

**TESIS**

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK UNTUK PERAHU NELAYAN  
DI KEPULAUAN SELAYAR**

**ANALYSIS OF POTENTIALS OF WAVE POWER PLANT FOR FISHERMAN BOATS IN  
SELAYAR ISLANDS**



Disusun oleh :

**ASRIANTO**

**D022172001**

**PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2020**

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK UNTUK PERAHU NELAYAN  
DI KEPULAUAN SELAYAR**

**TESIS**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi**

**Teknik Mesin / Konversi Energy**

**Disusun dan Diajukan Oleh:**

**ASRIANTO**

**Kepada**

**Program pascasarjana**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asrianto

Nomor Mahasiswa : D022172001

Program Studi : S2 Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 2 Februari 2021

Yang menyatakan



  
Asrianto

# TESIS

## ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA OMBAK UNTUK PERAHU NELAYAN DI KEPULAUAN SELAYAR

Disusun dan diajukan oleh

ASRIANTO


Nomor Pokok D022172001

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis  
pada tanggal 03/02/2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui  
Komisi Penasehat,

  
Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT

Ketua

  
Dr. Ir. Nasaruddin Azis, M.Si

Anggota

  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin,

  
Dr. Hamrul Arsyad, ST., MT

  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanudin,

  
Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad, MT.

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, sesungguhnya pujian itu hanyalah milik-Nya yang menganugerahkan petunjuk kepada siapa yang dikehendaki-Nya dan tiada yang sanggup memberi petunjuk bagi siapa yang disesatkan-Nya, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan proposal yang berjudul “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Untuk Perahu Nelayan di Kabupaten Kepulauan Selayar” dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat, senantiasa penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga dan sahabat beliau.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan proposal ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT, sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini. Teristimewa kepada kedua orang tua, serta saudara-saudaraku, terima kasih atas segala cinta, doa, dan pengorbanan, serta penghargaan setulus-tulusnya penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu. MA., Selaku Rektor Universitas Hasanuddin.

2. Dr. Ir. Luther Sule, S.T., M.T, selaku pembimbing I dan Dr. Ir. Nasruddin Azis, M. Si, selaku pembimbing II atas solusi dari permasalahan akademik dan ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Nasaruddin Salam, MT., Dr. Eng. Jalaluddin., ST., MT., dan Dr.Rustan Tarakka.,ST., MT, selaku tim penguji, atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan tesis ini.
4. Seluruh staf pengajar / dosen pada program studi Teknik Mesin, konsentrasi Konversi Energi, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, atas bimbingan dan didikannya selama penulis kuliah.
5. Bapak Direktur beserta Staf Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas segala pelayanannya.
6. Kepada seluruh teman-teman Pascasarjana Teknik Mesin Unhas yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini
7. Serta semua pihak yang telah membantu penulisan, namun tidak sempat disebutkan satu per satu pada kesempatan ini.

Penulis menyadari bahwa naskah tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tesis ini bermanfaat bagi para pembaca.

Makassar, Juli 2020

Penulis

## **ABSTRAK**

### **ASRIANTO. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Untuk Perahu Nelayan Di Kepulauan Selayar. (mentored by Luther Sule and Nasaruddin Azis).**

Pembangkit listrik tenaga gelombang laut adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi kinetik gelombang laut untuk menggerakkan alternator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain alat pembangkit tenaga gelombang laut untuk perahu nelayan di Kepulauan Selayar dan berapa daya yang dihasilkan alat pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa , daya yang dihasilkan dengan panjang lengan 2 meter dengan tinggi gelombang 0,1 – 0,6 meter yang disesuaikan dengan pergerakan naik turun dari lengan menghasilkan daya minimum sebesar 0,48 watt dan daya maksimum sebesar 45,81 watt. Sedangkan panjang lengan 4 meter dengan tinggi gelombang bisa mencapai 0,1 – 1 meter menghasilkan daya minimum sebesar 0,57 watt dan daya maksimum sebesar 217,28 watt.

