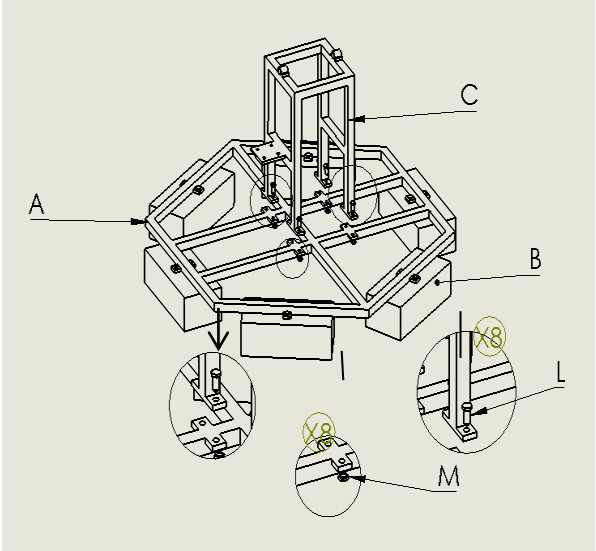
1



Gambar 4.3 Penyambungan Ponton Dengan Baut

Untuk penyambungan ponton dengan kerangka menggunakan 6 pelambung dan dengan 16 baut 10 mm seperti pada gambar 4.3

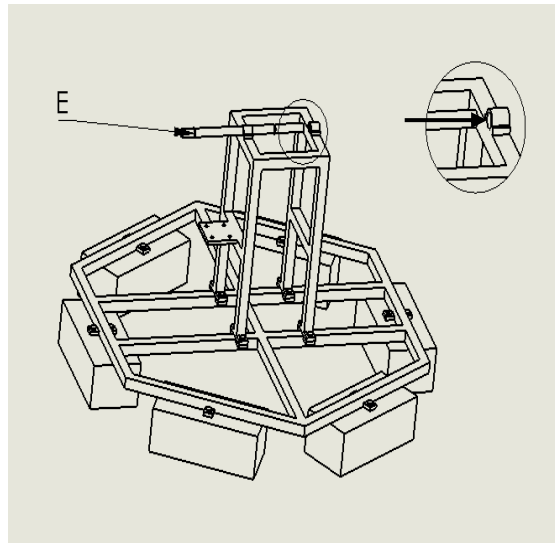
2



Gambar 4.4 Penyambungan Kerangka Atas

untuk penyambungan kerangka bawah dengan kerangka atas menggunakan 4 baut 14mm

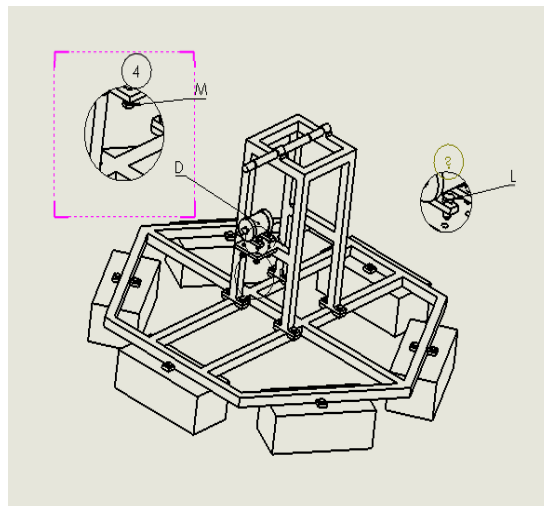
3



Gambar 4.5 Pemasangan Poros

Untuk penyambungan poros disini menggunakan poros yang berdiameter 20mm dan akan diberikan bearing agar tidak terjadi gesekan antara dua logam

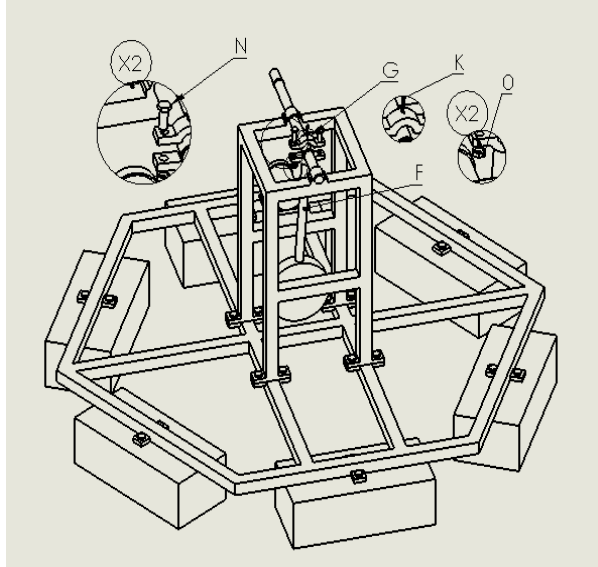
4



Gambar 4.6 Pemasangan Generator

Untuk pemasangan generator disini menggunakan 4 baut 1 4mm

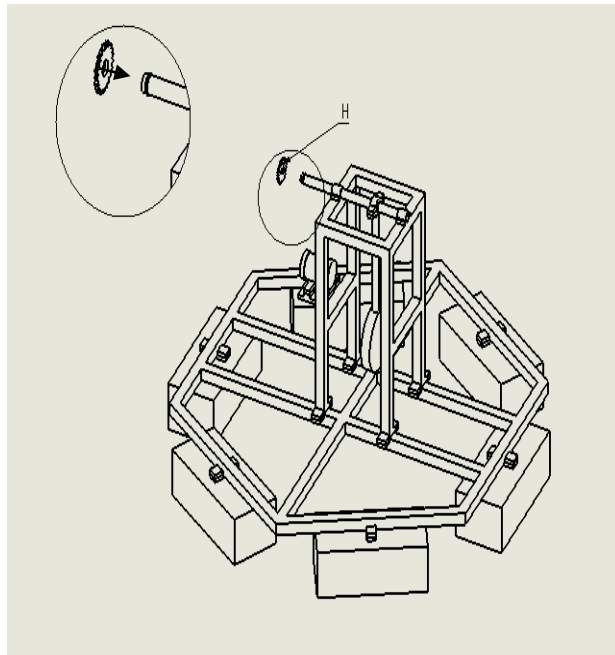
5



Gambar 4.7 Pemasangan Bandulan

Untuk pemasangan bandulan disini menggunakan 2 baut 10mm dan 2 mur 10mm dan 1 pen

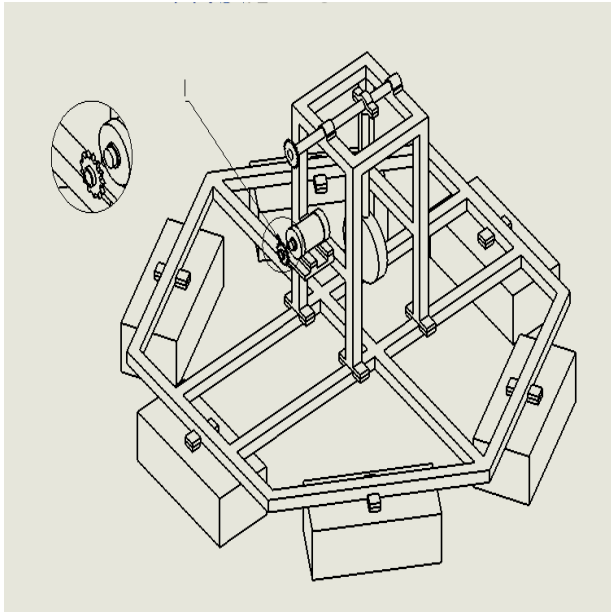
6



Gambar 4.8 Pemasangan Roda Gigi

Untuk pemasangan roda gigi dipasang pada poros bandulan dengan diameter 70mm

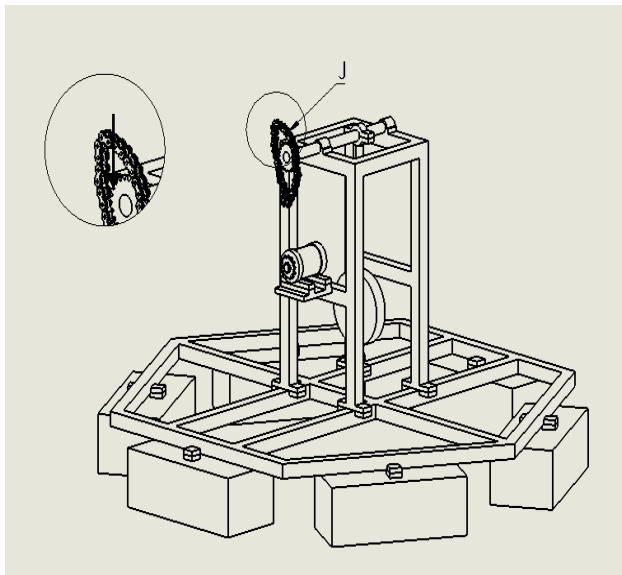
7



Gambar 4.9 Pemasangan Sprocket

Untuk pemasangan sprocket disini akan dipasang ke poros generator dengan diameter 30mm

