

**PERANCANGAN *ROWING MACHINE* SEBAGAI ALAT  
KEBUGARAN DAN PRODUKSI LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam*



**Disusun Oleh :**

**ROMY RAMADHANA**

**17.331.0914**

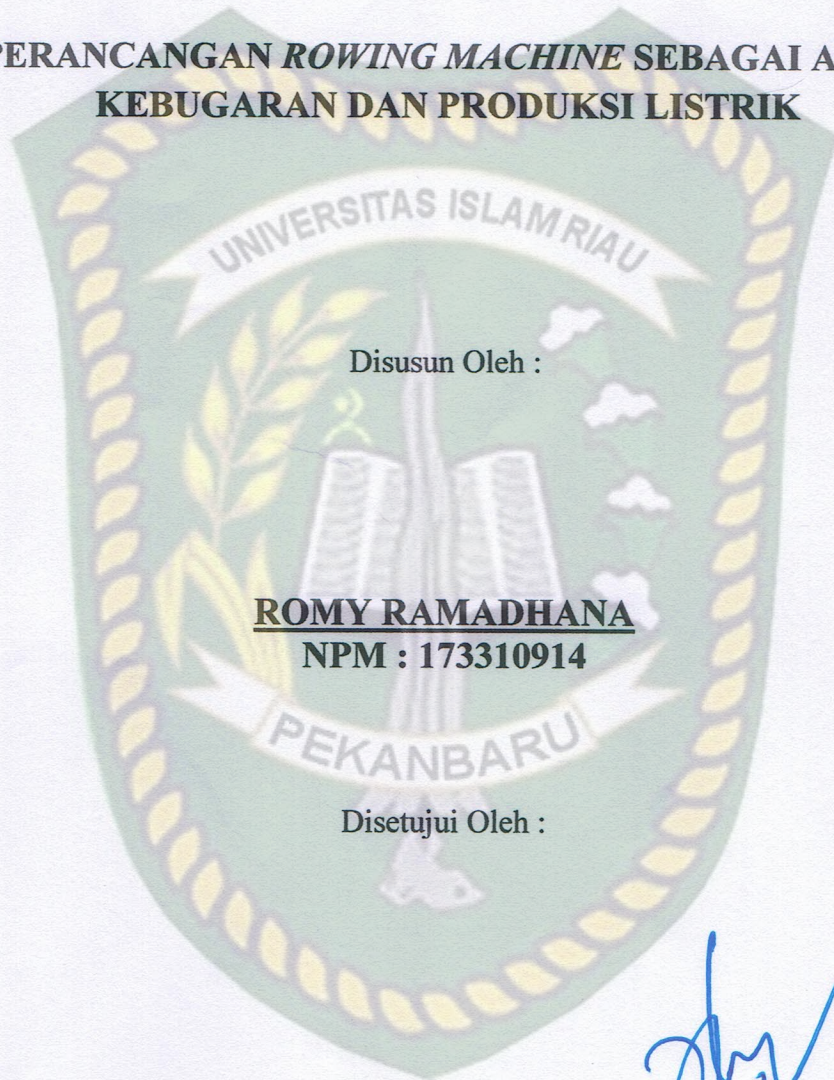
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN *ROWING MACHINE* SEBAGAI ALAT  
KEBUGARAN DAN PRODUKSI LISTRIK**



Disusun Oleh :

**ROMY RAMADHANA**  
**NPM : 173310914**

Disetujui Oleh :

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Jhonni Rahman', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive.

**JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D**  
**Dosen Pembimbing**

**Tanggal : 28 JULI 2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ROWING MACHINE SEBAGAI ALAT KEBUGARAN  
DAN PRODUKSI LISTRIK**

Disusun Oleh :

**ROMY RAMADHANA**  
NPM : 17.331.0914

Disetujui :

**PEMBIMBING**

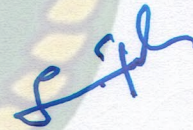
**JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD**  
NIDN. 1009038504

**PENGUJI I**



**RAFIL ARIZONA, S.T., M.Eng**  
NIDN :1028108902

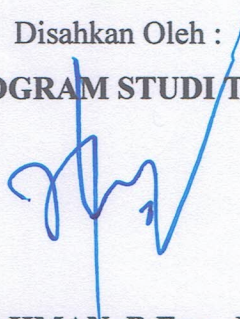
**PENGUJI II**



**Ir. SUTAN LAZRISYAH, M.T.**  
NIDN : 8945740022

Disahkan Oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**



**JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD**  
NIDN. 1009038504

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Romy Ramadhana  
NPM : 17.331.0914  
Fakultas / Prodi : Teknik / Teknik Mesin  
Judul Skripsi / TA : Perancangan *Rowing Machine* Sebagai Alat Kebugaran Dan  
Produksi Listrik

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan Skripsi / Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bahan dari Skripsi / Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di Daftar Pustaka.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, 4 Agustus 2022



**Romy Ramadhana**

**17.331.0914**

## BIODATA PENULIS

### DATA PERSONAL

Nama Lengkap : Romy Ramadhana  
NPM : 173310491  
Tempat / Tanggal Lahir : Dumai, 30 Desember 1997  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Alamat Domisili : Jl. Giam Raya Perumahan  
Pandau Permai  
Alamat : Jl. Giam Raya Perumahan  
Pandau Permai



### PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SD N 009 Binsus Dumai  
Sekolah Menengah Pertama : SMP YKPP UP II Pertamina Dumai  
Sekolah Menengah Kejuruan : SMK Migas Teknologi Riau Pekanbaru  
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Riau (S1 Teknik Mesin)

### SKRIPSI / TUGAS AKHIR

“PERANCANGAN *ROWING MACHINE* SEBAGAI ALAT KEBUGARAN DAN PRODUKSI LISTRIK”.

Tempat Penelitian : Laboratorium Teknik Mesin (Workshop)  
Gedung B Fakultas Teknik, Komplek Kampus  
UIR

Tanggal Sidang Skripsi / TA : 28 Juli 2022

Pekanbaru, 4 Agustus 2022

**Romy Ramadhana**  
**NPM: 173310914**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PERANCANGAN *ROWING MACHINE* SEBAGAI ALAT KEBUGARAN DAN PRODUKSI LISTRIK”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau serta pengembangan teknologi tepat guna.

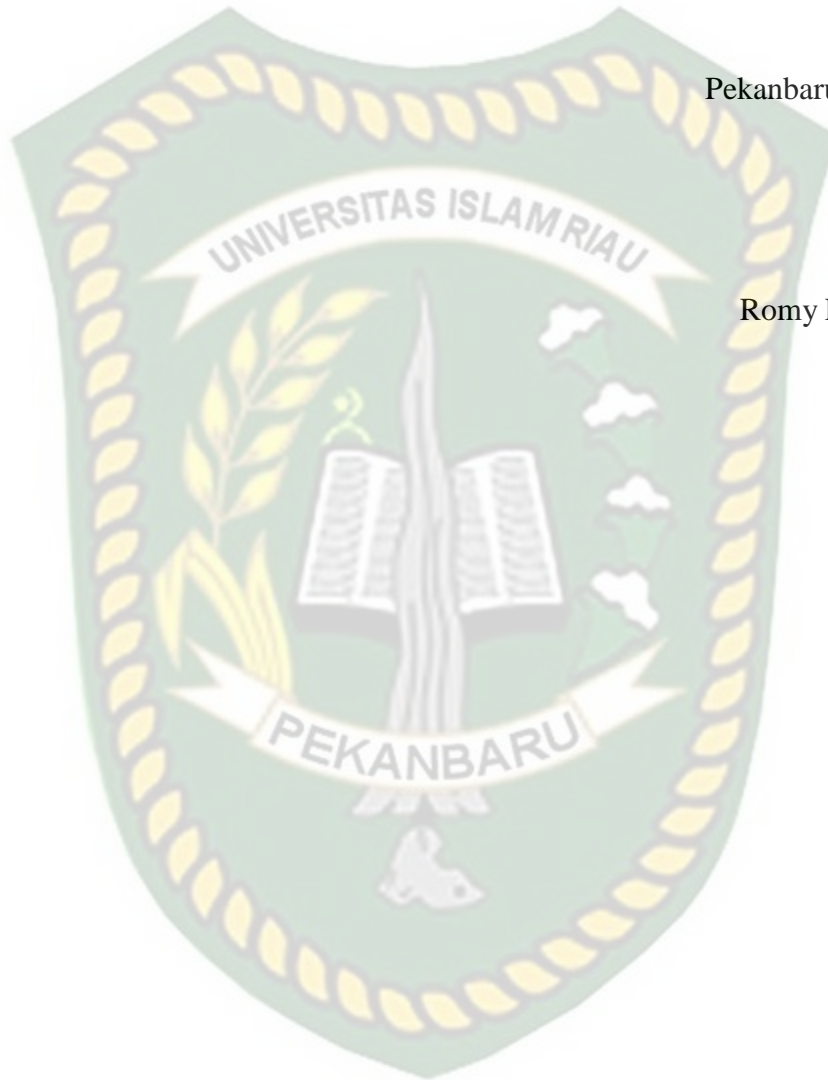
Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua, saudara-saudara saya atas doa, bimbingan serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., Phd selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Dosen Pembimbing. Atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
4. Bapak Rafil Arizona, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
5. Segenap Dosen Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau yang telah memberikan ilmunya kepada kami semua.
6. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir

Penulis menyadari laporan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Pekanbaru, 23 Juni 2022

Romy Ramadhana



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
ABSTRAK.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sejarah Pembangkit Tenaga Listrik.....	5
2.2 Pembangkit Tenaga Listrik.....	8
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	8
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	10
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	12
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	14
2.2.5 Pembangkit Listrik Alternatif.....	15
2.3 Pengantar Generator Listrik.....	16
2.3.1 Jenis – Jenis Generator.....	17
2.4 Pengertian Rowing Machine.....	17
2.5 Jenis – jenis alat <i>Rowing Machine</i> .....	18



2.5.1	Rowing Machine jenis Udara.....	18
2.5.2	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Magnetic</i> .....	19
2.5.3	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Water</i> .....	20
2.5.4	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Hydraulic</i> .....	21
2.6	Sejarah motor listrik BLDC.....	22
2.7	Motor Listrik BLDC ( <i>Brushless Direct Current</i> ).....	22
2.8	Kecepatan dan torsi motor listrik <i>BLDC</i> .....	25
2.8.1	Kecepatan.....	25
2.8.2	Torsi.....	25
2.9	Roda Gigi.....	26
2.9.1	Jenis Roda Gigi menurut bentuk gigi.....	26
2.9.2	Fungsi Roda Gigi.....	29
2.10	Transmisi.....	29
BAB III	.....	32
METODOLOGI PENELITIAN	.....	32
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	32
3.2	Studi Literatur.....	33
3.3	Proses Perancangan.....	33
3.4	Sketsa Alat.....	33
3.5.1	Bahan.....	34
3.5	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	37
BAB IV	.....	38
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	38
4.1	Gambar Rancangan Sketsa <i>Rowing Machine</i> .....	38
4.2	Perhitungan kekuatan konstruksi.....	39
BAB V	.....	45
PENUTUP	.....	45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Representasi skematis dari perangkat konversi energy.....	6
Gambar 2.2	Skema PLTU.....	8
Gambar 2.3	Prinsip Kerja PLTS .....	11
Gambar 2.4	<i>Rowing Machine Air</i> .....	19
Gambar 2.5	<i>Rowing Machine Magnetic</i> .....	20
Gambar 2.6	<i>Waterrower</i> .....	20
Gambar 2.7	<i>Rowing Machine Hydraulic</i> .....	21
Gambar 2.8	Motor Listrik <i>Brushless Direct Current</i> .....	23
Gambar 2.9	Konstruksi Motor <i>BLDC</i> .....	24
Gambar 2.10	Roda Gigi Lurus ( <i>Spur Gear</i> )... ..	27
Gambar 2.11	Roda Gigi Heliks ( <i>Helix Gear</i> )... ..	27
Gambar 2.12	Roda Gigi Payung ( <i>Bevel Gear</i> ).....	28
Gambar 2.13	Roda Gigi Cacing ( <i>Worm Gear</i> )... ..	28
Gambar 2.14	Roda Gigi <i>Planetary</i> .....	29
Gambar 2.15	Komponen Transmisi Manual .....	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	32
Gambar 3.2	Sketsa <i>Rowing Machine</i> .....	34
Gambar 3.3	<i>Tachometer</i> .....	35
Gambar 3.4	<i>Multitester</i> .....	35
Gambar 3.5	Mesin Las.....	36
Gambar 3.6	Mesin Gerinda.....	37
Gambar 3.7	Bor Listrik... ..	37
Gambar 3.8	Palu.....	38
Gambar 3.9	Meteran... ..	38
Gambar 3.10	Kunci Pas Ring.....	39
Gambar 3.11	Obeng .....	39