**Kata Kunci :** Perahu Nelayan, Gelombang Laut, dan Alternator

## **ABSTRACT**

**ASRIANTO. Analysis of Waves Power Plants for Fishing Boats on the Selayar Islands. (mentored by Luther Sule and Nasaruddin Azis).**

Ocean wave power plants are power plants that utilize the kinetic energy of ocean waves to drive an alternator. This research aims to determine the design of ocean wave power generation equipment for fishing boats in the Selayar Islands and how much power is generated by ocean wave power generation equipment.

The results showed that the power generated with an arm length of 2 meters with a wave height of 0.1 - 0.6 meters adjusted to the up and down movement of the arm resulted in a minimum power of 0.48 watts and a maximum power of 45.81 watts. While the arm length of 4 meters with wave height can reach 0.1 - 1 meter producing a minimum power of 0.57 watts and a maximum power of 217.28 watts.

**Keywords:** Fishing Boat, Sea Wave, and Alternator



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah .....	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori .....	5
B. Gelombang Laut .....	9
C. Perhitungan Gelombang Laut .....	13
D. Pully dan V-Belt.....	14
E. Alternator .....	17
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	19

C. Metode Pengujian.....	21
D. Analisis Data .....	22
E. Diagram alir Penelitian .....	23
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut .....	25
B. Kajian Komponen dari pembangkit listrik tenaga gelombang laut	28
C. Contoh Perhitungan .....	37
D. Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut ....	41
1. Variasi panjang lengan 2 meter.....	42
2. Variasi panjang lengan 4 meter.....	44
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul	Halaman
3.1	Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut .....	13
3.2	Multimeter Digital.....	14
3.3	Tachometer .....	14
3.4	Aki .....	15
3.5	Diagram Alir Penelitian .....	17
4.1	Desain alat tampak samping kanan .....	26
4.2	Desain alat tampak samping kiri .....	27
4.3	Desain alat tampak atas .....	27
4.4	Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut .....	28
4.5	Panjang Lengan Pelampung .....	30
4.6	Dimensi V-Belt .....	32
4.7	Bentuk dan Dimensi Pulley.....	33
4.8	Perbandingan Ukuran Pully .....	35
4.9	Tinggi Gelombang dan Rpm Dengan Panjang Lengan 2 Meter .....	40
4.10	Rpm dan Daya Yang Dihasilkan (P).....	41
4.11	Tinggi Gelombang dan Rpm Dengan Panjang Lengan 4 Meter .....	42
4.12	Rpm dan Daya Yang Dihasilkan (P).....	42

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul	Halaman
4.1.	Jumlah Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Perahu Nelayan .	29
4.2.	Spesifikasi Aki Yang Digunakan .....	29
4.3.	Spesifikasi Alternator .....	30
4.4.	Diameter Pully .....	33
4.5.	Ketinggian Gelombang Laut Yang Signifikan Dari BMKG .....	36

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan luas 1.904.556 km<sup>2</sup> yang terdiri dari; 17.508 pulau, 5,8 juta km<sup>2</sup> lautan dan 81.290 juta km panjang pantai, maka potensi energi laut terutama gelombang laut sangat potensial sekali untuk dapat diberdayakan sebagai energi primer alternatif baru dan terbarukan terutama untuk pembangkit tenaga listrik. Dengan garis pantai yang panjang, potensi energi gelombang sangat signifikan dan jika digunakan dengan baik [1], itu bisa menjadi sumber energi yang sangat besar. Potensi praktis energi gelombang Indonesia diperkirakan sekitar 17.989 MW [2]. Salah satu wilayah di Indonesia yang mempunyai potensi energi gelombang yang cukup besar adalah Kabupaten Kepulauan Selayar.