8

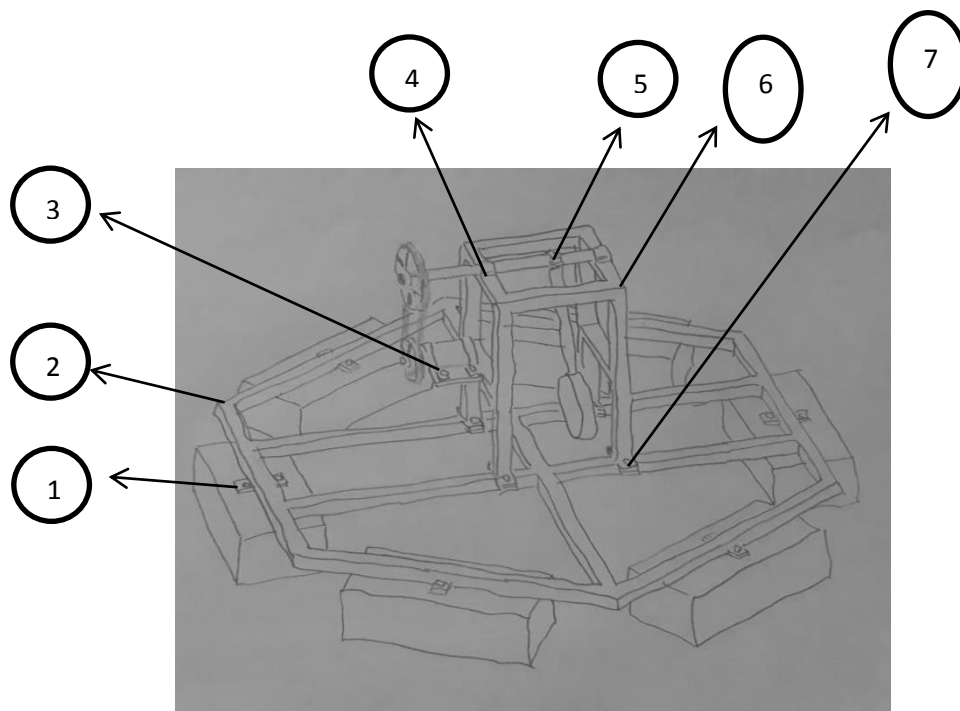


Gambar 4.10 Pemasangan Rantai

Untuk pemasangan rantai akan disesuaikan dengan panjang poros bandulan dengan poros generator

4.2.2 Konsep pembuatan dengan cara pengelasan

Pada konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini dibuat dengan cara pengelasan . 1. Bagian bodi pertama akan dilas dengan tempat dudukan pendulum, 2. Bagian kerangka bodi akan dilas sehingga membentuk segi 6, 3. Bagian dudukan generator akan dilas ke kerangka, 4. Tempat dudukan bantalan akan dilas ke kerangka, 5. Bagian bandulan akan dilas dengan dudukan yang telah disiapkan, 6. Kerangka akan dilas sampai membentuk segi empat, dan 7. Bagian kerangka bawah akan dilas dengan kerangka atas seperti yang terlihat pada gambar 4.11 di bawah ini.



Gambar 4.11 Konsep Dengan Cara Pengelasan

4.2.2.1 Material

Untuk material yang digunakan dalam konsep ini yaitu: ponton menggunakan plastik, selain ponton ini digunakan sebagai pelambung dari pembangkit ini bahan plastik sangat cocok murah dan anti korosi, untuk kerangka itu sendiri menggunakan besi hollow selain murah besi ini juga tahan korosi dan untuk penghubungnya menggunakan pully, dan rantai.

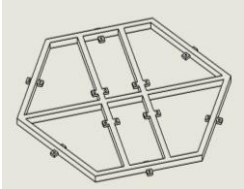
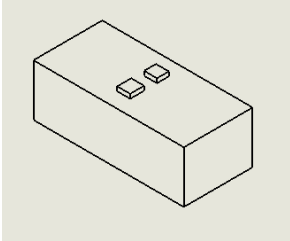
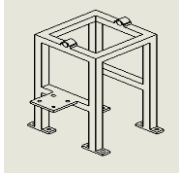
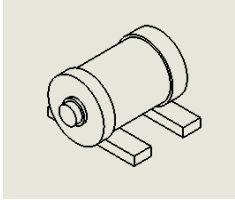
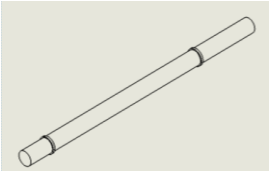

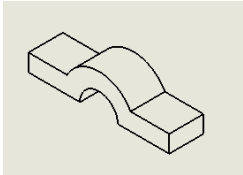
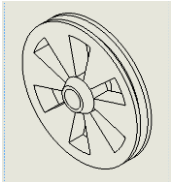
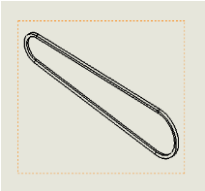

4.2.2.2 Pelindung Cat

Untuk pelindung anti korosi disini menggunakan cat anti karat tidak hanya ponton pembangkit listrik saja yang utama melainkann seluruh bagian pembangkit

4.1.2.3 Bahan

Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa komponen yang dapakai dalam konsep ini adaalah sebagai berikut:

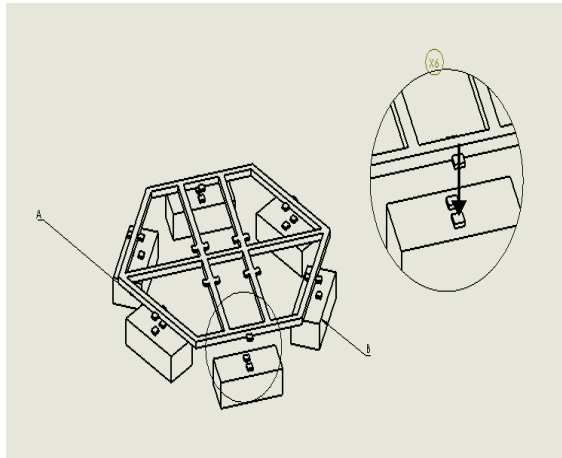
Tabel 4.3 komponen

AX1	BX6	CX1	DX1
			
EX1	FX1	GX1	HX1
			
IX1	JX1		
			

4.1.2.4 packing

Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa langkah untuk packing dalam konsep ini adaalah sebagai berikut:

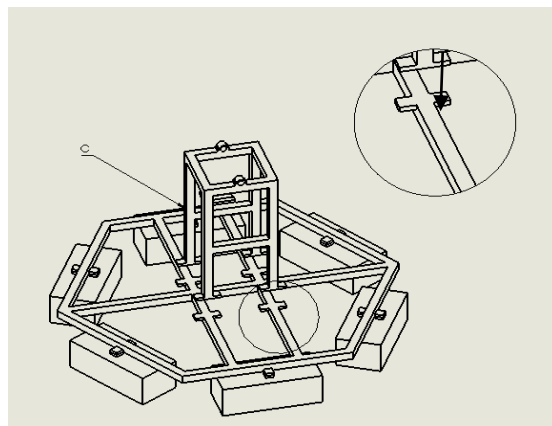
1



Gambar 4.12 Pemasangan Ponton Ke Kerangka

Untuk pemasangan disini ponton akan diberi tempat dudukan besi dan di las ke kerangka yang telah di siapkan

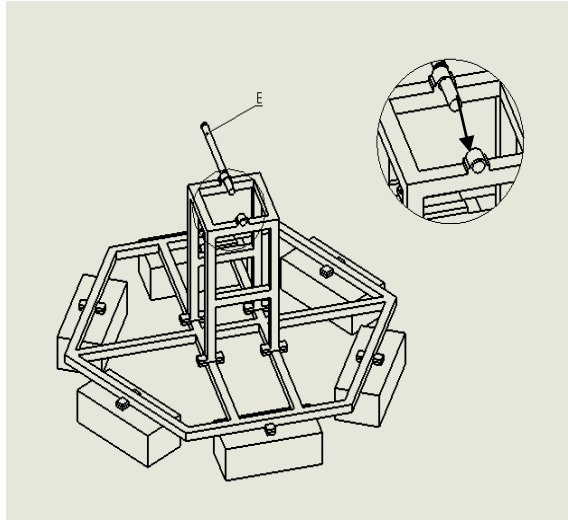
2



Gambar 4.13 Pemasangan Kerangka Atas

Untuk pemasangan disini akan di las antara kerangka bawah dengan kerangka atas yang telah diberikan dudukan