Gambar 3.12	Motor <i>BLDC</i> .....	40
Gambar 3.13	<i>Flywheel</i> (Roda Gila) .....	41
Gambar 3.14	Poros <i>Hub</i> Sepeda .....	41
Gambar 3.15	Rantai... ..	42
Gambar 3.16	Tali Pengikat... ..	42
Gambar 3.17	Besi Hollow.....	42
Gambar 4.1	Gambar sketsa rancangan <i>Rowing Machine</i> .....	45
Gambar 4.2	Gambar rancangan tampak samping .....	45
Gambar 4.3	Free body diagram.....	46
Gambar 4.4	Rancangan gambar tampak atas.....	48
Gambar 4.5	Disein mesin pembangkit listrik pada <i>Rowing Machine</i> .....	51
Gambar 4.6	Mesin pembangkit listrik pada <i>Rowing Machine</i> dari depan... ..	51
Gambar 4.7	Mesin pembangkit listrik pada <i>Rowing Machine</i> dari samping.....	51
Gambar 4.8	Pemotongan bahan .....	52
Gambar 4.9	Las rangka rowing machine .....	53
Gambar 4.10	Membuat kedudukan flywheel.....	53
Gambar 4.11	Proses pemasangan flywheel... ..	53
Gambar 4.12	Pemasangan beberapa komponen... ..	54
Gambar 4.13	Quality control... ..	54
Gambar 4.14	Pengambilan data... ..	55
Gambar 4.15	Pengolahan data... ..	55
Gambar 4.16	Grafik Pin –Pout.....	63
Gambar 4.17	Grafik Performa Rowing Machine.....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan.....	44
Table 4.1	Hasil Pengujian .....	55
Table 4.1	Hasil Perhitungan.....	63

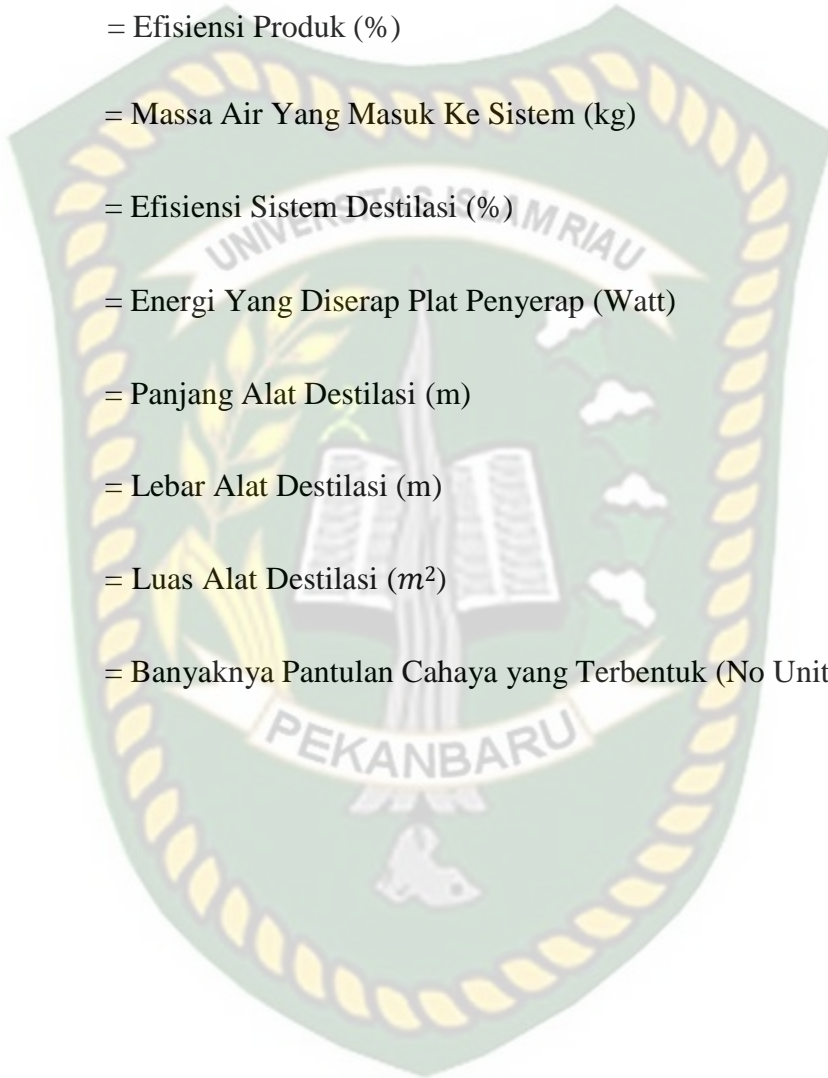


Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR NOTASI

$Q_{rad}$	= Energi Radiasi (Watt)
$Q_{conv}$	= Energi Konveksi (Watt)
$Q_{cond}$	= Energi Konduksi (Watt)
$E$	= Koefisien Emisivitas (Black Body)
$\Sigma$	= Konstanta Stefan Boltzmann ( $\frac{w}{m^2k^4}$ )
$T$	= Temperatur Lingkungan (K)
$A$	= Luas Penampang/Area ( $m^2$ )
$H$	= Koefisien Perpindahan Panas Konveksi ( $\frac{w}{m^2\text{°C}}$ )
$\Delta T$	= Perbedaan Temperatur ( $\text{°C}$ )
$K$	= Konduktivitas Thermal Penghantar Panas ( $\frac{w}{m^2\text{°C}}$ )
$Q_{evap}$	= Energi Penguapan (Watt)
$Q_{cond}$	= Energi Pengembunan (Watt)
$h_{fg}$	= Kalor Laten ( $J/kg$ )
$T$	= Waktu (s)
$M_v$	= Massa Air Tawar Yang Dihasilkan (kg)
$\rho$	= Massa Jenis Air Yang Digunakan ( $kg/m^3$ )
$V$	= Volume Produk Air Bersih Yang Dihasilkan ( $m^3$ )

$T_k$	= Temperatur kondensat (K)
$T_u$	= Temperatur Uap (K)
$\dot{m}$	= Laju Destilasi ( $kg/s$ )
$\eta_p$	= Efisiensi Produk (%)
$m_{in}$	= Massa Air Yang Masuk Ke Sistem (kg)
$\eta_{tot}$	= Efisiensi Sistem Destilasi (%)
$Q_{in}$	= Energi Yang Diserap Plat Penyerap (Watt)
$P$	= Panjang Alat Destilasi (m)
$l$	= Lebar Alat Destilasi (m)
$L$	= Luas Alat Destilasi ( $m^2$ )
$n$	= Banyaknya Pantulan Cahaya yang Terbentuk (No Unit)



# **ROWING MACHINE SPORT DESIGN AS ALTERNATIVE POWER PLANT**

**Romy Ramadhana**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

romyramadhana@student.uir.ac.id

## **ABSTRACT**

*Alternative energy is a form of energy utilization to save the earth and supply energy needs. The limited fossil energy or non-renewable energy encourages the existence of alternative energy, one of which is the design of electric energy- producing sports equipment or Rowing Machines. Rowing machines generate electricity through the rotation of the flywheel to turn a generator using human power. This study uses an experimental method by designing a prototype according to the criteria of the flywheel generator. The components of the Rowing Machine consist of a flywheel, generator, transmission, gears, chain, seat, towing lever and spring rope. The frame is made of iron material with an outer length of 250 cm, an inner length of 220 cm, a front height of 25 cm, a rear height of 35 cm and a width of 40 cm from the supporting legs of the frame. The flywheel is made with a mass dimension of 8 kg and a diameter of 40 cm. The results of the experiment used a 5-speed bicycle groupset with a time of 1.5 seconds for each tooth. The final result of the Rowing Machine experiment shows that the output power is directly proportional to the torque produced. The maximum power produced by the rowing machine is 267.75 Watt with a torque of 2.06 N.m at a rotating speed of 1423 Rpm at speed 1. The ratio of weight also affects the power and power produced.*

**Keywords : Energi alternatif, Flywheel, Generator, Motor BLDC, Rowing machine**

# PERANCANGAN ALAT OLAHRAGA ROWING MACHINE SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF

**Romy Ramadhana**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

romyramadhana@student.uir.ac.id

## ABSTRAK

*Energi alternatif adalah suatu bentuk pemanfaatan energi dalam menyelamatkan bumi serta pasokan kebutuhan energi. Terbatasnya energi fosil atau energi yang tidak dapat diperbarui mendorong adanya energi alternative salah satunya perancangan alat olahraga penghasil energi listrik atau Rowing Machine. Rowing machine menghasilkan listrik lewat putaran flywheel untuk memutar generator memanfaatkan tenaga dari manusia. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mendesain prototype sesuai dengan kriteria dari flywheel generator. Komponen dari Rowing Machine terdiri dari roda gila, generator, transmisi, roda gigi, rantai, kursi, tuas penarik dan tali pegas. Rangka dibuat menggunakan material besi dengan panjang luar 250 cm, panjang dalam 220 cm, tinggi depan 25 cm, tinggi belakang 35 cm dan lebar dari kaki penopang rangka 40 cm. Flywheel dibuat dengan dimensi massa 8 kg dan diameter 40 cm. Hasil percobaan menggunakan groupset 5 percepatan sepeda dengan waktu 1,5 second setiap giginya. Pada hasil akhir dari percobaan Rowing Machine memaparkan bahwa daya Output berbanding lurus dengan torsi yang di hasilkan. Daya maksimum yang dihasilkan oleh rowing machine sebesar 267,75 Watt dengan Torsi 2,06 N.m di kecepatan Putar 1423 Rpm pada speed 1. Perbandingan berat badan juga mempengaruhi tenaga dan daya yang dihasilkan.*

**Kata Kunci :** *Energi alternatif, Flywheel, Generator, Motor BLDC, Rowing machine*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi bersifat kekal, yang artinya energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat di hilangkan (musnah). Akan tetapi, energi dapat berubah menjadi suatu bentuk energi lainnya. Misalnya energi gerak menjadi energi listrik, seperti sudu-sudu yang menggerakkan turbin sehingga menghasilkan listrik, energi listrik menjadi energi bunyi seperti radio dan lain-lain. Semua peralatan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari memerlukan energi yang bersumber dari listrik atau bahan bakar minyak. Kendaraan memerlukan bahan bakar minyak dalam bentuk bensin, avtur, solar dan sebagainya. Alat komunikasi, alat rumah tangga, dan sebagainya memerlukan energi dari listrik. Dengan berkembangnya pertumbuhan ekonomi, tingginya pemakaian listrik juga mengalami kenaikan pesat. Pembangunan sistem kelistrikan pada saat ini sudah tidak sesuai dengan perkembangan atau kebutuhan listrik. Hal ini yang menyebabkan terjadinya krisis energi listrik. (Eka Budiyan, 2010).