Secara astronomis, Kepulauan Selayar terletak antara 5°42' - 7°35' Lintang Selatan dan 120°15' - 122°30' Bujur Timur. Berdasarkan posisi geografisnya, Kepulauan Selayar memiliki batas-batas: Utara – Kabupaten Bulukumba, Timur – Laut Flores, Barat – Laut Flores dan Selat Makassar, Selatan – Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kepulauan Selayar memiliki luas wilayah 10.503,69 km<sup>2</sup> dengan 1.357,03 km<sup>2</sup> adalah luas daratan dan luas wilayah laut seluas 9.146,66 km<sup>2</sup> [3].

Secara geografis, Kabupaten Kepulauan Selayar adalah Kabupaten yang terletak di Sulawesi Selatan yang memiliki 11 kecamatan didalamnya. 5 kecamatan

terletak di pulau utama dan 6 kecamatan terletak di luar pulau utama. Kabupaten Kepulauan Selayar memiliki luas wilayah daratan seluas 1.357,15 km<sup>2</sup> dengan luas wilayah terluas berada di kecamatan Bontosikuyu dan luas wilayah terkecil berada di Kecamatan Benteng. Dengan kondisi geografis yang ada, kecamatan Pasilambena merupakan kecamatan terjauh yang berjarak +193 km dari ibu kota kabupaten [3].

Nelayan di Kabupaten Kepulauan Selayar menggunakan perahu jaring pengangkat yang ditenagai rata-rata 3-4 mesin: 3 mesin utama mendorong perahu dan 1 mesin untuk menyalakan lampu yang menarik ikan. Mesin kedua ini biasanya ditenagai oleh diesel. Konsumsi diesel yang terus menerus dapat menimbulkan krisis energi. Krisis energi terjadi sebagai akibat dari meningkatnya kelangkaan minyak mentah dan meningkatnya permintaan energi. Sebuah terobosan dalam sumber energi alternatif dan terbarukan semakin dibutuhkan [4]. Sumber energi alternatif yang mungkin menjadi solusi untuk krisis yang membayangi ini adalah gelombang laut yang telah lama dikenal sebagai sumber energi yang sangat besar [5-6].

Beberapa system pembangkit tenaga gelombang laut telah dikembangkan oleh berbagai peneliti di dunia, antara lain pembangkit listrik tenaga gelombang laut system osilatot kolom air, pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan system pelampung, pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan system engkol, dll.

Dari beberapa penelitian yang diterbitkan yang membahas topik tentang pembangkit listrik menggunakan energi gelombang laut di banyak daerah di seluruh

dunia, mengilhami penulis untuk merancang sebuah osilasi pembangkit tenaga energi gelombang yang dapat dipasang di perahu nelayan di kampung nelayan Kabupaten Kepulauan Selayar.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain sistem pembangkit listrik tenaga ombak yang sesuai untuk perahu nelayan di Kepulauan Selayar?
2. Berapa daya yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga gelombang laut?

## **C. TUJUAN PENELITIAN**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Menentukan desain sistem pembangkit listrik tenaga ombak yang sesuai untuk nelayan di Kepulauan Selayar.
- 2 Menentukan daya yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

## **D. MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat penelitian ini baik untuk peneliti maupun masyarakat adalah;

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pembangkit listrik tenaga ombak untuk perahu nelayan.
2. Memberikan referensi kepada peneliti selanjutnya tentang pembangkit listrik tenaga gelombang laut.

## **E. BATASAN MASALAH**

Adapun batasan masalah pada penelitian adalah :

1. pembangkit listrik tenaga ombak ini digunakan untuk mengurangi jumlah kebutuhan listrik dari perahu bagan yang menggunakan mesin untuk menyalakan lampu 12 watt sebanyak 5 buah.
2. Tidak membahas tentang rancang bangun dari alat pembangkit listrik tenaga gelombang laut.
3. Alternator yang digunakan adalah alternator pengisian DC dengan tipe T120ss 80A karena menggunakan alternator DC tidak membutuhkan putaran yang konstan untuk melakukan pengisian



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

Beberapa peneliti yang mengembangkan system pembangkit dengan memanfaatkan gelombang laut sebagai sumber energi penggeraknya:

Menurut Siti Rahma Utami UI (2010) dalam penelitian yang dilakukannya tentang Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Menggunakan Sistem Oscillating Water Column Di Tiga Puluh Wilayah Kelautan Indonesia, menjelaskan bahwa perairan pantai indonesia memiliki potensi untuk digunakan sebagai penerapan PLTO dengan sistem OWC yaitu dari perairan selatan jawa timur, laut arafuru, perairan selatan jawa tengah, hingga perairan pantai jawa barat, dan perairan selatan banten memiliki sebesar 1.1968.235 watt [8].