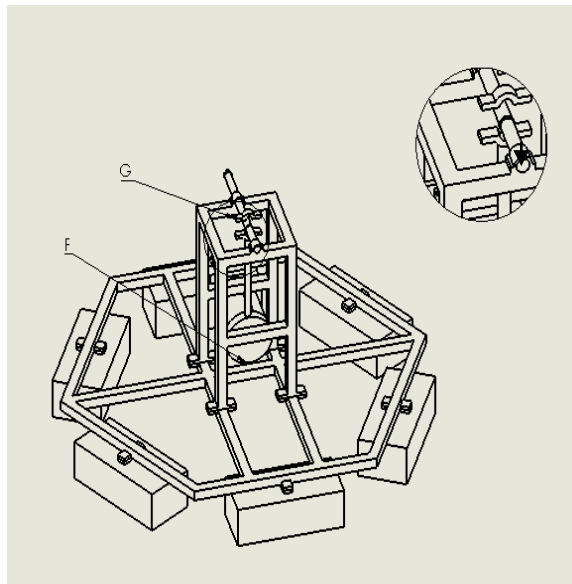
3



Gsmbr 4.14 Pemasangan Poros

Pemasangan poros dengan diameter 20mm dan akan diberi bearing agar tidak terjadi gesekan antara dua logam

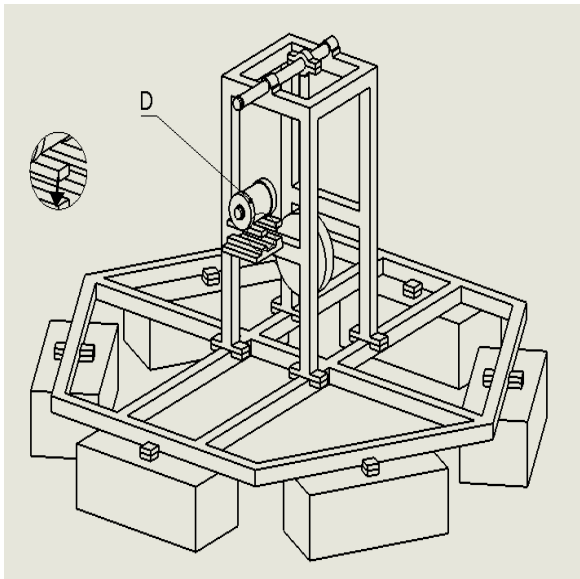
4



Gambar 4.15 Pemasangan Bandul

Unruk pemasangan bandul disini akan dilas dengan tempat dudukan bandul atas

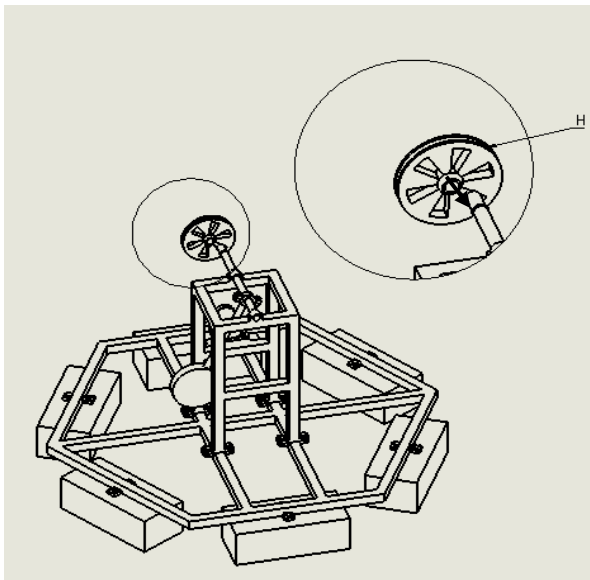
5



Gambar 4.16 Pemasangan Generator

Untuk pemasangan disini akan dilas anatar kedudukan generator dengan body kerangka

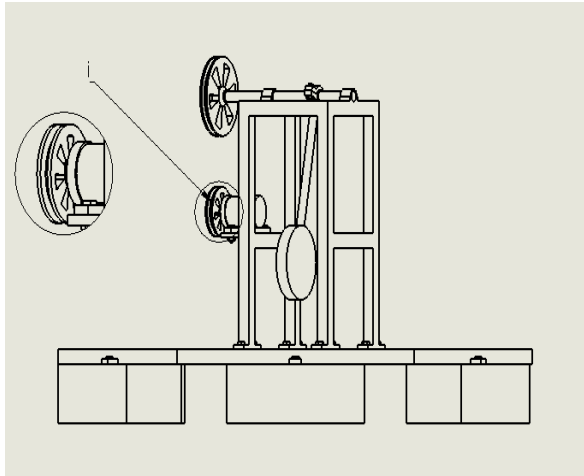
6



Gambar 4.17 Pemasangan Pully

Untuk pemasangan pully disini menggunakan 120mm dengan diameter dalam 12mm

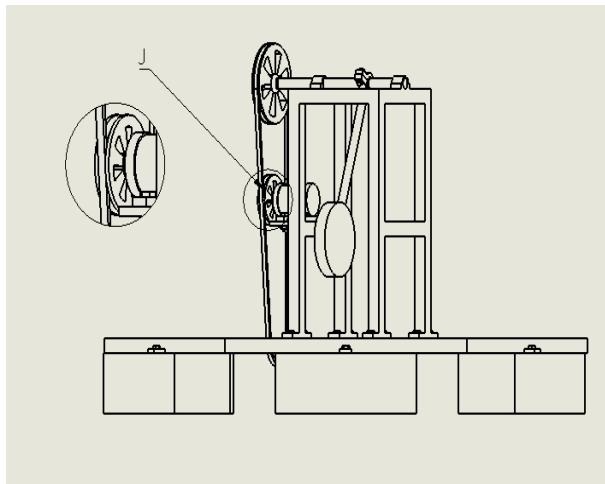
7



Gambar 4.18 Pemasangan Pully

Untuk pemasangan pully disini menggunakan diameter 50mm dengan diameter dalam 20 mm

8

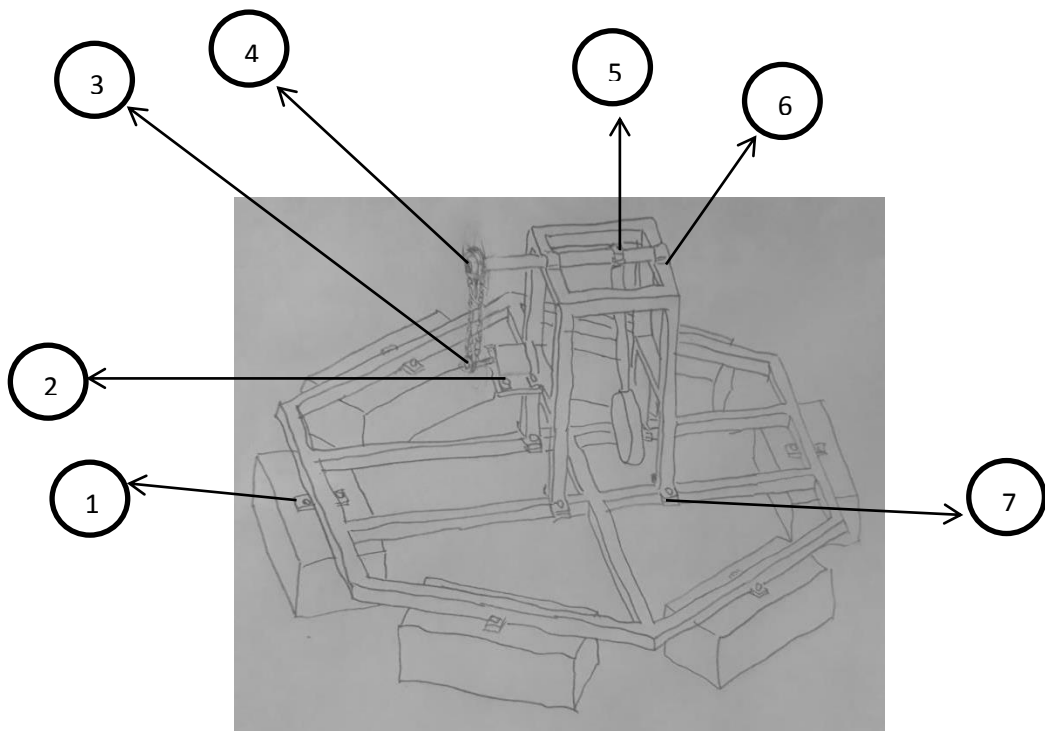


Gambar 4.19 Pemasangan Bealting

Untuk pemasangan bealting disini panjang disesuaikan dari pully bandulan dengan pully generator

4.2.3 Konsep pembuatan dengan cara disambung pin

Pada konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gekombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini menggunakan pin.1. Bagian ponton dan body akan diberikan pin sebagai penyambungan,2. Bagian generatro disambung menngunakan pin ke kerangka,3. Bagian sprocket diberikan pin sebagai pengikatnya,4. Bagian roda gigi akan diberikan pin sebagai pengikatnya,5. Bagian bandulan akan disambung menngunakan pin anatar dudukan bandulan yang sudah disiapkan,6. Bagian dudukan bearing akan diberikan pin sebagai penyambung,7, bagian kerangka atas akan disambung menggunakan pin dengan kerangka bawah. Seperti yang terlihat pada gambar 4.20 dibawah ini



Gambar 4.20 Konsep Pembuatan Dengan Cara Penyambungan Pin

4.2.3.1 Material

Untuk material yang digunakan dalam konsep ini yaitu: ponton menggunakan plastik, selain ponton ini digunakan sebagai pelambung dari pembangkit ini bahan plastik sangat cocok murah dan anti korosi, untuk kerangka itu sendiri menggunakan besi hollow selain murah besi ini juga tahan korosi dan untuk penghubungnya roda gigi, sprocket dan rantai