Energi merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia modern. Hampir semua aspek kehidupan memerlukan energi sebagai penggerak utama. (Achmad Imam Agung, 2013). Pemanfaatan energi terbarukan sudah mulai di galakkan dan di manfaatkan untuk berbagai kebutuhan, di tempat terpencil dimana ketersediaan sumber-sumber energi komersial (pada umumnya bahan bakar minyak – BBM) masih langka dan “mahal”.

Indonesia, merupakan salah satu negara kepulauan sehingga penggunaan transportasi energi komersial akan menjadi kendala bagi ketersediaan energi yang murah di daerah - daerah terpencil tersebut. Di samping itu, Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan yang sangat besar. Di waktu yang akan datang, pengembangan potensi sumber energi terbarukan mempunyai peluang besar dan bersifat strategis mengingat sumber energi terbarukan merupakan sumber energi bersih, ramah lingkungan dan berkelanjutan. (Chayun Budiono, 2003) Jenis energi

alternatif yang dapat dikembangkan karena memenuhi persyaratan teknologis dan ekonomis dengan pengembangan energi panas bumi atau *geothermal* untuk mengganti energi fosil dalam membantu membangkit energi listrik. Selain itu, akan dikemukakan juga teknologi pengelolaan energi listrik masa depan yang lebih efisien.

Wilayah Indonesia yang luas terkandung beragam potensi energi yang berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Potensi energi tersebut berupa energi primer atau energi fosil seperti minyak bumi, gas dan batubara dan potensi energi terbarukan atau alternatif antara lain, yaitu air, panas bumi atau *geothermal*, *mini/mycro hydro*, tenaga surya, tenaga angin bahkan nuklir atau uranium.

Penggunaan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, dapat mengurangi berbagai dampak buruk akibat yang ditimbulkan dalam penggunaan bahan bakar minyak. Desakan untuk meninggalkan minyak bumi sebagai sumber pengadaan energi nasional saat ini terus digulirkan oleh berbagai pihak, termasuk dari pemerintah sendiri. Langkah ini diperlukan agar negara Indonesia keluar dari krisis energi yang berkelanjutan. (Ibrahim Nawawi & Bagus Fatkhurrozi, 2017).

Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua kegiatan dalam kehidupan memerlukan energi sebagai penggerak utama. Dari data yang diperoleh akan ditentukan jenis energi alternatif yang dapat dikembangkan karena memenuhi persyaratan teknologis dan ekonomis. Disamping itu akan juga dikembangkan teknologi pengelolaan energi listrik masa depan yang lebih efisien. (Achmad Imam Agung, 2013). Energi terbarukan sering disebut sebagai energi alternatif. Segmen energi ini dalam dunia industri energi mencakup berbagai sumber dari sejumlah teknologi yang dinyatakan cukup potensial, seperti energi nuklir dan pembangkit listrik tenaga air, energi angin, energi surya dan bio fuel. (Edwaren Liun, 2011).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang ditentukan sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan sistem *Rowing Machine* sebagai alat penghasil listrik alternatif?
2. Apa saja komponen yang dibutuhkan dalam perencanaan pembangkit listrik alternatif *Rowing Machine*?
3. Bagaimana dimensi *Rowing Machine* sebagai alat pembangkit listrik alternatif?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghasilkan model rancangan *Rowing Machine* sebagai alat listrik alternatif.
2. Untuk mengetahui komponen - komponen yang dibutuhkan dalam proses perencanaan listrik alternatif *Rowing Machine*.
3. Untuk mendapatkan dimensi yang dibutuhkan dalam *Rowing Machine*.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang di tentukan adalah sebagai berikut :

1. Alternator yang digunakan Motor Listrik *Brushless Direct Current*
2. Perancangan dilakukan untuk membuat alat olahraga *Rowing Machine* sebagai penghasil listrik alternatif skala kecil.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang hendak di capai dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ikut serta dalam program hemat energi untuk menjaga ketersediaan energi dalam jangka waktu yang lama.
2. Memanfaatkan alat olahraga sebagai alat penghasil listrik alternatif.
3. Mengembangkan inovasi dalam mengembangkan teknologi tepat guna.
4. Membantu masyarakat mengurangi krisis energi listrik.
5. Mengimplementasikan ilmu teknik mesin.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan laporan proyek akhir ini di susun dengan sistematika sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Merupakan bab yang berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah dan manfaat penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas mengenai tinjauan pustaka yang berisi penelitian terkait topik penelitian pada proyek akhir dan berisi dasar teori yang mencakup materi pendukung penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Merupakan bab yang membahas tentang metode penelitian yang mencakup waktu, alat dan bahan yang digunakan serta proses penelitian

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil dari penelitian dan pembahasan pada pengujian alat olahraga *Rowing Machine* penghasil listrik

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini mendeskripsikan tentang kesimpulan dan saran

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sejarah Pembangkit Tenaga Listrik

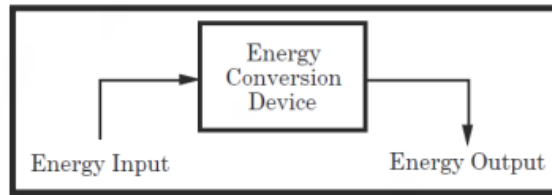
Pembangkit listrik ditemukan oleh Benjamin Franklin, Alesandro volta dan Michael Faraday pada abad ke 19, dengan temuan yang berbeda tentunya. Michael Faraday adalah penemu pengantar antar listrik dan magnet, dengan berkembangnya pemerataan mesin uap dan penggunaan gas sebagai bahan bakar dan penerangan. Thomas Edison asal Amerika Serikat mengembangkan zat karbon filmen untuk menghasilkan cahaya melalui tenaga listrik. Peralatan untuk penerangan banyak digunakan sehingga penggunaannya banyak pada kereta listrik dan kereta bawah tanah di kota London sehingga, pada abad ke 19 menjadi ikon dalam pembangunan pembangkit listrik. Pada abad ke-20 pertumbuhan industri pembangkit listrik semakin meningkat dan menjadi sumber energi yang sangat penting di dunia. *Key Element* (elemen kunci) dalam pembangkit listrik adalah transmisi dan distribusi. (Muslim, 2008).

Sumber pembangkit pada tenaga listrik pertama muncul yaitu pembangkit listrik tenaga uap, awalnya mesin uap ini hanya mengandalkan kecepatan pada rotasi yang tinggi agar generator (pembangkit) bergerak secara efektif, sehingga Sir Charles Parsons menemukan turbin uap pada tahun 1884 dengan menggunakan batu bara untuk menaikkan uap air di dalam boiler. Sumber pembangkit listrik kedua yaitu banyak menggunakan pembangkit listrik tenaga air dengan memanfaatkan kekuatan air mengalir. Mesin diesel terus diuji coba dan dikembangkan sebelum perang dunia kedua, sehingga muncul penggunaan energi angin dalam menghasilkan tenaga listrik pada abad ke-20. Sehingga, pembangkit listrik menggunakan uap berubah menjadi bahan bakar batu bara, minyak dan gas menyediakan bersama dengan sumber listrik tenaga air untuk seluruh masyarakat. (Sumardjati, 2008).

Sumber tenaga listrik yang muncul selanjutnya yaitu listrik tenaga nuklir, pemilihan tenaga nuklir karena murah dan memiliki teknis yang handal. Tahun 1970-an di Amerika Serikat awalnya tenaga nuklir terus berkembang sehingga negara maju

lainnya seperti Jepang, China dan negara lainnya membuat energi nuklir. Tetapi tidak bertahan lama pada tahun 1970-an industri nuklir mulai melambat dan meredup. Tahun 1973 dimulai dari pergolakan harga minyak dunia, minyak sebagai bahan bakar utama dalam sistem pembangkit listrik namun harganya sangat melonjak tinggi. Banyak ilmuwan yang melakukan uji coba selama dua dekade untuk mendapatkan alternatif lain selain menggunakan bahan bakar minyak sehingga tercipta pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga angin pada abad ke-21. Pembangkit listrik ini elemennya berasal dari tenaga ombak, air laut, panasnya air laut, tanaman sehingga menghasilkan etanol dan arus. (Prayoga & S, 2010). Jika kita pahami ketersediaan sumber daya alam dibagi menjadi dua yaitu *renewable resource* (terbarukan) dan *non-renewable resource* (tidak terbarukan). Sumber daya alam yang dapat diperbarui merupakan sumber input produksi yang terus menerus tidak dapat diprediksi waktunya sedangkan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui sumber input proses terbatas oleh jangka waktu. Contohnya sumber daya alam tidak terbarukan seperti batu bara, gas dan minyak bumi memerlukan rentang waktu proses jutaan tahun dalam proses pembentukannya dan sebenarnya minyak bumi, nuklir atau uranium, tenaga air, panas bumi, radiasi matahari merupakan energi primer, hasil olahan minyak disebut dengan energi sekunder.

Energi merupakan kebutuhan utama selama peradaban umat manusia, kebutuhan energi meningkat menjadi indikator kemakmuran manusia, tetapi dalam penerapannya terjadi masalah dalam penyediaan energi seiring menipisnya cadangan minyak bumi di dunia. Sehingga terbentuklah beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang aman dan persediaannya tidak terbatas sering dikenal dengan energi terbarukan. Di ilustrasikan dalam gambar berikut untuk memahami mengapa pasokan energi dan permintaan pada skala makro dunia sangat tergantung pada keseimbangan antara input energi dan output dalam perangkat yang kita gunakan di rumah maupun di tempat kerja kita.



Gambar 2.1 Representasi skematis dari perangkat konversi energy

Keterangan gambar :

$Energy\ Output = Energy\ Input$  (Hukum 1)

$Useful\ Energy\ Output < Energy\ Input$  (Hukum 2)

Efisiensi perangkat konversi energi adalah keseimbangan antara input energi dan output energi. Hal ini didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi energi} = \frac{\text{Energi output yang dikeluarkan}}{\text{Input Energi}}$$

Strategi energi Nasional mencerminkan komitmen Nasional untuk efisiensi yang lebih besar dalam setiap elemen produksi energi dan penggunaannya. Efisiensi energi yang lebih besar dapat mengurangi biaya energi kepada konsumen, meningkatkan kualitas lingkungan, mempertahankan dan meningkatkan standar hidup kita, meningkatkan kebebasan dan keamanan energi kita, dan meningkatkan perekonomian yang kuat. Dengan adanya Energi tersebut terdapat muatan listrik sebagai gaya yang bekerja. Percobaan dilakukan gaya, kedudukan relatifnya dan kecepatannya bergantung pada muatan listrik. Gaya yang timbul terdapat dua perbedaan jika terdapat suatu muatan disebut dengan gaya listrik, apabila disebabkan oleh kecepatan muatan maka disebut dengan gaya magnet. Dari energi terciptalah suatu pembangkit listrik yaitu suatu alat berskala besar untuk dapat memproduksi dan membangkitkan energi listrik sehingga dapat digunakan oleh masyarakat. Produksi dan pembangkitan energi listrik diperlukan suatu sumber. sebagai tenaga pembangkitnya seperti sumber tenaga surya (PLTS), sumber tenaga air (PLTA),

sumber tenaga uap (PLTU), sumber tenaga diesel (PLTD), sumber tenaga gas (PLTG), sumber tenaga panas bumi (PLTP) dan sumber tenaga nuklir (PLTN). (Aslimeri, 2008; Muslim, 2008; Sumardjati, 2008)

## **2.2 Pembangkit Tenaga Listrik**

Pembangkit listrik adalah sekumpulan peralatan dan mesin yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui proses transformasi energi dari berbagai sumber energi. Sebagian besar jenis pembangkit listrik menghasilkan tegangan listrik arus bolak-balik 3-fasa. Selain itu, sebagian besar pembangkitan listrik menggunakan generator sinkron yang didukung oleh penggerak mula yang memperoleh energi dari bahan bakar atau sumber daya alam. Komponen utama di dalam pembangkit listrik meliputi instalasi energi primer, instalasi penggerak mula, instalasi pendingin dan instalasi listrik.