Menurut penelitian Aidil Zamril *et al.* (2014) tentang Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut -Sistem Bandulan (PLTGL-SB) yang rancang bangunnya berbentuk ponton di tempatkan mengapung di atas permukaan air laut, dan PLTGL-SB tersebut akan mengikuti gerak/ arus gelombang sesuai dengan frekwensi gelombang laut, sehingga menyebabkan posisi PLTGL-SB selalu bergerak terombang ambing sesuai dengan alur gelombang. Karena gerakan terombang ambing ponton yang terus-menerus tersebut menyebabkan ayunan bandul yang akan dirubah jadi putaran generator dalam hal ini ada empat bandul, sehingga PLTGL-SB mengeluarkan

Energi/Daya Listrik. Dan menurut perhitungan, untuk panjang pantai  $\pm 1$  km, terdapat Energi Potensial Gelombang Laut  $\pm 10$  MW, dengan biaya investasinya  $\pm$  Rp 35.000.000/kW, dan dapat menerangi  $\pm 40.000$  rumah tangga sederhana [9].

Menurut Toni Ragil Saputro (2014) dalam penelitiannya yang berjudul Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem Oscillating Water Column Di Daerah Puger Jember, menerangkan bahwa pada saat kondisi pasang dan surut air laut dan daerah pembentukan gelombang (fetch) yang dapat dihitung potensi daya listriknya, adapun jika diterapkan di daerah Puger diperoleh daya listrik yang terkecil dapat dihasilkan sebesar 16561,021 Watt, sedangkan daya listrik yang terbesar dapat dihasilkan sebesar 2116669,434 Watt. Dengan potensi daya listrik rata-rata perhari yaitu 615637,176 Watt, rumah nelayan dan rumah-rumah disekitar pantai dapat disuplay oleh daya listrik tersebut [10].

Menurut Alfian Rizal Ubaidillah *et al.* (2017) dalam penelitiannya yang berjudul Studi Potensi Pembangkit Listrik Ombak Tipe Oscillating Water Column Di Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang, berdasarkan dari perhitungan dan analisis yang dilakukan ini diketahui bahwa PLTO tipe OWC di Pulau Sempu mempunyai potensi daya listrik maksimum yang dapat dibangkitkan adalah sebesar 4009,68kW dan daya minimum sebesar 1989,56kW dengan lebar kolom kolektor 8 meter[11].

Penelitian dilakukan untuk menghitung potensi energi listrik tenaga gelombang laut sistem Oscillating Water Column (OWC) di perairan pesisir Kalimantan Barat. Penelitian dilakukan pada 15 titik lokasi di perairan pesisir

Kalimantan Barat. Penelitian ini menggunakan data kecepatan angin tahun 2006 s.d. 2014 untuk menentukan nilai tinggi signifikan dan periode gelombang menggunakan metode Wilson. Analisis daya listrik dilakukan pada empat kondisi musim yang ada di Indonesia, yaitu musim barat, peralihan I, musim timur dan peralihan II. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan untuk musim barat berkisar 831,53 s.d. 229.404,42 Watt, untuk peralihan I berkisar 161,35 s.d. 22.585,14 Watt. Sedangkan untuk musim timur berkisar 301,35 s.d. 265.620,97 Watt dan untuk peralihan II berkisar 139,64 s.d. 164.495,99 Watt. Daya listrik tertinggi berada di Pantai Pulau Karimata, Kab. Kayong Utara pada musim barat dengan nilai sebesar 831.370,47 Watt. Sedangkan daya listrik terendah berada di Pantai Pulau Datok, Kab. Kayong Utara pada kondisi peralihan I dengan nilai sebesar 0,007 Watt. Berdasarkan daya listrik yang telah dikaji, lokasi yang berpotensi besar menghasilkan daya listrik adalah Pantai Temajuk Kab. Sambas, Pantai Pulau Karimata Kab. Kayong Utara dan Pantai Pulau Bawal Kab. Ketapang. Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC) di Perairan Pesisir Kalimantan Barat[12].