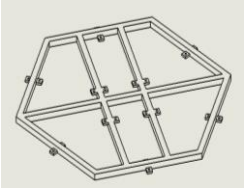
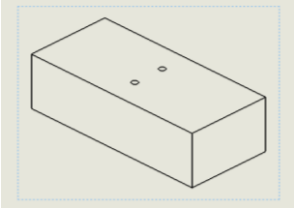
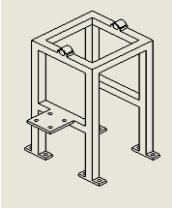
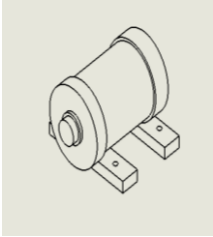
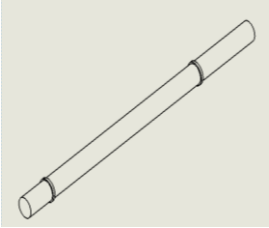
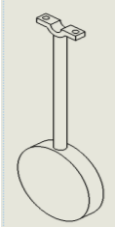
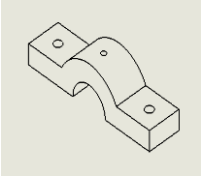
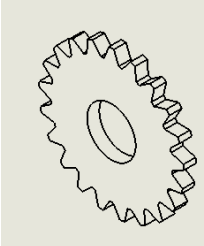
4.2.3.2 Pelindung Cat

Untuk cat yang digunakan disini menggunakan cat anti karat yang disesuaikan dengan air yang mengandung kadar garam tinggi

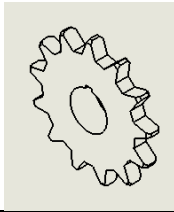
4.2.3.3 Bahan

Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa komponen yang dipakai dalam konsep ini adalah sebagai berikut:

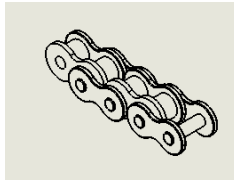
Tabel 4.4 komponen

AX1	BX6	CX1	DX1
			
EX1	FX1	GX1	HX1
			

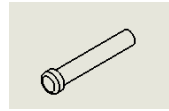
IX1



JX1



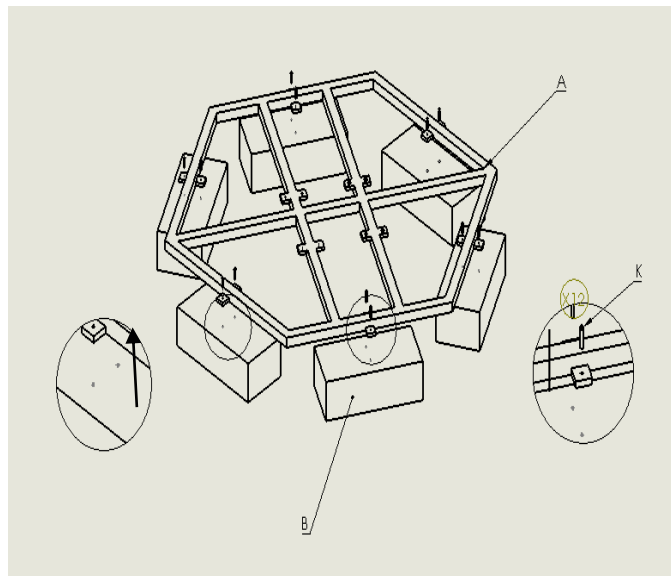
KX22



4.2.3.4 Packing

Adapun untuk konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa langkah untuk packing dalam konsep ini adaalah sebagai berikut:

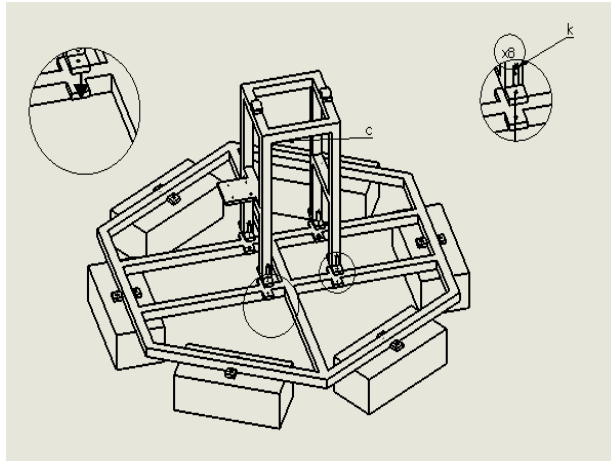
1



Gambar 4.21 Pemasangan Ponton Dengan Kerangka

Untuk pemasangan ponton ke kerangka disambung menggunakan 16 pin

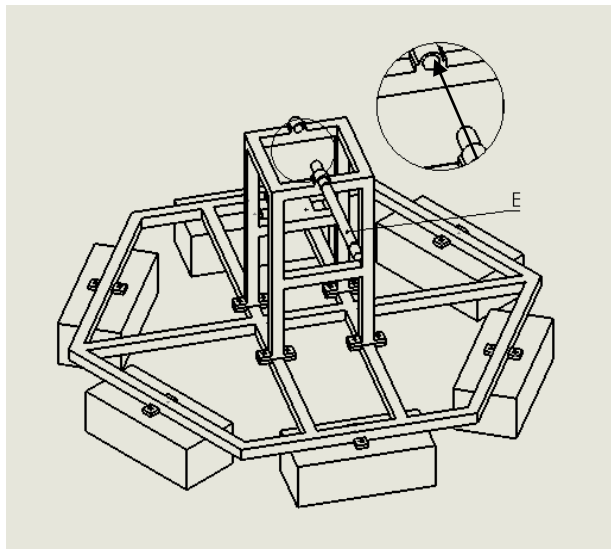
2



Gambar 4.22 Pemasangan Kerangka Atas

Untuk pemasangan kerangka atas dengan disambung menggunakan 4 pin

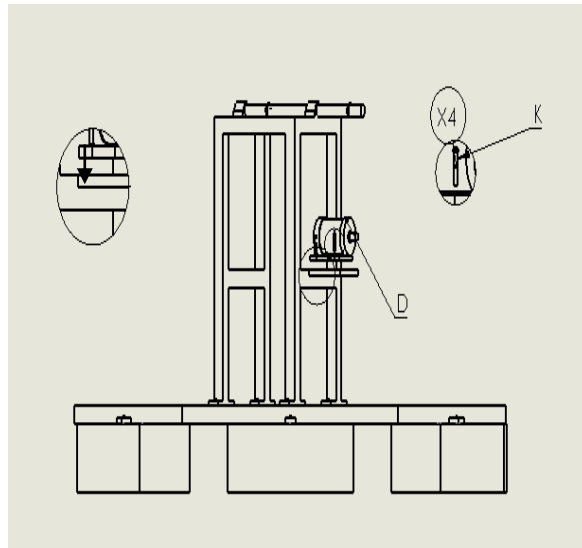
3



Gambar 4.23 Pemasangan Poros

Untuk pemasangan poros menggunakan bearing dua buah agar tidak terjadi gesekan antar dua logam dengan diameter poros 20mm

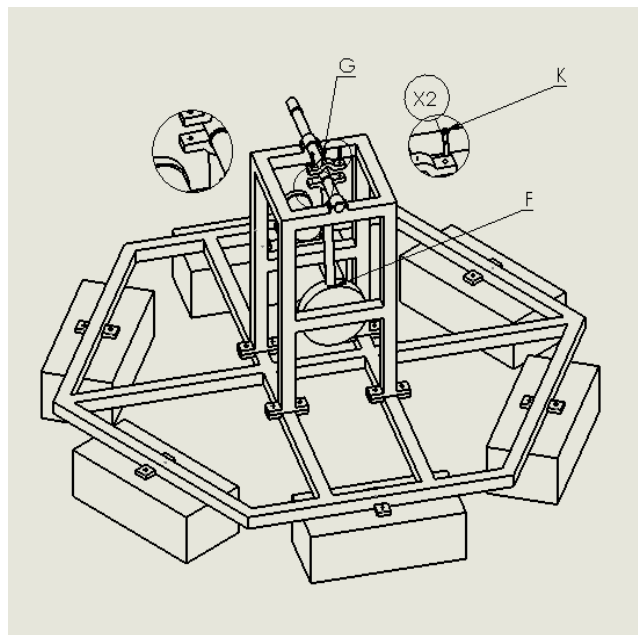
4



Gambar 4.24 Pemasangan Generator

Untuk pemasangan generator disini menggunakan 4 pin ke dudukan kerangka atas yang telah disiapkan