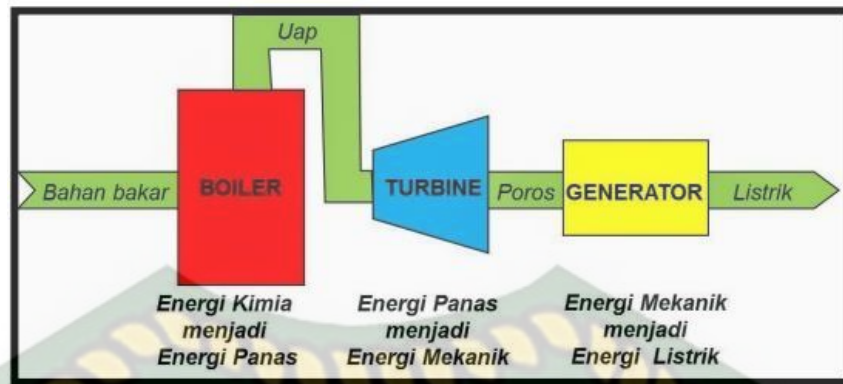
### **2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)**

Pembangkit listrik tenaga uap adalah pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah Generator yang seporos dengan turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar terutama batu bara dan minyak bakar serta MFO untuk start up awal. Salah satu PLTU terbesar adalah PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur.

Proses konversi energi pada PLTU berlangsung melalui 3 tahapan, yaitu:

- Pertama, energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi.
- Kedua, energi panas (uap) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran.
- Ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik.





Gambar 2.2 Skema PLTU

Bagian-bagian PLTU terdapat bagian utama dan bagian penunjang dalam PLTU :

- a. Bagian utama
  - 1) Terjadi perubahan air menjadi uap panas dan dipanaskan kembali agar turbin dapat memutar istilah tersebut dinamakan Boiler.
  - 2) Istilah kedua Kondesor agar mengkondensasi uap setelah digunakan, setelah itu proses generator dapat mengubah turbin kedalam energi listrik.
- b. Peralatan penunjang
  - 1) *Desalination plant*, dengan proses penyulingan dapat mengubah air laut menjadi air tawar Bahasa ilmiah evaporasi dan kondensasi, karena sifat air laut dapat menyebabkan korosi pada kerusakan peralatan.
  - 2) *Reverse osmosis*, untuk menyaring garam yang ada pada air laut hampir sama dengan desalination plant.
  - 3) *Pre-treatment*, atau unit pendinginan dapat menghilangkan endapan kotoran dengan menggunakan air tanah atau sungai
  - 4) *Hydrogen unit*, Berfungsi untuk mendinginkan generator
  - 5) *Chlorination unit*, Untuk mengecilkan organisme mikro pada area water intake, agar meminimasi organisme laut berkembangbiak.

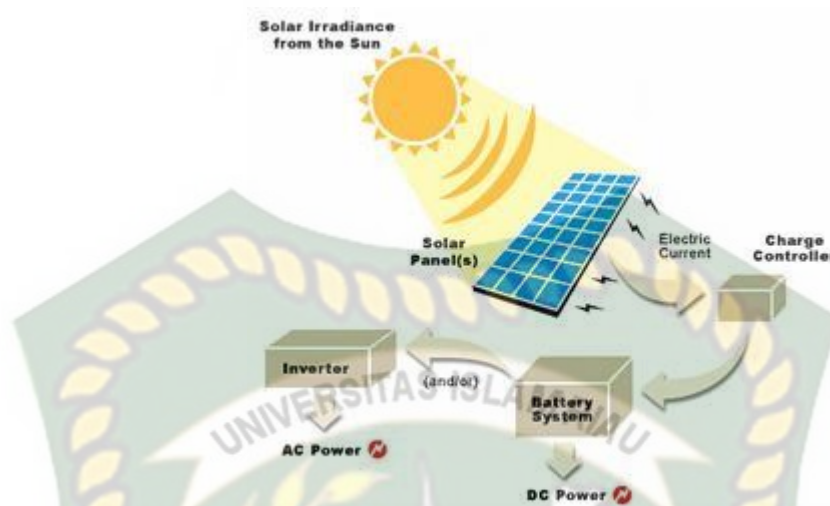
- 6) *Auxiliary boiler*, Sebagai bantuan dalam menghasilkan uap saat air merubah menjadi uap panas, berbahan bakar minyak.
- 7) Unit pelayanan batu bara Proses bongkar muat di dermaga sampai ke unit-unit yang membutuhkan.
- 8) Unit pelayanan abu Pelayanan proses pengolahan abu, pada saat abu jatuh dan terbang sampai ke unit penampungan abu atau unit utama.

### **2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya - Listrik menjadi kebutuhan primer bagi kehidupan manusia. Tanpa listrik, peralatan elektronik tidak dapat digunakan atau berfungsi sebagaimana mestinya. Listrik juga menjadi sumber penerangan bagi kehidupan manusia dan merupakan kebutuhan dasar untuk segala aktivitas.

Kebutuhan akan pada listrik konvensional atau PLN yang semakin meningkat dampak ini dapat mengakibatkan krisis energi listrik terjadi kapan saja. Untuk mencegah terjadinya krisis tersebut, saat ini banyak yang mulai beralih menggunakan sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang paling banyak digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau yang lebih dikenal sebagai PLTS. Pembangkit listrik ini dapat menjadi solusi terbaik bagi Anda yang ingin lebih hemat energi dan hemat biaya.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik. Komponen utama dari PLTS adalah panel surya fotovoltaik yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan listrik sehari-hari. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya fotovoltaik adalah arus listrik searah (DC) sehingga dibutuhkan komponen lainnya seperti inverter untuk mengkonversi arus listrik searah (DC) ini menjadi arus listrik bolak-balik (AC).



Gambar 2.3 Prinsip Kerja PLTS

### Kelemahan dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Kelemahan pembangkit listrik tenaga surya :

- a. Proses pembangkit energi listrik hanya dapat dilakukan pada siang hari saat adanya matahari, jika musim hujan konversi energi listrik tidak optimal.
- b. Bahan pembuatan jenis sel fotovoltaik pembangkit listrik tenaga surya masih mahal.

Kelebihan pembangkit listrik tenaga surya :

- a. Bentuknya mudah dan ringkas, perawatan mudah dan sederhana
- b. Dapat bekerja secara otomatis, tidak berdampak negatif pada lingkungan
- c. Pemasangannya tidak memerlukan kabel distribusi
- d. Tidak terdapat peralatan yang bergerak sehingga tidak diperlukan penggantian suku cadang atau bagian penyetulan mesin pada pelumasan.

### 2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Dalam beberapa tahun terakhir meningkatnya minat tantara energi dengan air yang sering disebut dengan energi air. Sebagian besar abad ke-20 sumber daya tersebut memiliki hubungan yang berkelanjutan, sehingga perlu dikelola lebih komperhensif dan memiliki manajemen terpadu. Dengan air dapat digunakan untuk mengekstrak dan memproduksi energi, proses, memperbaiki bahan bakar, membangun, mengoperasikan dan memelihara fasilitas energi listrik, *hydroelectric* dan membuang limbah sektor energi.

Penggunaan energi juga dapat mempengaruhi kualitas air dan berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Contohnya pada lingkungan, pembuangan limbah panas dari sistem pendinginan, misalnya, menaikkan suhu sungai dan danau, yang mempengaruhi ekosistem akuatik. Sampah akibat penambangan mengandung bahan bakar fosil, keretakan hidrolik, jika dilakukan pendinginan dalam suatu proses energi akan terkontaminasi dengan logam berat, asam, bahan organik dan bahan kimia lainnya. Padahal bagaimanapun, kualitas air juga sangat diperlukan dalam proses energi pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Terdapat sistem pembangkit energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin bahkan dapat diubah menjadi energi listrik lagi yang dapat bermanfaat untuk manusia oleh generator, dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan dari aliran air, sistem tersebut yaitu sistem pembangkit tenaga air (PLTA). Pada saat bahan bakar minyak banyak menghasilkan polusi pada lingkungan dan menipisnya bahan bakar minyak PLTA mulai di lirik oleh sejumlah pengusaha, karena PLTA memiliki persediaan air yang dapat diperbaharui dan tidak habis, ramah lingkungan karena tidak memakai bahan bakar, sedikit kemungkinannya terdapat resiko meledak, jika dibandingkan dengan generator jenis lainnya dapat lebih menguntungkan. (Charles & Gustaf, 2011; Circutor, 2018; Engineering, n.d.)

Dalam pembangkit listrik tenaga air pada proses pertama ialah energi potensial diproses menjadi energi kinetik, energi kinetik dengan prosesnya

merubah menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini yang merubah proses menjadi listrik yang diteruskan melalui generator. Komponen dasar PLTA adalah *Turbin, Generator* dan *Transmission*

Bagian – bagian pada pembangkit listrik tenaga air, yaitu :

a. PLTA Bendungan

Bendungan sering disebut dengan DAM berfungsi sebagai pembendung sungai, terlihat seperti waduk untuk menaikkan permukaan atas air sehingga pada permukaan naik agar mempercepat energi listrik. Tipe dari DAM adalah bendungan urugan tanah jenis PLTA kapasitas kecil dan bendungan urugan batu untuk PLTA kapasitas sedang. (Short, 2004)

b. Waduk

Waduk dibuat untuk mendapatkan tampungan air sebanyak mungkin dan pembuatannya tentu diatas permukaan air sehingga mendapatkan air sesuai dengan yang dibutuhkan, tempat pergerakan turbin.

c. Bendungan Pelimpah

Untuk melimpahkan air apabila kondisi banjir tentunya permukaan air pada waduk melampaui batas.

d. Saringan pada Bendungan

Bertujuan untuk menyaring kotoran-kotoran sampah agar air tetap bersih sehingga tidak mengganggu proses mesin saat beroperasi

e. Bangunan Pengambil Air

Bangunan ini berfungsi untuk mengukur kebutuhan air, mengontrol masuknya sampah pada kedalam bendungan agar mudah dalam pengontrolannya.

f. *Intake Gate*

Merupakan pintu untuk pengambilan air jika pipa pusat dalam keadaan kosong, *intake gate* sering disebut pintu pemeliharaan.

g. Gedung Sentral

Gedung sentral merupakan pusat untuk mengontrol pembangkit, yang terdiri dari turbin air, generator peralatan bantuan sampai dengan ruang kontrol. Jenis bangunan berada diatas permukaan tanah, semi bawah tanah dan dibawah tanah.