Angga Febrika M.P (2017) penelitiannya yang berjudul Studi potensi energi gelombang laut sebagai pembangkit tenaga listrik di wilayah perairan kab. Kebumen memamparkan bahwa Potensi daya listrik pada kondisi gelombang signifikan rata-rata minimum tahunan dari tahun 2007-2016 (per meter panjang garis pantai) yang mampu dibangkitkan gelombang laut di Perairan Selatan Kabupaten Kebumen adalah : untuk

daya minimum sebesar 867 Watt (pada tahun 2016), sementara daya terbesar adalah sebesar 1248 Watt (pada tahun 2008 dan 2013)[13].

Penelitian yang dilakukan Tri Alfansuri tahun 2014 tentang Pantai pesisir Selatan Malang adalah kawasan yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan energi gelombang lautnya sebagai Pembangkit Tenaga Listrik (PTL) karena memiliki Karakteristik ketinggian gelombang laut antara 1 – 3 m dan konstan. Diadakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui potensi daya yang dihasilkan oleh gelombang laut, dengan menganalisa data dari Badan Meteorologi Klimantologi dan Geofisika (BMKG) yang berupa data ketinggian gelombang dan kecepatan angin. Hasil akhir diketahui bahwa dengan ketinggian gelombang antara 0,70 – 3,25 m mampu menghasilkan daya sebesar 94.115 – 5.261.198,29 Watt [14].

Penelitian yang dilakuakan Luther Sule et al. 2018 tentang Pembangkit listrik tenaga gelombang berosilasi untuk perahu nelayan jaring angkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DESAIN 5 dengan panjang lengan ke pelampung (L1) 4 m dan panjang lengan ke katrol (L2) 3 m dan desain 6 dengan L1 4 m dan L2 2 m merupakan dua desain yang paling pas untuk tujuan tersebut. Kedua desain tersebut dapat menghasilkan daya (P) yang cukup untuk menyalakan lampu perahu pada kondisi ketinggian gelombang terpendek (0,75 m) dan kondisi ketinggian gelombang tertinggi (1,5 m). Pada kondisi ketinggian gelombang terpendek (0,75 m), DESAIN 5 menghasilkan daya 14.237,58 W dan DESIGN 6 menghasilkan 14.290,31 W. Pada

kondisi tinggi gelombang tertinggi (1,5 m), DESAIN 5 dan DESIGN 6 menghasilkan daya masing-masing 28.285,31 W dan 28.496,25 W [15].

## B. Gelombang Laut

Gelombang laut merupakan pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal. Angin yang memindahkan tenaganya ke permukaan perairan, menyebabkan riak-riak, alunan/bukit dan merubah menjadi gelombang laut atau ombak [16]. Gelombang laut memiliki energi potensial dan kinetik yang dapat dihitung dengan persamaan dari Kim Neilsen. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka dapat diperoleh beberapa energi yang terdapat didalam gelombang pasang yang tinggi [17]. Persamaan untuk energi potensial gelombang laut adalah:

$$E_p = \frac{1}{4} \rho \cdot w \cdot g \cdot A^2 \cdot \lambda \dots\dots\dots(2.1)$$