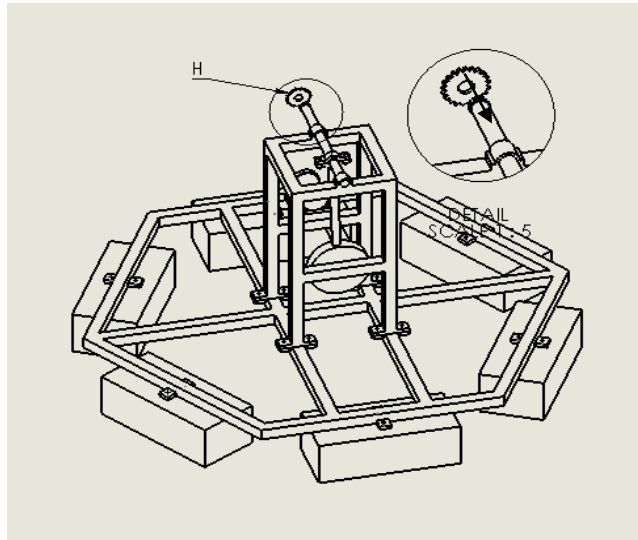
5



Gambar 4.25 Pemasangan Bandul

Untuk pemasangan bandul disini akan disambung menggunakan pin antara dudukan bandul bawah dengan dudukan atas bandul

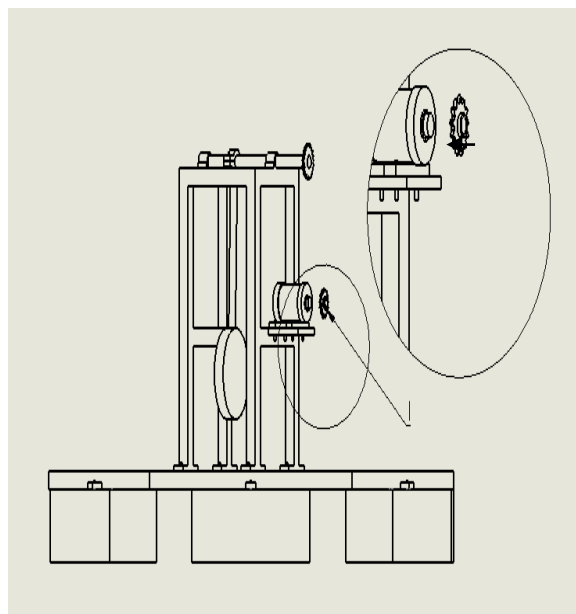
6



Gambar 4.26 Pemasangan Roda Gigi

Pemasangan roda gigi disini akan dipasang ke poros bandulan dengan diameter 70

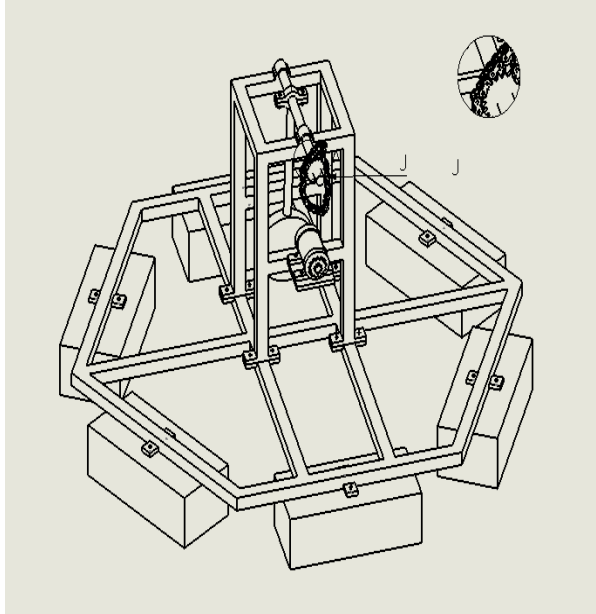
7



Gambar 4.27 Pemasangan Sprocket

Untuk pemasangan sprocket disini akan dipasang ke poros generator dengan diameter 30mm

8



Gambar 4.28 Pemasangan Ranatai

Pemasangan rantai disini akan disesuaikan dengan panjang anatar roda gigi dan sprocket yang telah disiapkan

4.2.4 Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep disini adalah konsep yang pertama ini dipilih berdasarkan keperaktisan ,kesimpelan dalam pembuatan dan kemudahan dalam pencarian partnya

4.3 Daftar Komponen

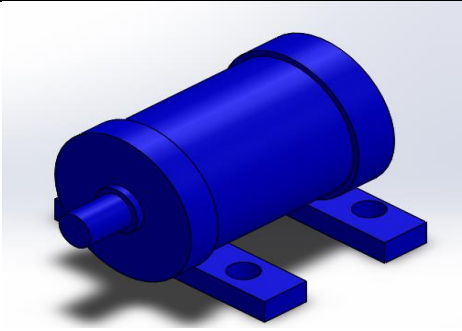
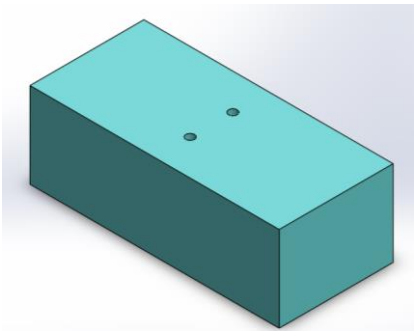
Didalam pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini ada beberapa komponen yang dapat digunakan dalam pembuatan alat seperti yang dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini

Tabel 4.5 Daftar Komponen Yang Digunakan

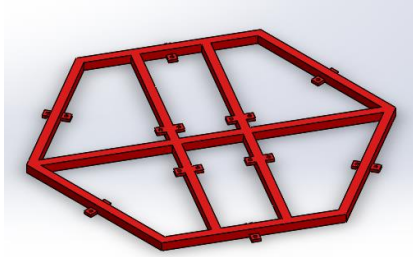
No	Komponen	jumlah
1	Generator	1
2	Ponton	6
3	Besi hollow	3
4	poros	1
5	sprocket	1
6	Roda gigi	1
7	Bearing	2
8	Ranatai	1
Jumlah		16

4.4 Daftar List Komponen

Adapun komponen yang dibutuhkan dalam alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini adalah sebagai berikut:

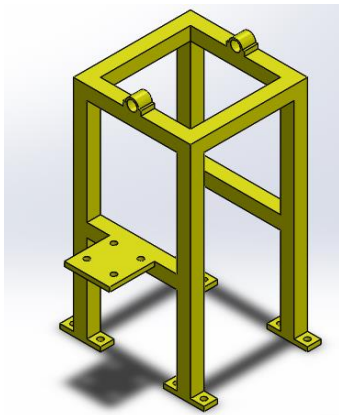
N0	Gambar	Keterangan
1		Generator
2		ponton

3



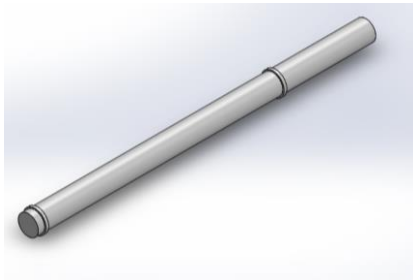
Kerangka

4



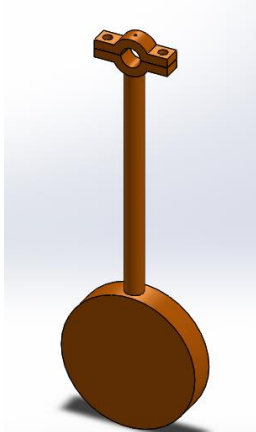
Kerangka atas

5



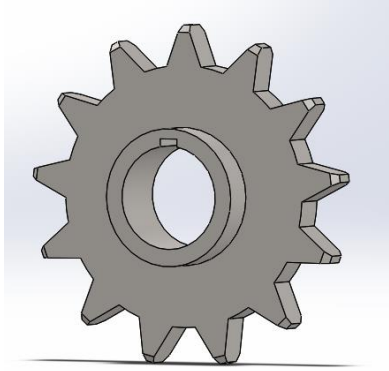
Poros

6



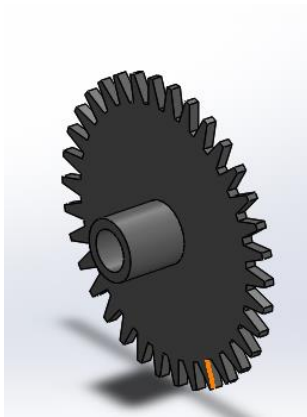
bandul

7



Sprocket

8



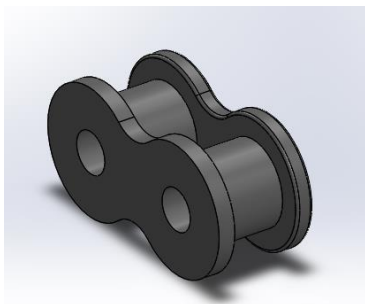
Roda Gigi

9



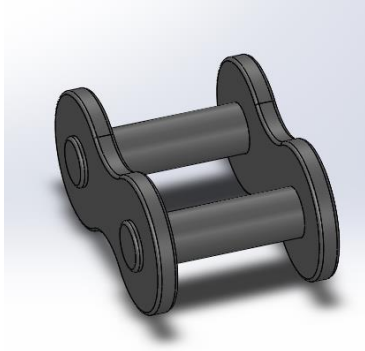
Bearing

10



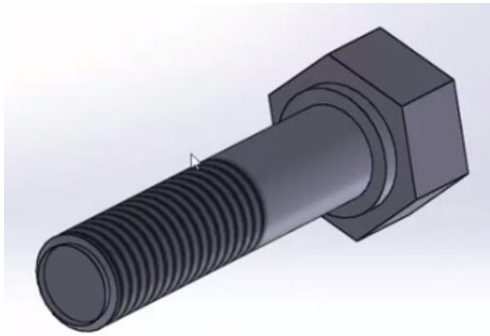
Rantai betina

11



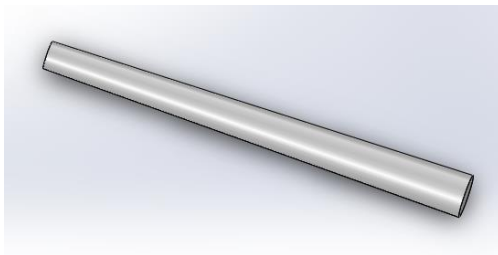
Rantai jantan

12



Baut

13



Pen

4.5 Proses Pembuatan

Proses pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum adalah sebagai berikut:

1. Peotongan pipa

Pipa disini digunakan untuk ponton pembangkit listrik tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum



Gambar 4.29 pemotongan pipa

2. Pengeliman pipa

Pengeliman pipa disini digunakan untuk tidak terjadi kebocoran pada ponton



Gambar 4.30 pengeliman pipa

3. Pemotongan besi hollow

Pemotongan disini bertujuan untuk penyesuaian bentuk dan ukuran yang telah disediakan



Gambar 4.31 pemotongan besi hollow

4. Pengelasan kerangka pendulum

Pengelasan disini bertujuan untuk penyambungan antar dua buah besi yang telah di potong sebelumnya



Gambar 4.32 pengelasan kerangka pendulum

5. Pembuatan dudukan bantalan

Proses pembuatan dudukan bantalan ini bertujuan agar poros selalu bergerak pada arah yang diinginkan



Gambar 4.33 pembuatan dudukan bantalan

6. Pembuatan dudukan roda gigi

Pembuatan dudukan roda gigi disini disesuaikan dengan poros yang telah disiapkan



Gambar 4.34 pembuatan dudukan roda gigi

7. Pembuatan dudukan generator

Pembuatan dudukan generator disesuaikan dengan roda gigi yang telah disiapkan



Gambar 4. 35 pembuatan dudukan generator

8. Pembuatan pendulum

Pembuatan pendulum disini disesuaikan dengan gambar desain yang telah di siapkan dengan berat 5 kg dan panjang lengan 25cm



Gambar 4.36 pembuatan pendulum

9. pengecatan

Proses pengecatan disini bertujuan untuk melindungi kerangka dari korosi



Gambar 4.37 pengecatan

10. Pemasangan kerangka atas dengan bawah



Gambar 4.38 pemasangan kerangka ats dengan bawah

11. Pemasangan bearing



Gambar 4.39 pemasangan bearing

12. Pemasangan poros



Gambar 4.40 pemasangan poros

13. Pemasangan bandulan



Gambar 4.41 pemasangan bandulan

14. Pemasangan roda gigi



Gambar 4.42 pemasangan roda gigi

15. Memasang sprocket



Gambar 4.43 memasang sprocket

16. Memasang generator



Gambar 4.44 memasang generator

17. Memasang rantai



Gambar 4.45 pemasangan rantai

4.6 Hasil Pembuatan

Hasil pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum adalah sebagai berikut:



Gambar 4.46 Hasil Pembuatan

Dari gambar 4.46 dapat dijelaskan bagian-bagian dari alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum sebagai berikut:

1. Ponton

Ponton disini berfungsi sebagai pelampung alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum

2. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penopang dari semua komponen alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum

3. Generator

Generator berfungsi sebagai merubah energi gerak dari pendulum menjadi energi listrik

4. Lengan Bandul

Lengan bandul berfungsi untuk menghubungkan bandulan terhadap poros

5. Gear

Gear berfungsi sebagai tempat dudukan komponen rantai

6. Rantai

Rantai berfungsi sebagai penhubung dari gear ke komponen generator

7. Bandul

Bandul berfungsi sebagai penggerak utama dari alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum

4.7 Alat Pembangkit Gelombang

Alat pembangkit tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini menggunakan ombak buatan seperti pada gambar 4.47 dibawah ini.



Gambar 4.47 Alat Pembangkit Gelombang

Berikut ini adalah penjelasan dari komponen-komponen yang ada pada alat pembangkit energi tenaga gelombang sebagai berikut:

1. Kolam air

Kolam air disini berfungsi sebagai tempat dari pada air dan juga sebagai tempat dari pada pembangkit tenaga pendulum pembangkit listrik

2. Air

Air disini berfungsi sebagai ombak buatan untuk menggerakan pendulum dan juga kipas

3. Pembangkit listrik teknik pendulum

Pembangkit listrik teknik pendulum berfungsi sebagai menghasilkan tenaga listrik

4. Gear box

Gear box disini berfungsi sebagai penggerak dari pada pendorong ombak

5. Motor listrik

Motor listrik disini berfungsi sebagai penggerak utama dari kolam buatan

6. Bealting

Bealting berfungsi sebagai penghubung motor listrik ke gear box

4.8 Hasil pengujian

Dari hasil pengujian alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum didapatkan hasil sebagai berikut:

4.8.1 Pengujian tinggi gelombang

Dalam kesempatan ini akan dilakukan pengujian tinggi gelombang, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian tinggi gelombang pada saat 30cm

Pada pengujian dengan tinggi air 30cm pada kolam maka didapat tinggi gelombang sebesar 2cm seperti yang terlihat pada gambar 4.48



Gambar 4.48 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 30cm

2. Pengujian tinggi gelombang pada saat 40cm

Pada pengujian dengan tinggi air 40cm pada kolam maka didapat tinggi gelombang sebesar 5cm seperti yang terlihat pada gambar 4.49



Gambar 4.49 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 40cm

3. Pengujian tinggi gelombang pada saat 45cm

Pada pengujian dengan tinggi air 45cm pada kolam maka didapat tinggi gelombang sebesar 6cm seperti yang terlihat pada gambar 4.50



Gambar 4.50 Pengujian Tinggi Gelombang Pada Saat 45cm

4.8.2 pengujian panjang gelombang

Pada kesempatan ini dilakukan pengujian panjang gelombang, pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pengujian panjang gelombang pada saat 30cm

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 30cm di dapatkan hasil pengujian panjang gelombang sebesar 66 cm seperti yang terlihat pada gambar 4.51



Gambar 4.51 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 30cm

2. Pengujian panjang gelombang pada saat 40cm

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 40cm di dapatkan hasil pengujian panjang gelombang sebesar 75cm seperti yang terlihat pada gambar 4.52



Gambar 4.52 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 40cm

3. Pengujian panjang gelombang pada saat 45cm

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 45cm di dapatkan hasil pengujian panjang gelombang sebesar 97cm seperti yang

terlihat pada gambar 4.53



Gambar 4.53 Pengujian Panjang Gelombang Pada Saat 45cm

4.8.3 Pengujian alat pembangkit listrik

Pada kesempatan ini dilakukan pengujian alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum, pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 30cm air pada kolam

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 30cm di dapatkan hasil 0,00001v seperti yang terlihat pada gambar 4.54



Gambar 4.54 Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 30cm air pada kolam

2. Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 40cm air pada kolam

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 40cm di dapatkan hasil 0,00002v seperti yang terlihat pada gambar 4.55



Gambar 4.55 Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 40cm air pada kolam

3. Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 45cm air pada kolam

Pada pengujian panjang gelombang pada saat tinggi air 45cm di dapatkan hasil 0,00002v seperti yang terlihat pada gambar 4.56



Gambar 4.56 Pengujian alat pembangkit listrik pada saat 45cm air pada kolam

4.9 Pengujian Alat

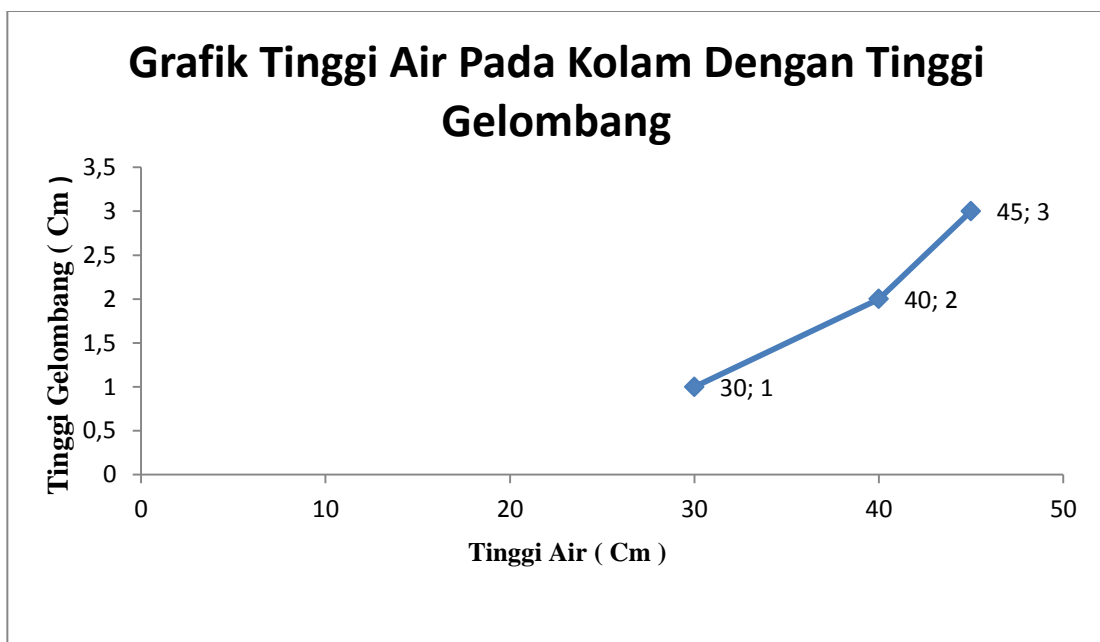
Dari hasil pengujian alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil pengujian alat