#### 2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Pembangkit listrik tenaga diesel memiliki bahan dasar dari bahan bakar minyak atau bahan bakar gas, pembangkit listrik tenaga mesin diesel ini menggunakan penggerak pemula yaitu motor disel, berfungsi dalam memutar rotor pada generator. Motor diesel, cara bekerja motor diesel dengan menyemprotkan bahan bakar kedalam temperature udara tekanan tinggi, jika dibandingkan dengan motor lain, motor pada diesel tidak banyak mengandung komponen beracun sehingga meminimasi pencemaran udara, sebagai penggerak mesin di industri harga motor diesel cenderung lebih murah. Motor diesel digunakan untuk listrik daerah kecil atau pedesaan dan kebutuhan listrik pabrik skala beban kecil. Pembangkit listrik tenaga diesel memiliki beberapa komponen hingga tersambung, bagian tersebut sebagai berikut :

- a. Tangki penyimpanan bahan bakar
- b. Penyaring bahan bakar
- c. Tangka bahan bakar yang telah disaring
- d. Nozel (pengabut)
- e. Mesin diesel
- f. Charger turbo
- g. Gas pembuangan (penyaringan)
- h. Tempat pembuangan gas
- i. Generator
- j. Trafo
- k. Saluran Transmisi

Dalam pembakaran membutuhkan oksigen diudara pusat diesel atau diesel engine untuk mendapatkan kinerja optimal, sehingga air filter dapat menyaring udara masuk ke turbocharger. Dalam diesel engine menggunakan solar untuk bahan bakar sehingga menghasilkan listrik karena berputarnya generator, listrik dihubungkan ke trafo dan gardu listrik. Setelah itu terdapat sistem pendingin pada minyak pelumas mesin, yang sering dipakai yaitu heat exchanger air didinginkan dan dialirkan terus dari sumber terdekat seperti laut, danau, sungai atau kolam. Air dialirkan secara konstan melalui pipa-pipa hingga pipa minyak pelumas. Terdapat sistem pendingin lain yaitu sistem pendingin radiator minyak pelumas didinginkan menggunakan kipas sehingga menghasilkan angin untuk pelumas. Sistem pembangkit tenaga listrik diesel memiliki beberapa sistem kerja yaitu :

- a. Udara Gas Buang
- b. Starter
- c. Pelumasan
- d. Air pendingin

#### **2.2.5 Pembangkit Listrik Alternatif**

Negara Indonesia telah mengembangkan energi listrik yang bersumber dari tenaga alternatif menggunakan air pada pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) tenaga angin, tenaga matahari dan lainnya. Pembangkit listrik tenaga alternatif ini ada beberapa yang sudah dikembangkan dan beberapa yang memungkinkan diterapkan di wilayah di Indonesia.

- a. Pembangkit Listrik Tenaga Angin
- b. Pembangkit Listrik Tenaga Matahari
- c. Pembangkit Listrik Tenaga Air Toilet
- d. Pembangkit Listrik Tenaga Petir

### 2.3 Pengantar Generator Listrik

Generator listrik adalah mesin yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik dapat disuplai oleh mesin utama, dimana mesin pembakaran, mesin uap, dapat membasahi air yang melewati turbin atau bahkan motor listrik atau mekanisme lain yang dapat menjadi sumber energi mekanik. Energi ini biasanya diperoleh dari poros berputar yang juga disebut generator angker. Energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk transmisi energi di tingkat komersial, industri atau bahkan domestik. Generator memasok arus yang biasanya memiliki frekuensi 50 Hz, yang digunakan di sini. Generator listrik memiliki dua bagian: (Nugroho & Agustina, 2015; Setyawan et al., n.d.; Suharjo et al., n.d.)

Kegunaan menggunakan generator listrik sebagai berikut :

- a. Pencahayaan, pemanasan, pendinginan dan peralatan listrik domestik lainnya yang digunakan di rumah.
- b. Penerangan jalan, pencahayaan banjir area olahraga, pencahayaan gedung kantor, menyalakan PC dll.
- c. Irigasi lahan pertanian yang luas menggunakan pompa dan operasi penyimpanan dingin untuk berbagai produk pertanian.
- d. Menjalankan motor dari berbagai jenis dalam industri.
- e. Menjalankan lokomotif (kereta listrik) dari kereta api.

Dalam penjelasan di atas masih banyak lagi kegunaan dari Listrik, intinya adalah tanpa listrik, kehidupan modern ini akan mati. Bahkan, jika melihat dari kemajuan suatu negara sudah diukur oleh konsumsi Indeks per kapita listrik lebih lanjut. (Generation et al., 2019; ST, 2016; Western Governors ' Association, 2018)

Prinsip kerja generator merujuk pada hukum faraday apabila suatu penghantar diputar pada medan magnet, sehingga memotong garis gaya magnet sering disebut dengan garis gaya listrik (ggl) dalam satuan volt.



### 2.3.1 Jenis – Jenis Generator

Generator terbagi menjadi dua yaitu :

a. Generator AC

Generator arus bolak-balik (AC) berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi elektrik dengan perantara induksi medan magnet, listrik AC dihasilkan dari induksi elektromagnetik kutub permanen diputar sumbunya, maka diujung sumbu terdapat tegangan listrik yang ditunjukkan oleh jarum V meter. Generator AC merujuk pada hukum faraday yang menyatakan sebatang penghantar listrik berada pada medan yang berubah-ubah maka penghantar tersebut terbentuk gaya gerak listrik.

b. Generator DC

Generator DC disebut dengan arus searah mempunyai komponen dasar hamper sama dengan generator AC. Generator DC merupakan alat konversi energi mekanis beruoa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi ini sama dengan AC berdasarkan hukum faraday, maka kawat penghantar timbul gaya gerak listrik sebanding dengan perubahan laju fluksi oleh kawat penghantar. Perbedaan dengan generator AC hanya pada penggerakan didalam mesin, generator AC memiliki arus bolak-balik sedangkan DC searah pada bagian putar (rotor) dan bagian diam (stator).

### 2.4 Pengertian Rowing Machine

*Rowing Machine* atau mesin dayung ini adalah olahraga yang tepat untuk membentuk dan menjaga kesehatan tubuh dengan menggunakan simulasi mendayung yang dilakukan didalam ruangan. *Rowing Machine* memiliki banyak manfaat dalam memperkuat daya tahan, membangun otot hingga menurunkan berat badan. Disamping itu mesin dayung. Jika ingin menurunkan berat badan, *rowing machine* dapat mewujudkannya. Dengan menggunakan alat ini secara rutin dapat membakar sebanyak 125 kalori dalam 15 menit atau sekitar 500 kalori setiap jamnya. Dengan

demikian olahraga mendayung dengan mesin *Rowing* setiap 1 jam per-hari dapat menurunkan berat badan sebanyak 1 pound per-minggu.

Mesin dayung ini juga berfungsi sebagai alat latihan sekaligus simulasi bagi olahraga pendayung perahu. Seorang pendayung membutuhkan daya tahan yang sangat baik guna mempertahankan tempo dayungan, sedangkan *power endurance* dibutuhkan agar pendayung dapat melakukan dayungan yang cepat dan eksplosif. Namun tak sepenuhnya mesin dayung atau *Rowing Machine* ini menyerupai olahraga dayung perahu, karena dari beberapa analisa tidak semua mesin dayung bentuk nya dan kinerja sama dengan olahraga dayung perahu. Hanya saja mesin dayung yang ada di tempat *gym* ini sudah bisa menstimulasikan otot keseluruhan tubuh sehingga bisa sangat menyerupai latihan dasar dari olahraga dayung perahu. Disamping itu semakin berkembangnya zaman, *rowing machine* atau mesin dayung ini semakin canggih dengan teknologi yang ada dan semakin kompleks untuk di pakai dirumah.

## **2.5 Jenis – jenis alat *Rowing Machine***

Tidak ada satu pun mesin dayung atau *rowing machine* di pasaran yang dapat 100% meniru aksi balap perahu dengan dua dayung per pendayung di atas air. Ada beberapa alat besar dengan cadik dan sistem katrol kompleks yang mendekati, tetapi ini adalah pengecualian daripada aturan dan akan kesulitan memasangnya di ruang tamu. Bagaimanapun, tidak semua jenis mesin dayung rumah dibuat dengan cara yang persis sama. Hal ini terutama terjadi sehubungan dengan jenis resistensi yang digunakan mesin untuk memberi latihan. Ada 4 jenis tipe utama mesin dayung atau *rowing machine* adalah :

### **2.5.1 *Rowing Machine* jenis Udara**

Mesin dayung atau *rowing machine* tipe ini menggunakan drum besar dengan kipas di dalam di tabung depan. Pengguna dapat menyesuaikan resistansi dengan membuka dan menutup ruang vakum di drum. Tabung udara terutama model *Concept 2* ini lebih disukai oleh pengguna klub olahraga dayung karena sangat dekat seperti dengan pengalaman ketahanan yang Anda

dapatkan saat berkendara di dalam air. Hal baiknya adalah pengguna lebih mudah untuk mengubah resistensi alat atau mesin dayung ini terhadap hembusan udara yang cukup menyenangkan ketika pengguna kepanasan dari latihan menggunakan mesin *rowing* dan tidak membutuhkan kekuatan untuk bekerja. Kelemahan terbesar pada mesin *rowing* tipe udara ini adalah bahwa alat dayung ini keras dibandingkan dengan sistem atau tipe lainnya. Mesin dayung ini tidak akan merekomendasikan bagi pendayung untuk yang ingin berencana mengikuti kompetisi olahraga dayung. Tapi mesin dayung jenis udara ini adalah pilihan anggaran yang baik untuk digunakan di rumah.



Gambar 2.4 *Rowing Machine Air*

(Sumber : [www.rowing-machine-review.com](http://www.rowing-machine-review.com))

### 2.5.2 *Rowing Machine* jenis *Magnetic*

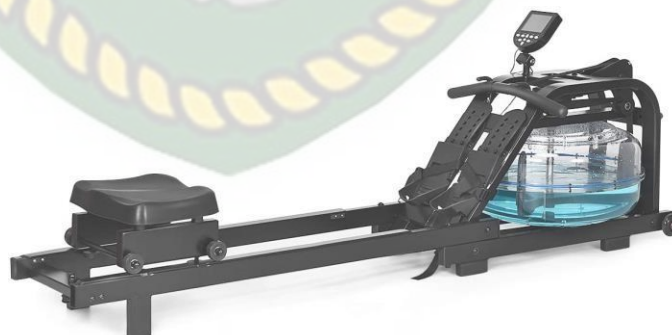
Mesin *Rowing* jenis magnet ini menerapkan elektromagnet resistensi pada roda gila (*flywheel*) baja. Alat mesin dayung ini dikendalikan komputer dan membutuhkan daya AC. Keuntungan besar alat dayung di sini adalah alat ini sangat tenang dan resistansi dapat berubah sesuai dengan program yang diatur komputer. Namun, ketika mencari pengalaman mengayuh yang benar-benar otentik alat ini tidak merasa seperti berada di atas air karena perubahan impedansi yang tidak wajar selama pemulihan dan dinamika aneh pada pengemudi. Pengguna juga harus mencolokkan mesin ke stopkontak terlebih dahulu.