Energi gelombang adalah energi mekanik gelombang yang merupakan total dari energi potensial gelombang dan energi kinetik gelombang, sehingga :

$$E_M = E_p + E_k$$

$$E_M = \left\{ \frac{1}{4} \rho \cdot w \cdot g \cdot A^2 \cdot \lambda \right\} + \left\{ \frac{1}{4} \rho \cdot w \cdot g \cdot A^2 \cdot \lambda \right\}$$

$$E_M = \frac{1}{2} \rho \cdot w \cdot g \cdot A^2 \cdot \lambda$$

Dari energi mekanik gelombang akan didapatkan nilai daya yang dihasilkan oleh gelombang dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{E_M}{T}$$

$$P = \frac{\rho \cdot w \cdot g \cdot A^2 \cdot \lambda}{2T}$$

Dengan  $\lambda = \frac{g}{2\pi} T^2$  dan  $A = \frac{H}{2}$  Maka,

$$P = \frac{1}{16\pi} \rho w g^2 A^2 T$$

Dimana:

$P_w$  = Daya Gelombang Laut

$w$  = Lebar Pelampung

$\rho$  = Densitas Air Laut

$A$  = Amplitudo Gelombang Laut  $\frac{H}{2}$

$g$  = Percepatan Gravitasi

$\lambda$  = Panjang Gelombang

$T$  = Periode Gelombang

Gelombang laut adalah rambatan air laut yang berfluktuasi naik turun akibat dibangkitkan terutama oleh angin di daerah pembangkitan laut dalam. Pada umumnya bentuk gelombang laut di alam sangat kompleks dan sulit digambarkan secara sistematis karena ketidak linierannya, tiga dimensi, dan mempunyai tinggi dan periode gelombang yang berbeda. Gelombang laut dibangkitkan oleh angin (Gelombang Angin), gaya tarik matahari dan bulan (pasang surut), letusan gunung berapi atau gempa di laut (tsunami) [18].

Bentuk dan perambatan gelombang yang bervariasi serta tidak beraturan sangat mempengaruhi karakteristik gelombang yang terjadi pada perairan tersebut. Selain terjadi perubahan tinggi, panjang dan kecepatan gelombang juga terjadi fenomena lain seperti pendangkalan, refraksi, difraksi dan pantulan sebelum gelombang tersebut pecah. Pendangkalan gelombang adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman dimana kecepatan gelombangnya berkurang dan akibatnya juga terjadi refraksi karena arah gerak puncak gelombang mengikuti bentuk kontur kedalaman laut. Refraksi ditekankan pada perubahan tinggi gelombang karena pembelokan arah puncak gelombang. Sedangkan difraksi adalah proses pemindahan ke arah daerah yang terlindungi sehingga menyebabkan timbulnya gelombang[19].

Pada kondisi sesungguhnya di alam, pergerakan orbital di perairan dangkal (shallow water) dekat dengan kawasan pantai. Sehingga, dapat dibayangkan bagaimana energi gelombang mampu mempengaruhi kondisi pantai. Simulasi pergerakan partikel

air saat penjalaran gelombang menuju pantai ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang fetch pembangkitannya. Fetch adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Fetch ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak fetchnya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar.

Gelombang yang menjalar dari laut dalam (*deep water*) menuju ke pantai akan mengalami perubahan bentuk karena adanya perubahan kedalaman laut. Apabila gelombang bergerak mendekati pantai, pergerakan gelombang di bagian bawah yang berbatasan dengan dasar laut akan melambat. Ini adalah akibat dari friksi/ gesekan antara air dan dasar pantai. Sementara itu, bagian atas gelombang di permukaan air akan terus melaju. Semakin menuju ke pantai, puncak gelombang akan semakin tajam dan lembahnya akan semakin datar. Fenomena ini yang menyebabkan gelombang tersebut kemudian pecah.

Sebuah gelombang terdiri dari beberapa bagian antara lain:

1. Puncak gelombang (Crest) adalah titik tertinggi dari sebuah gelombang.
2. Lembah gelombang (Trough) adalah titik terendah gelombang, diantara dua puncak gelombang.
3. Panjang gelombang (Wave length) adalah jarak mendatar antara dua puncak gelombang atau antara dua lembah gelombang.