Tinggi Air (cm)	Tinggi Gelombang (cm)	Panjang Gelombang (cm)	Tegangan yang Dihasilkan (V)
30	2	66	0,00001
40	5	75	0,00002
45	6	97	0,00002

Dari data tabel 4.7 dapat dibuat 3 grafik diantaranya : grafik antara tinggi gelombang pada kolam terhadap tinggi gelombang, grafik tinggi air terhadap panjang gelombang yang dihasilkan, grafik tinggi gelombang terhadap arus yang dihasilkan.

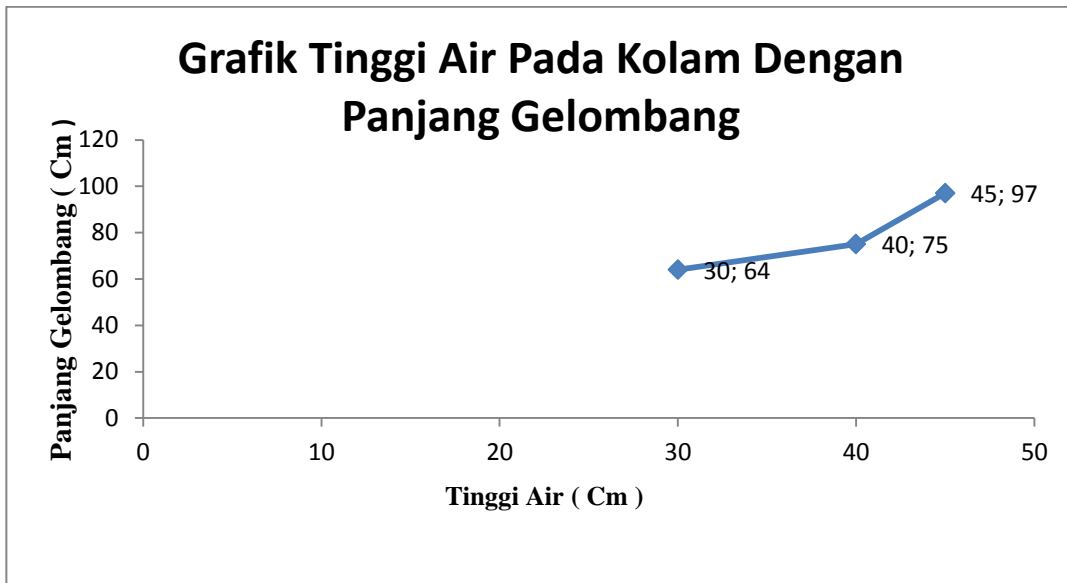
1. Grafik tinggi air pada kolam dengan tinggi gelombang



Gambar 4.57 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Dengan Tinggi Gelombang

Pada percobaan ini tinggi air 30cm, tinggi gelombang yang dihasilkan 1cm, pada percobaan tinggi air 40cm, tinggi gelombang dihasilkan 2cm dan pada percobaan tinggi air 45cm, tinggi gelombang yang dihasilkan 3cm.

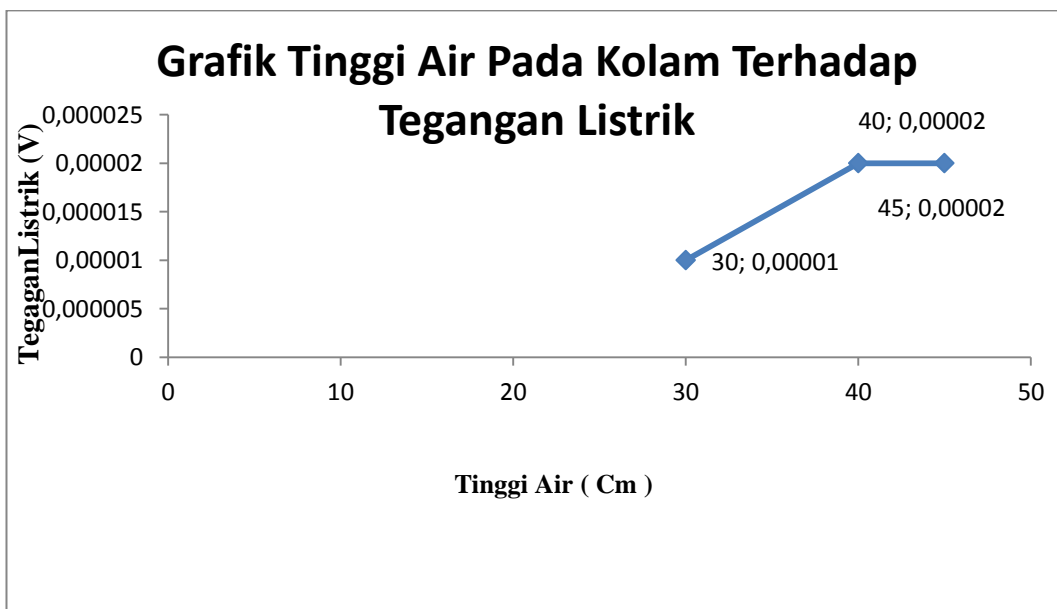
2. Grafik tinggi air pada kolam dengan panjang gelombang



Gambar 4.58 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Dengan Panjang Gelombang

Pada percobaan ini tingi air 30cm, panjang gelombang yang dihasilkan 66cm, pada percobaan tinggi air 40cm, panjang gelombang yang dihasilkan 75cm dan pada tinggi air 45cm, panjang gelombang dihasilkan 97.

3. Grafik tinggi air pada kolam terhadap tegangan listrik yang dihasilkan



Ambar 4.59 Grafik Tinggi Air Pada Kolam Terhadap tegangan Listrik

Pada percobaan ini tinggi air 30cm, tegangan listrik yang dihasilkan 0,00001V, pada percobaan tinggi air 40cm tegangan listrik yang dihasilkan 0,00002V dan pada percobaan 45cm, tegangan listrik yang dihasilkan 0,00002V

4.10 Analisa Pengujian Alat

Dalam kesempatan ini akan dilakukan analisa gaya pelampung untuk mengetahui seberapa besar gaya yang di hasilkan pelampung, besarnya gaya yang di hasilkan pelampung dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{wave} = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2}{32\pi} \text{ (w)}$$

$$F_{wave} = \frac{P_{wave} \cdot T}{L} \text{ (N)}$$

Dimana:

P_{wave} = daya gelombang (watt),

ρ = massa jenis air tawar (1000 kg/m³),

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²),

H = tinggi gelombang (m),

T = Periode gelombang (s),

L = Panjang gelombang (m),

F_{wave} = gaya gelombang

Berdasarkan rumus (2.1) maka diperoleh hasil gaya ponton yang terjadi selama pengujian sebagai berikut:

Percobaan 1

Dik=

Tinggi air = 30cm

Tinggi gelombang = 2cm

Panjang gelombang = 66cm

$$\begin{aligned} \text{Dit} = P_{wave} &= \rho \cdot g^2 \cdot \frac{H^2}{32\pi} \\ &= 1000 \cdot 9,8^2 \cdot \frac{0,02^2}{32\pi} \end{aligned}$$

$$= 0,3823248408 \text{ Watt}$$

$$T = t/n$$

$$= 1/9$$

$$= 0,11$$

Dimana t = waktu

n = jumlah gelombang

$$F_{wave} = \frac{P_{wave} \cdot T}{L}$$

$$= \frac{0,3823248408 \cdot 0,11}{0,66}$$

$$= 0,063 \text{ Newton}$$

Berdasarkan perhitungan di atas di dapat hasil gaya sebesar 0,063 Newton

Percobaan 2

Dik=

Tinggi air = 40cm

Tinggi gelombang = 5cm

Panjang gelombang = 75cm

$$\text{Dit} = P_{wave} = \rho \cdot g^2 \cdot \frac{H^2}{32\pi}$$

$$= 1000 \cdot 9,8^2 \cdot \frac{0,05^2}{32\pi}$$

$$= 2,389530255 \text{ Watt}$$

$$T = t/n$$

$$= 1/7$$

$$= 0,14$$

Dimana t = waktu

n = jumlah gelombang

$$F_{wave} = \frac{P_{wave} \cdot T}{L}$$
$$= \frac{2,389530255 \cdot 0,14}{0,75}$$
$$= 0,45 \text{ Newton}$$