Gambar 2.5 *Rowing Machine Magnetic*  
(Sumber : [www.rowing-machine-review.com](http://www.rowing-machine-review.com))

### 2.5.3 *Rowing Machine jenis Water*

Alat mesin dayung ini mungkin tampak jelas, akan tetapi memasukkan air asli ke dalam mesin dayung latihan tidak selalu mudah. Alat ini Di patenkan oleh pihak *Waterrower*, sistem ini memiliki sekelompok beberapa bilah yang berputar di dalam tangki air pada mesin dayung. Resistensi meningkat saat menarik lebih keras dan level dasar disesuaikan dengan memvariasikan jumlah air di dalam tangki. Kelemahan besar alat mesin dayung yang satu ini adalah tidak mudah untuk mengubah resistansi dasar karen harus mengubah ketinggian air di dalam tangki untuk melakukannya terlebih dahulu. Ini berarti bahwa jika pengguna adalah orang yang kuat. Pada alat dayung ini akan sulit sekali menemukan level resistensi yang sama, di sisi positifnya dengan pendayung adalah akan mendapatkan suara dan tampilan air yang menyerupai olahraga dayung kemudian menginginkan mesin yang estetik dan bagus.



Gambar 2.6 *Waterrower*  
(Sumber : [www.amazon.com](http://www.amazon.com))

#### 2.5.4 Rowing Machine jenis Hydraulic

Mesin dayung ini yang terkecil dan termurah di antara mesin dayung lainnya dan memiliki cadik memberikan tindakan berbentuk busur mirip seperti dayung di perahu. Mesin dayung ini sama sekali tidak mensimulasikan aksi mendayung perahu di atas air dengan baik dan benar meskipun aksi menyapu dayungnya karena hidrolik tidak mengubah resistensinya sama sekali sepanjang langkah mendayung membuatnya terasa sangat mekanis. Di sisi positifnya, mesin dayung ini lebih kecil, ringkas dan murah. Semua sistem dari mesin dayung ini memiliki pro dan kontra. Pendayung atau pengguna mesin dayung telah meninjau sejumlah mesin dayung di blog ini dan telah mencoba sejelam mungkin untuk membantu memilih mesin dayung rumahan terbaik untuk gym di rumah. Ada empat bagian dalam aksi mendayung, di bagian paling depan dari pukulan dan 'menangkap' air di bilah dayung. Dalam perahu layar, pada saat penangkapan, ada sedikit hambatan saat perahu bergerak. Drive adalah periode mendorong dengan kaki dan menarik dengan lengan dan punggung. Resistensi meningkat selama fase ini dan turun lagi tepat sebelum selesai, di mana menarik bilah keluar dari air. Pemulihan adalah gerakan bergerak maju untuk tangkapan berikutnya.



Gambar 2.7 Rowing Machine Hydraulic

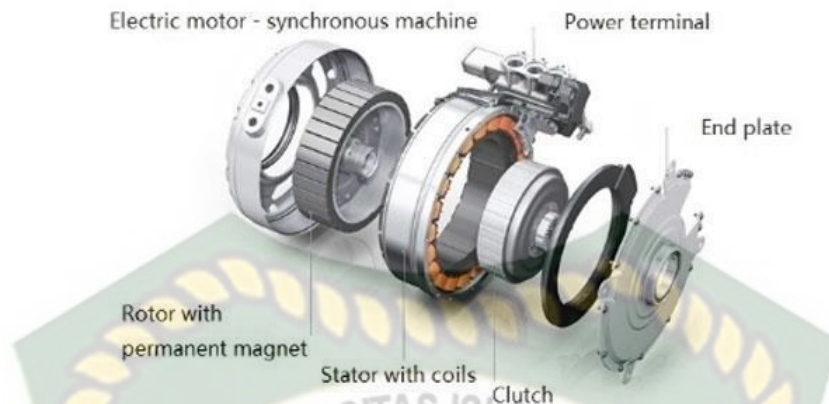
(Sumber : [www.rowing-machine-review.com](http://www.rowing-machine-review.com))

## 2.6 Sejarah motor listrik BLDC

Motor listrik BLDC (*Brushless Direct Current*) merupakan motor listrik yang dikembangkan dari motor DC. Motor listrik DC ini pertama kali diciptakan pada tahun 1840. Selama perkembangan perangkat elektronika daya dan material magnet permanen, motor BLDC berhasil dirancang. Pada tahun 1915, seorang Amerika, Langmuir, menciptakan sebuah converter DC-AC. Pada tahun 1930, beberapa peneliti memulai untuk mengembangkan motor *Brushless Direct Current* dengan menggunakan komutasi elektronik. Pada saat itu, perangkat elektronika daya masih dalam tahap awal pengembangan yang membuat para peneliti tidak dapat menemukan perangkat komutasi yang sesuai pada alat tersebut. Jenis motor ini memiliki keandalan dan efisiensi yang rendah dan motor hanya digunakan didalam laboratorium. Pada 1955, *Harrison* dan *Rye* mengklaim hak paten untuk rangkaian komutasi elektronik dengan menggunakan *thyristor* yang dapat digunakan untuk mengganti komutasi mekanik. Namun penggunaan komutasi elektronik *thyristor* pada motor BLDC, motor listrik ini memiliki torsi awal yang rendah dan penggunaan daya yang besar. Dari perkembangan yang ada setelah dilakukannya berbagai penelitian pada tahun 1960, komutasi elektronik motor listrik *Brushless Direct Current* dikembangkan menjadi lebih baik dengan bantuan *Hall elements*, dan juga menjadi era baru dalam penggunaan motor listrik *Brushless Direct Current*.

## 2.7 Motor Listrik BLDC (*Brushless Direct Current*)

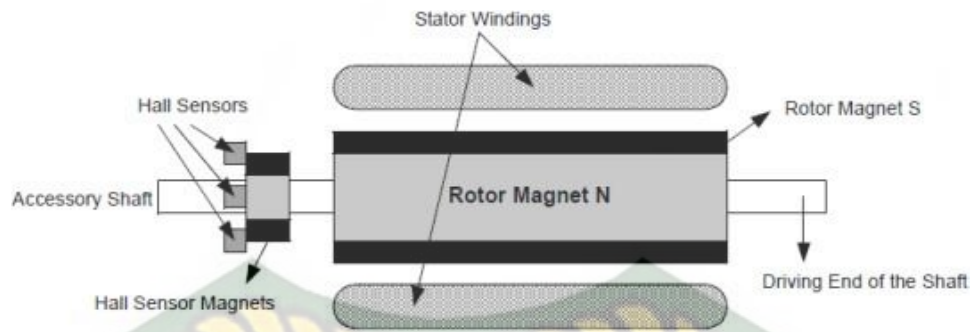
Motor listrik BLDC (*Brushless Direct Current*) adalah pilihan terbaik untuk motor listrik yang memerlukan kehandalan yang tinggi, efisiensi tinggi dan tinggi power-to-volume rasio. Secara umum, motor listrik BLDC ini dianggap sebagai motor listrik performa tinggi yang mampu memberikan torsi pada rentang kecepatan yang luas. Secara performa *BLDC Electric Motor* dapat menghasilkan torsi maksimal pada RPM yang rendah dan secara bertahap akan menurun seiring meningkatnya RPM motor.



Gambar 2.8 Motor Listrik *Brushless Direct Current*

(Sumber : <https://www.builder.id/motor-blcdc>)

Mesin penggerak bertenaga elektrik yang populer dan di kenal adalah motor arus searah tanpa sikat (*BLDC Electric Motor*) karena motor listrik ini memiliki kelebihan dibanding dengan jenis mesin penggerak bertenaga elektrik lainnya. Kelebihan mesin penggerak bertenaga elektrik ini adalah efisiensinya lebih tinggi daripada motor induksi, dimensi lebih kecil daripada motor arus searah (*Alternating Current/AC*) konvensional. Selain itu, dengan tidak adanya sikat pada motor listrik maka perawatan menjadi ringan, hampir tidak ada getaran atau *noise* dan bisa dioperasikan pada lingkungan yang mudah terbakar sekalipun. Kelebihan lain dibanding mesin induksi adalah tanggapannya lebih cepat, umur pakai lebih lama dan mempunyai rentang kecepatan yang lebar. Motor listrik BLDC sudah banyak digunakan di industri seperti industri otomotif, konsumsi, kesehatan, otomasi industri dan instrumentasi. Dengan adanya keperluan pemakaian motor listrik BLDC di berbagai bidang tersebut, maka perlu diatur kecepatannya agar sesuai dengan tanggapan kecepatan yang diharapkan oleh pengguna.



Gambar 2.9 Konstruksi Motor Listrik *BLDC*

(Sumber : Josua Riski Silaen, 2018)

Sama seperti motor listrik pada umumnya, motor listrik *BLDC* juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan motor listrik *BLDC* adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi tinggi dikarenakan tidak ada kehilangan tegangan oleh cincin komutator dan *brushes*.
2. Hemat biaya perawatan, ini dikarenakan *brushes* seperti pada motor konvensional tidak digunakan lagi.
3. Perbandingan torsi lebih besar, hal ini disebabkan medan tarik yang dihasilkan oleh stator sepenuhnya diterima oleh rotor karena rotor terbuat dari medan magnet yang permanen.
4. Polusi suara atau *noise* yang lebih rendah, dikarenakan gesekan yang dihasilkan *brushes* pada motor konvensional dapat dieliminasi atau dapat hampir tidak berbunyi.
5. Tidak terjadi bunga api hubungan antara *brush* dan komutator yang longgar menyebabkan terjadinya percikan api, hal ini berbahaya jika motor digunakan pada industri yang rawan terhadap percikan api. Akan tetapi dengan menggunakan *BLDC Electric Motor*, dengan tidak adanya komutator dan *brush* menyebabkan tidak adanya percikan api yang ditimbulkan.



Adapun kekurangan motor listrik *BLDC* adalah sebagai berikut :

1. Biaya pembuatan mahal, sehingga mempunyai banyak komponen mahal.
2. Sistem pengendalian yang rumit dan Mahal. Hal ini karna di sebabkan penggunaan komutator elektronik yang menggantikan komutator mekanik. Selain itu, pengontrol kecepatan motor BLDC juga lebih rumit daripada motor DC konvensional biasanya, sehingga ikut juga kenaikan harga yang mahal.
3. Kontroler seringkali mahal, kontroler motor BLDC justru lebih mahal daripada motor itu sendiri.

## 2.8 Kecepatan dan torsi motor listrik *BLDC*

### 2.8.1 Kecepatan

Dalam jumlah *pole pair* yang sama maka motor listrik *BLDC* yang memiliki resistansi kumparan lebih rendah akan memiliki top speed rpm yang lebih tinggi. Semakin sedikit jumlah *pole pair* maka semakin cepat putaran rpm motor BLDC. Dalam resistansi kumparan dan *pole pair* yang sama pada motor listrik BLDC yang diberikan Voltase lebih tinggi akan memiliki *top speed* yang lebih tinggi. Hal ini juga sesuai hukum *ohm*, jika *R* adalah tetap namun *V* semakin besar maka *I* akan semakin besar pula, sehingga bisa dikatakan daya motor listrik BLDC juga akan meningkat.

### 2.8.2 Torsi

Struktur kumparan sangat berpengaruh terhadap torsi, tipe kumparan segitiga *delta* dan kumparan tipe *star* tentunya memiliki torsi yang berbeda. Semakin banyak jumlah *pole pair* pada motor BLDC akan memiliki torsi yang semakin besar. Dan semakin lebar semakin kuat daya induksi magnet maka semakin besar pula torsi motor BLDC. Torsi disebut juga momen gaya dan merupakan besaran vektor. Terakhir adalah kemampuan kontroler, untuk memenuhi kebutuhan torsi yang besar diperlukan *ampere* yang besar pula.

Maka kontroler harus mampu mendukung dan mampu mengalirkan arus yang cukup besar.