4. Tinggi gelombang (Wave height) adalah jarak tegak antara puncak dan lembah gelombang.
5. Priode gelombang (Wave period) adalah waktu yang diperlukan oleh dua puncak gelombang yang berurutan untuk melalui satu titik.

### C. Perhitungan Gelombang Laut

Periode datangnya gelombang dapat dihitung menggunakan persamaan yang disarankan oleh Nielsen (1986) dalam Utami (2010) sebagai berikut [20-21]:

$$T = 3,55 * \sqrt{H} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :                    T = periode gelombang (s)

                                  H = tinggi gelombang (m)

Dengan mengetahui perkiraan periode datangnya gelombang tersebut,selanjutnya kita dapat menghitung panjang dan kecepatan gelombang dengan persamaan menurut Ross (1980) dalam Utami (2010) sebagai berikut [22]:

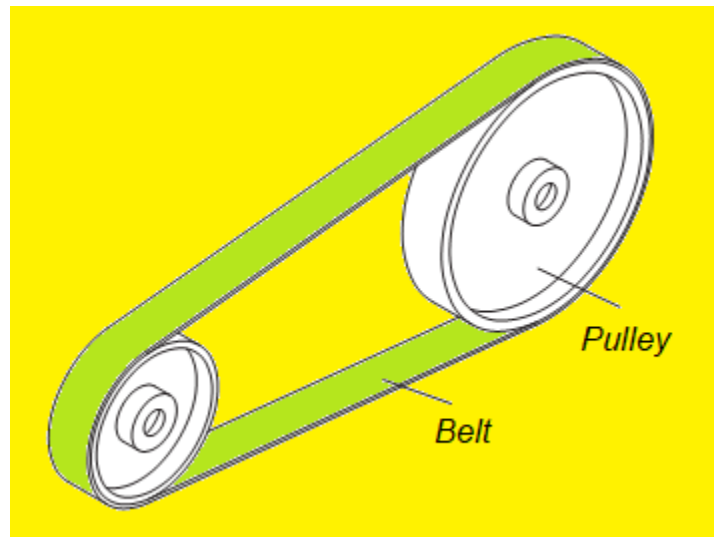
$$\lambda = 5,12 * T^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :                     $\lambda$  = panjang gelombang (m)

                                  T = periode gelombang (s)

#### D. Pulley dan V-Belt

Pulley dan belt adalah pasangan elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lain. Perbandingan kecepatan antara poros penggerak dan poros yang digerakkan tergantung pada perbandingan diameter pulley yang digunakan. Agar dapat mentransmisikan daya, pulley dihubungkan dengan belt (sabuk) dan memanfaatkan kontak gesek antara pulley dengan sabuk.



Gambar 1. Pulley dan Belt.

(Sumber: *Peter R. N. Childs, 2014, Mechanical Design Engineering Handbook*)

Secara umum, transmisi pulley dan sabuk digunakan ketika kecepatan rotasi berada di sekitar 10-60 m/s. Pada kecepatan yang lebih rendah, tegangan tarik pada sabuk menjadi terlalu tinggi untuk jenis-jenis sabuk tertentu. Pada kecepatan yang lebih

tinggi; gaya sentrifugal dapat melepaskan sabuk dari pulley sehingga mengurangi kapasitas torsi, efektivitas, dan usia pakai sabuk.

Jumlah daya yang ditransmisikan pulley dan sabuk tergantung pada beberapa faktor berikut:

- Kecepatan sabuk.
- Tegangan di mana sabuk ditempatkan pada pulley.
- Busur kontak antara sabuk dan pulley diameter kecil.
- Kondisi di mana sabuk digunakan.

Berikut ini merupakan faktor penting yang menjadi dasar pemilihan penggerak pulley dan sabuk:

- Kecepatan poros penggerak dan poros yang digerakkan.
- Rasio pengurangan kecepatan.
- Daya yang ditransmisikan.
- Jarak antara titik pusat poros.
- Tata letak poros.
- Ruang yang tersedia.
- Ketentuan layanan.