Berdasarkan perhitungan di atas di dapat hasil gaya sebesar 0,45 newton

Percobaan 3

Dik=

Tinggi air = 45cm

Tinggi gelombang = 6cm

Panjang gelombang = 97cm

$$\text{Dit} = P_{wave} = \rho \cdot g^2 \cdot \frac{H^2}{32\pi}$$
$$= 1000 \cdot 9,8^2 \cdot \frac{0,06^2}{32\pi}$$
$$= 3,440923567 \text{ Watt}$$

$$T = t/n$$

$$= 1/5$$

$$= 0,2$$

Dimana t = waktu

n = jumlah gelombang

$$F_{wave} = \frac{P_{wave} \cdot T}{L}$$

$$= \frac{3,440923567 \cdot 0,2}{0,97}$$

$$= 0,70 \text{ Newton}$$

Berdasarkan perhitungan di atas di dapat hasil gaya sebesar 0,70 Newton

Berdasarkan rumus (2.2) maka diperoleh hasil periode bandul yang terjadi selama pengujian sebagai berikut:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g} \text{ (sec)}$$

Dimana

l = panjang bandulan (m)

g = percepatan karena gravitasi yaitu $9,8 \text{ m/det}^2$

dik = panjang lengan 40cm

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

$$= 2 \cdot 3,14 \sqrt{0,4/9,8}$$

$$= 1,26 \text{ second}$$

Berdasarkan perhitungan di atas di dapat hasil gaya sebesar 1,26 second

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum hasil yang didapat adalah pada ketinggian 30 cm air pada kolam menghasilkan tegangan listrik 0,00001V, pada ketinggian 40cm air pada kolam menghasilkan 0,00002V dan pada ketinggian air 45cm menghasilkan 0,00002V. Maka dari ini dapat disimpulkan semakin dalam air pada kolam maka semakin besar pula gelombang yang dihasilkan dan arus listrik tentunya lebih besar juga.
2. pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum, maka bisa disimpulkan bahwa pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini menggunakan teknik pengelasan type las asetilin dikarenakan bahan material yang tipis
3. Pemilihan konsep pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini adalah konsep penyambungan dengan baut, selain mudah dalam bongkar pasang, alat penyambungan dengan baut lebih simpel dalam pembuatan

5.2 Saran

Saya berharap pembuatan alat konversi energi tenaga gelombang air dengan mengaplikasikan teknik pendulum ini agar dikembangkan oleh mahasiswa sesudah saya, agar alat ini menjadi lebih sempurna

DAFTAR PUSTAKA

- Astu, P., & Nursuhud, D. (2013). Gelombang Laut, Sifat dan Pengertiannya. In Andi, *Mesin Konversi Energi* (pp. 379-384). Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Bartuaccelli, M., Gentile, G., & Georgiou, K. (2001). on the dynamics of a vertically driven damped planar pendulum. *proceedings of the royal society of london A*, 457, 3007-22.
- Cormick, M., & Michael, E. (1981). *Ocean wave Energy Conversion*. New York: Jhon and Wiley and Sons.
- Das, S., & Wahi, P. (2017). Initiation and Directional Control of Period-1 Rotation for Vertically. *Symposium on Nonlinear and Delayed Dynamics of Mechatronic Systems*, 22, 99 – 106.
- Faisal Reza Arfi ,Nur Aidi Ariyanto, Ahmad Faoji, & Amin Nur Akhmadi. (2020) Analisis Kekerasan Pada Roda Gigi Hasil Pengerasan Menggunakan Pemanas Induksi. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*
- Hongzhou, H., & Hui, L. (2014). Numerical simulation of the pendulum system in a buoy pendulum. *Energy Procedia*, 2030 – 2033.
- Ibeng, P. (2020, januari 6). *Gelombang Laut : Pengertian, Teori, Manfaat, Penyebab, Klasifikasi*. Retrieved januari 18, 2020, from Pendidikan.Co.Id: <https://pendidikan.co.id/gelombang-laut-pengertian-teori-penyebab-klasifikasi/>
- Kusumastuti, A., Triwinarno, Y., & Guntur, L. H. (2012). Studi Eksperimen Karakteristik Putaran Pendulum Pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Tiga Pendulum. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(2), 2.
- Musharraf, M., Khan, U. L., & Khan, N. (2014). Design of an Oscillating Coil Pendulum Energy Generating System. *International Conference on Sustainable Energy Information Technology*, 32, 639 – 646.
- Mustikojati, N. W., Hadi, S. E., & Kiryanto. (2016). Desain Konverter Gelombang Bentuk Segienam Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Di Perairan Laut Jawa. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(2), 476.
- Nafis, I. M., Arief, S. I., & Musriadi, B. T. (2014). Analisa Perbandingan Gerakan Ponton Model Tripod Sama Kaki dengan Siku-Siku untuk Energi. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 14.

- Noerpamoengkas, A., & Ulum, M. (2017). Pemodelan Gerak Pendulum VertikalL Pada Konverter Energi Gelombang Berinersia Tambahan Saat Resonansi. *Jurnal Iptek*, 21(1), 61.
- Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B. (2012). Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. *Dinamika Rekayasa*, 8(2),
- Rambu, H. A., & Arief, S. I. ((2015)). Analisa Kinerja Bandul Vertikal dengan Model Plat pada. *Jurnal Teknik Its*, 4(2), 119.
- .Siregar. R.A., & C.A.Siregar. (2019) Pembangunan Turbin Angin Darrieus-Savonius Sebagai Ikon Wisata Laut Dan Kuliner Di Belawan.
- Siregar A. M, & C. A Siregar. (2019) Reliability Test Prototype Wind Turbine Savonius Type Helical As An Alternative Electricity Generator. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*
- Sularso, & Suga, K. (2018). *Dasar Perencanaan dan Pemulihan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Ulum, m. (2017). Analysis on Electrical Energy from Cylindrical-Buoy-Type Sea Wave Power Plant Model. in *The 7th Annual Basic Science International Conference*, 1-4.

LAMPIRAN

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 - 2021**

Peserta seminar

Nama : Syaifi
 NPM : 1607210123
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan meng Aplikasi Teknik Pendulum.

DAFTAR HADIR

TANDA TANGAN

Pembimbing - I : Chandra A.Siregar.S.T.M.T :
 Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T :
 Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T :

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230603	INDRA WIJAYA PULUHAN	
2	1607230098	FAISAL SIREGAR	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 21 Jum. Awal 1442 H
 13 Januari 2021 M

Ketua Predi. T. Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Syaifi
NPM : 1607210123
Judul T.Akhir : Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Meng-
Aplikasi Teknik Pendulum .

Dosen Pembimbing - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Perbaikan ^{draft} *pada skripsi, lihat pd bilin !*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 21 Jum Awal 1442H
13 Januari 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pembanding- I

M.Yani
M.Yani.S.T.M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Syaifi
NPM : 1607210123
Judul T.Akhir : Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Meng-
Aplikasi Teknik Pendulum .

Dosen Pembimbing - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Kembali dasar pustaka
Perbaiki prosedur gelombang
Perbaiki hasil besar penulisan data

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 21 Jum Awal 1442H
13 Januari 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

[Signature]
Sudirman Lubis.S.T.M.T



UMSU

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 1 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT 12
Website: <http://teknik.umsu.ac.id> E-mail: teknik@umsu.ac.id

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 1060/IL3-AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 14 September 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : SYAIFI
NPM : 1607230123
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX(SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN ALAT KONVERSI ENERGI TENAGA GELOMBANG
DENGAN MENGAPLIKASIKAN TEKNIK PENDULUM

Pembimbing – 1 : CHANDRA A SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis Tugas Akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (Satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,
Medan, 27 Muharram 1442 H
15 September 2020 M

Dekan



Mudawar Alfansury Siregar, S.T, M.T
NIDN : 0101017202

Cc. File

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembuatan Alat Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Mengaplikasikan Teknik Pendulum

Nama : Syaifi
NPM : 1607230123

Dosen Pembimbing 1 : Chandra A Siregar S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	7/1/20	Perbaiki Bab 1 dan 2	↑
2.	9/1/20	Perbaiki Bab 2, Lanjut Bab 3	↑
3.	13/1/20	Perbaiki Bab 3	↑
4.	27/2/20	Lanjut Bab 4	↑
5.	17/3/20	Perbaiki Bab 4	↑
6.	18/4/2020	tambahan referensi	↑
7.	28/4/2020	Ale Simhas	↑

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Syaifi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat Tanggal Lahir : Seni Antara, 03 Desember 1997
Alamat : Dusun Alam Rindu
Agama : Islam
E-Mail : Syaifi297@Gamil.Com
No. Hp : 082262182160

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Sd N Seni Antara	Tahun 2004-2010
2. Smp N 4 Permata	Tahun 2010-2013
3. Smk N 1 Bener Meriah	Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2016-2021