## 2.9 Roda Gigi

Roda gigi adalah suatu benda dari logam atau non-logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lainnya. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk memindahkan beban yang berat, jika gaya yang dipindahkan tidak berat dapat digunakan roda gigi dari bahan non-logam. Transmisi yang berubah-ubah berangsur-angsur juga dapat diperoleh menggunakan roda-roda gigi tersebut. Salah satu maksudnya adalah dipergunakan pada perkakas pemindah kecepatan dan merubah beban yang berat menjadi ringan. Roda gigi dipergunakan atau berfungsi pada kendaraan atau mesin yang memiliki gerakan putar.

Penggunaan roda gigi dapat digolongkan sesuai kedudukan yang diambil oleh poros yang satu terhadap poros yang lain. Ada tiga golongan penggunaan pada roda gigi yaitu :

1. Poros sejajar satu sama lain, roda gigi yang dipergunakan bentuk dasarnya adalah dua buah silinder yang saling bersinggungan menurut sebuah garis lukis. Roda gigi yang dipergunakan dapat sejajar dengan garis lukis silinder atau membuat sudut dengan garis lukis.
2. Poros saling memotong, roda gigi yang dipergunakan adalah roda gigi kerucut dengan puncak gabungan yang saling menyinggung menurut sebuah garis lukis. Gigi ini dapat lurus atau garis lukis gigi saling berpotongan di puncak kerucut.
3. Poros saling menyilang, gigi yang dipergunakan berbentuk roda ulir.

### 2.9.1 Jenis Roda Gigi menurut bentuk gigi

1. Roda gigi lurus, pada roda gigi jenis ini pemotongan giginya searah dengan poros gigi. Pada permukaan memanjang pemotongan giginya kadang-

kadang dilakukan dengan arah membentuk sudut terhadap batang *rack gear*.



Gambar 2.10 Roda Gigi Lurus (*Spur Gear*)

(Sumber : <https://gandawijayaperkasa.com/jenis-jenis-roda-gigi>)

2. Roda gigi *helix*, jenis gigi ini pemotongan pada giginya tidak lurus tetapi sedikit miring membentuk sudut di sepanjang badan gigi yang berbentuk silinder.



Gambar. 2.11 Roda Gigi Heliks (*Helical Gear*)

(Sumber : <https://gandawijayaperkasa.com/jenis-jenis-roda-gigi>)

3. Roda gigi payung, roda gigi ini pemotongan gigi-giginya pada bagian ujung yang berbentuk konis. Gigi-giginya dibentuk dengan arah lurus, kemudian searah dengan poros roda gigi.



Gambar 2.12 Roda Gigi Payung (*Bevel Gear*)

(Sumber : <https://gandawijayaperkasa.com/jenis-jenis-roda-gigi>)

4. Roda gigi cacing, jenis roda gigi ini biasanya merupakan suatu pasangan yang terdiri dari batang berulir cacing dan roda gigi cacing.



Gambar 2.13 Roda Gigi Cacing (*Worm Gear*)

(Sumber : <https://gandawijayaperkasa.com/jenis-jenis-roda-gigi>)

5. Roda gigi dalam atau *Planetary Gear*, jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya adalah pada bagian dalam dari permukaan ring atau lubang. Pada umumnya bentuk giginya adalah lurus seperti roda gigi lurus.



Gambar 2.14 Roda Gigi *Planetary*

(Sumber : <https://gandawijayaperkasa.com/jenis-jenis-roda-gigi>)

### 2.9.2 Fungsi Roda Gigi

Secara umum fungsi roda gigi yaitu adalah untuk meneruskan gaya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan atau mengubah putaran tinggi ke putaran rendah dan sebaliknya, juga memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Seperti yang digunakan pada pompa roda gigi, Roda gigi dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Sesuai kedudukan yang diambil oleh poros yang dipergunakan dalam dunia industri, yaitu posisi poros yang satu terhadap poros yang lain.

### 2.10 Transmisi

Transmisi adalah alat untuk meneruskan tenaga dan putaran dari poros satu ke poros yang lain dan dibantu dengan alat yang sesuai kebutuhan. Misalnya alat itu adalah roda gigi, rantai, kopling, sabuk dan lainnya. Sistem transmisi roda gigi banyak digunakan pada berbagai macam mesin. Sebagai contoh di bidang otomotif, sistem transmisi yang digunakan adalah transmisi roda gigi. Sistem transmisi roda gigi digunakan karena :

- a. Efisiensinya yang tinggi.
- b. Keandalan dalam operasional.
- c. Tidak mudah rusak.
- d. Dapat meneruskan daya dan putaran yang tinggi.
- e. Kemudahan dalam pengoperasian dan perawatan.

(Agus Saleh & Thomas Ryan Hizkhia, 2021)

Roda gigi merupakan bagian dari elemen mesin yang digunakan untuk memindahkan daya dan putaran dari satu poros ke poros lain tanpa terjadi slip. Prinsip dasar dari sistem transmisi roda gigi merupakan pengembangan dari prinsip transmisi roda gesek. Gerakan dan daya yang ditransmisikan melalui roda gigi, secara kinematis ekuivalen dengan yang ditransmisikan melalui roda gesek atau cakram. (Widiyanto & Yogaswara, 2013)

Terdapat dua sistem yang umum, yaitu transmisi manual dan transmisi otomatis. Terdapat juga sistem-sistem transmisi yang merupakan gabungan antara kedua sistem tersebut. Namun, ini perkembangan terakhir pada kendaraan-kendaraan yang baru berteknologi tinggi.

**Transmisi Manual** adalah salah satu dari jenis transmisi yang banyak di gunakan pada kendaraan karena perawatannya lebih murah dan mudah. Biasanya pada transmisi manual ini terdiri dari 3 *speed* hingga 7 *speed*.

**Transmisi Semi-Otomatis** merupakan transmisi yang dapat membuat sistem transmisi manual atau transmisi otomatis, jika menggunakan sistem transmisi manual pengguna tidak perlu lagi menginjak pedal kopling karena pada sistem ini pedal kopling sudah di atur secara otomatis.

**Transmisi Otomatis** adalah transmisi yang perpindahan gigi dengan otomatis (berpindah sendiri) berdasarkan beban sebuah mesin (penekanan pedal gas) dan kecepatan pada kendaraan. Transmisi otomatis terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. *Torque Converter*, transmisi otomatis ini berfungsi sebagai kopling otomatis dan dapat memperbesar momen pada mesin.

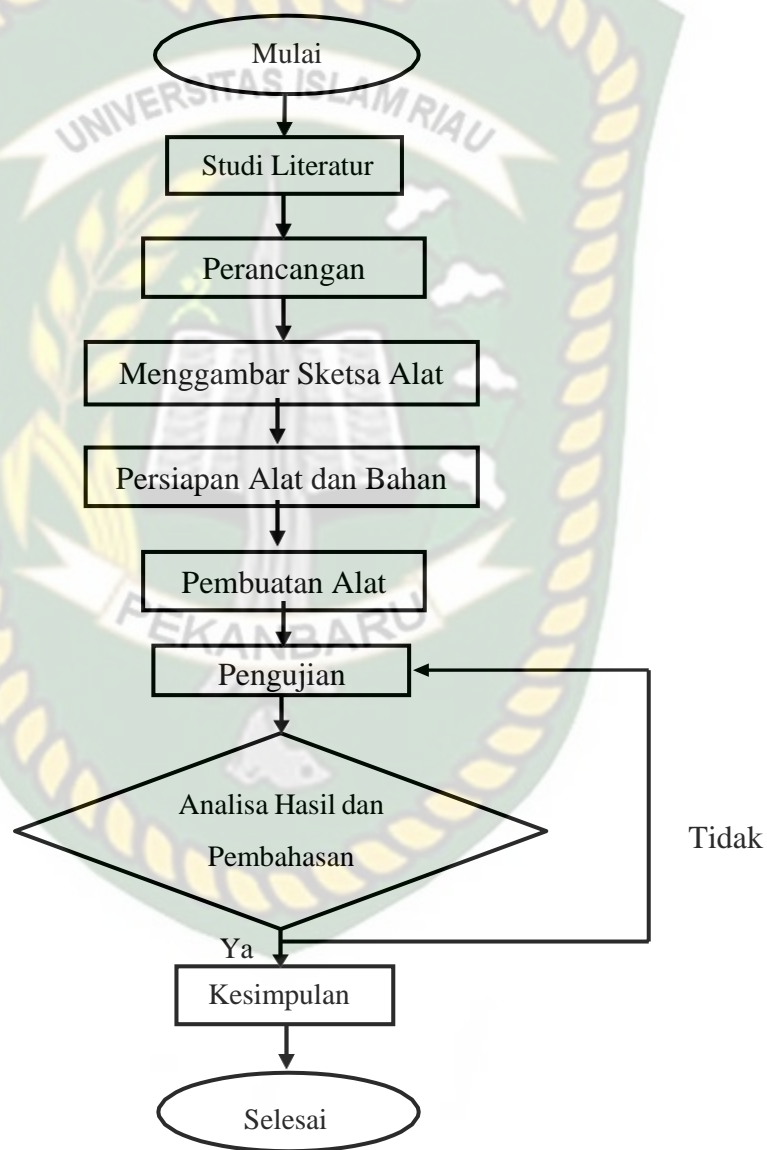
2. *Planetary Gear Unit*, berfungsi sebagai mekanisme perubah perpindahan atau perbandingan gigi
3. *Hydraulic Control Unit*, berfungsi untuk mengatur pada saat perpindahan gigi.



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir bertujuan untuk mempermudah dalam pelaksanaan proses penelitian. Dimana proses-proses tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



### 3.2 Studi Literatur

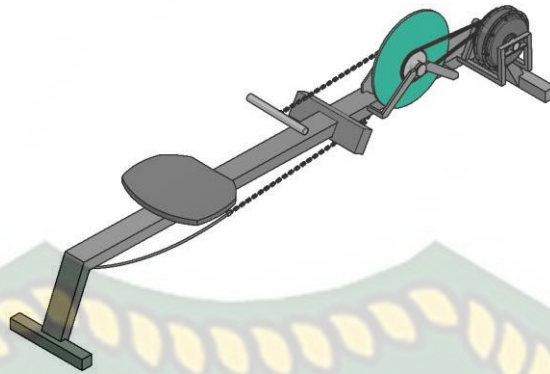
Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan untuk mengumpulkan bahan-bahan referensi yang diperlukan dan berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas dalam proses penelitian. Studi ini dilakukan dengan mempelajari dan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan *Rowing Machine* sebagai alat listrik alternatif. Studi literatur bisa didapat dari berbagai sumber seperti jurnal, buku dan skripsi. Studi literatur digunakan dalam pembahasan masalah sebagai referensi dan acuan untuk ketahap selanjutnya yaitu penelitian.

### 3.3 Proses Perancangan

Pada tahap ini proses perancangan peneliti melakukan perancangan produk alat berdasarkan konsep rancangan yang telah ditetapkan. Perancangan ini dilakukan dengan menentukan ukuran atau dimensi yang akan digunakan pada setiap komponen dengan memperhatikan kekuatan, ketahanan dan keamanan. Dalam menentukan setiap komponen, terutama komponen motor listrik, roda gigi dan transmisi sepeda. Peneliti melakukan perancangan berdasarkan rujukan dari beberapa buku dan jurnal perancangan. Hal ini bertujuan agar dimensi atau komponen yang dihasilkan dari perancangan dapat memenuhi standar keamanan dan memenuhi kaidah ilmiah dari suatu perancangan produk. Sketsa dari alat digambar menggunakan Autocad.