Petunjuk praktis perencanaan atau pemasangan transmisi pulley dan belt:

- Poros harus sesuai dengan garisnya untuk memastikan tegangan di seluruh bagian sabuk seragam.
- Jarak antara kedua pulley tidak boleh terlalu dekat, agar busur kontak pada pulley yang lebih kecil bisa sebesar mungkin.
- Pulley juga tidak boleh berjarak terlalu jauh, karena menyebabkan sabuk membebani poros. Peningkatan beban pada poros akan meningkatkan gesekan pada bearing.
- Sabuk yang panjang cenderung berayun dan menyebabkan sabuk lepas dari pulley.
- Sisi kencang dari sabuk harus di bagian bawah, sehingga sabuk bagian atas yang longgar akan meningkatkan busur kontak pada pulley.
- Pada jenis sabuk datar, jarak maksimum antara poros tidak boleh melebihi 10 meter dan tidak boleh kurang dari 3,5 kali diameter pulley yang besar.

### **1. Jenis-jenis Transmisi Pulley dan Belt**

Transmisi pulley dan sabuk dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok yaitu Ringan dengan kecepatan sabuk sampai sekitar 10 m/s dan daya kecil. Contoh seperti pada mesin pertanian dan mesin yang kecil, Sedang, kelompok ini digunakan untuk mentransmisikan daya sedang pada kecepatan sabuk 10 sampai 22 m/s, Berat dengan daya besar dan kecepatan sabuk di atas 22 m/s, seperti pada kompresor dan generator.

## **2. Kelebihan dan kekurangan Transmisi Pulley dan Belt**

Berikut beberapa keunggulan dari transmisi pulley dan belt dibanding dengan transmisi roda gigi atau rantai yaitu, Instalasi mudah, Perawatan sedikit, Keandalan tinggi, Dapat diterapkan pada dua poros yang tidak parallel dan Kecepatan transmisi tinggi.

Berikut beberapa kelemahan dari transmisi pulley dan belt yaitu Kapasitas daya yang dapat ditransmisikan terbatas, Rasio kecepatan terbatas, Rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti kontaminasi dengan pelumas. Selain itu, getaran dan beban kejut dapat merusak sabuk.

## **3. Fungsi Transmisi Pulley dan Belt**

Beberapa fungsi lain dari pulley dan belt selain mentransmisikan daya antara lain: Memperlambat putaran poros, Mempercepat putaran poros, Memperkecil torsi dan Memperbesar torsi [23].

## **E. Alternator**

Penerapan dari konsep induksi elektromagnetik digunakan pada dinamo atau generator. Alat ini mengubah energi mekanik atau kinetik menjadi energi listrik. Prinsip kerja dinamo atau generator ada dua macam, antara lain:

1. Kumbaran berputar di dalam suatu medan magnet.
2. Magnet berputar di antara beberapa kumbaran.

Saat kumparan diputar diantara kutub-kutub magnet sehingga memotong garis-garis medan magnet maka kumparan akan menerima fluks magnet yang besarnya berubah-ubah. Perubahan fluks magnet ini dapat menimbulkan ggl induksi. Energi kinetik pada dinamo atau generator dapat diperoleh dari putaran roda, angin, dan air terjun. Pada umumnya berdasarkan arus yang dihasilkan, dinamo atau generator dibedakan menjadi dua macam, yaitu AC (arus bolak-balik) dan DC (arus searah). Pada sebuah dinamo terdapat bagian yang berputar disebut rotor, sedangkan bagian yang diam disebut stator. Gaya gerak listrik induksi pada dinamo ataupun generator dan juga kuat arus induksinya dapat diperbesar dengan cara sebagai berikut [24]:

1. Mempercepat putaran rotor.
2. Memperbesar jumlah lilitan kumparan.
3. Menggunakan magnet yang kuat.
4. Memasukan inti besi lunak ke dalam kumparan.