### 3.4 Sketsa Alat

Berdasarkan dari beberapa referensi dalam menentukan model dan desain *Rowing Machine* maka sketsa alat di gunakan untuk mempermudah dalam pelaksanaan proses pembuatan alat. Dimana sketsa alat dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Sketsa Rowing Machine

### 3.5.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan sebagai penunjang dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Motor Listrik

Motor BLDC (Brushless DC) adalah salah satu jenis motor sinkron AC 3 fasa dengan konstruksi yang kecil. Pada motor BLDC (Brushless DC), stator terdiri dari kumparan sedangkan pada rotor terdiri dari magnet permanen. Penggunaan motor jenis ini menjadi populer beberapa tahun terakhir.



Gambar. 3.12 Motor BLDC

## 2. *Flywheel* (Roda Gila)

Roda gila adalah sebuah roda yang dipergunakan untuk meredam perubahan kecepatan putaran dengan cara memanfaatkan kelembaman putaran. Karena sifat kelembamannya ini roda gila dapat menyimpan energi mekanik untuk waktu singkat. Roda gila dipergunakan untuk membuat torsi yang dihasilkan oleh motor bakar lebih stabil.



Gambar 3.13 *Flywheel* (Roda Gila)

## 3. Poros Hub Sepeda

Hub terletak di pusat roda sepeda yang terhubung dengan bagian rim atau velg melalui jari-jari untuk membuat roda bebas berputar. Setiap sepeda memiliki hub roda depan dan hub roda belakang. Selain itu, ada pula sprocket yang merupakan lingkaran metal bergerigi yang diputar dengan rantai untuk menggerakkan roda sepeda.



Gambar 3.14 Poros Hub Sepeda

#### 4. Rantai

Rantai adalah rangkaian potongan-potongan yang berkaitan, biasanya terbuat dari logam, dengan sifat keseluruhannya mirip dengan tali, yakni bisa lentur dan melengkung tetapi juga bisa lurus, kaku, dan menahan beban



Gambar 3.15 Rantai

#### 5. Tali Pengikat

Tali pengikat barang ini elastis seperti karet, berfungsi sebagai pengikat namun di sini tali pengikat berfungsi sebagai karet pegas pada tarikan alat olahraga



Gambar 3.16 Tali Pengikat

#### 6. Besi

Besi hollow adalah salah satu jenis besi beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan. Disebut besi hollow karena sesuai dengan namanya, besi ini berbentuk batangan berongga. Dengan penampang berbentuk segi empat, besi hollow juga disebut pipa kotak.



Gambar 3.17 Besi Hollow

### 3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

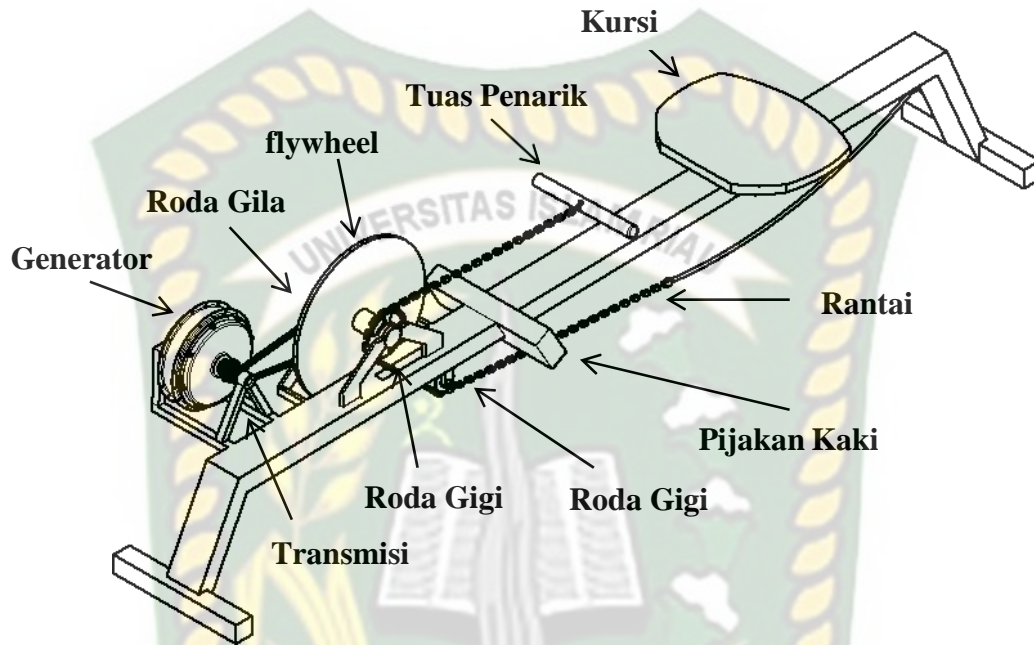
Agar penelitian tentang perancangan, pembuatan dan pengujian *Rowing Machine* sebagai alat listrik alternatif berjalan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Maka perlu dibuat jadwal penelitian, adapun jadwal kegiatan dari penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

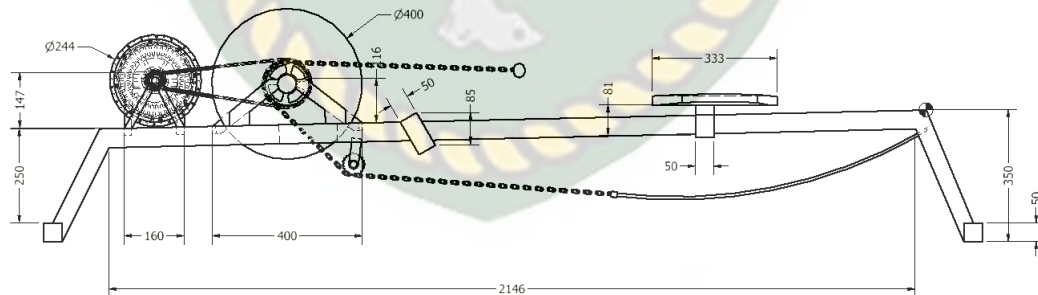
N O	KEGIATAN	agu	sep	Nov	des	jan	Feb	mar	apr	mei	jun	jul	Ag u
1	PROPOSAL												
2	PERANCANGAN												
3	PEMBUATAN												
4	PENGUJIAN												
5	LAPORAN KEGIATAN												

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Gambar Rancangan Sketsa *Rowing Machine***



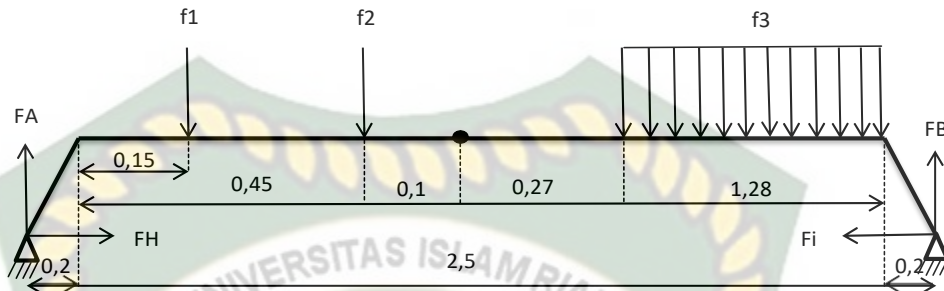
Gambar 4.1 Sketsa Rancangan *Rowing Machine*



Gambar 4.2 Sketsa Rancangan Tampak Samping

## 4.2 Perhitungan kekuatan konstruksi

- Kontruksi kaki



Gambar 4.3 Free body diagram

Dik =  $f_1 = 50N$   
 $f_2 = 100N$   
 $f_3 = 1000N$

Dit =  $-FA ?$   
 $-FB ?$   
 $-FH ?$   
 $-Fi ?$

Penyelesain

Reaksi

$$\sum MB = 0$$

$$FA \cdot 2,5m - f_1 \cdot 2,15m - f_2 \cdot 1,85m - f_3 \cdot 1,48m = 0$$

$$FA \cdot 2,5m - 50N \cdot 2,15m - 100N \cdot 1,85m - 1000N \cdot 1,48m = 0$$

$$FA \cdot 2,5m - 107,5Nm - 185Nm - 1480Nm = 0$$

$$FA \cdot 2,5m - 1772,5Nm = 0$$

$$FA \cdot 2,5m = 1772,5Nm$$

$$FA = \frac{1772,5Nm}{2,5m} = 709N$$

$$\sum MA = 0$$

$$FB \cdot 2,5m - f3 \cdot 1,02m - f2 \cdot 0,65m - f1 \cdot 0,35m = 0$$

$$FB \cdot 2,5m - 1000N \cdot 1,02m - 100N \cdot 0,65m - 50N \cdot 0,35m = 0$$

$$FB \cdot 2,5m - 1020Nm - 65Nm - 17,5Nm = 0$$

$$FB \cdot 2,5m - 1102,5Nm = 0$$

$$FB = \frac{1102,5Nm}{2,5m} = 441N$$

$$\sum Ms = 0$$

$$FA \cdot 0,75m - f1 \cdot 0,4m - FH \cdot 0,5 = 0$$

$$FH = \frac{FA \cdot 0,75m + f1 \cdot 0,4m}{0,5m}$$

$$FH = \frac{709N \cdot 0,75m + 50N \cdot 0,4m}{0,5m}$$

$$FH = \frac{531,75Nm + 20Nm}{0,5m}$$

$$FH = \frac{551,75Nm}{0,5m}$$

$$FH = 1103,5N$$

$$\sum Ms = 0$$

$$-FB \cdot 1,75m + f3 \cdot 0,27m - Fi \cdot 1,5m = 0$$

$$-441N \cdot 1,75m + 1000N \cdot 0,27m - Fi \cdot 1,5m = 0$$

$$-771,75Nm + 270Nm - Fi \cdot 1,5m = 0$$

$$-501,75Nm - Fi \cdot 1,5m = 0$$

$$Fi = \frac{501,75Nm}{1,5m} = 334,5$$

Pijakan kaki

$$A_w = 2b + d$$

$$= 2(5) + (10)$$

$$= 20cm$$



$$\begin{aligned}
 J_w &= \frac{(2(5)+10)^2}{12} - \frac{5^2(5+10)^2}{14} \\
 &= \frac{20^2}{12} - \frac{25(15)^2}{14} = 180 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$X = \frac{b^2}{2b+d} = \frac{25}{14} = 1.8 \text{ cm}$$

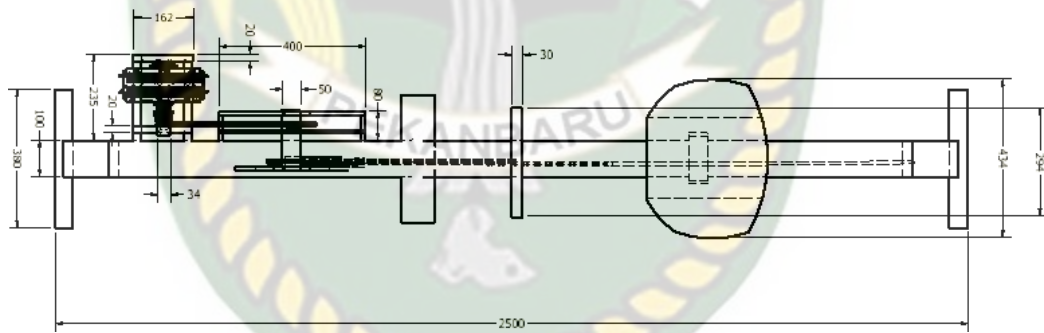
$$V = P = 1500 \text{ kg}$$

$$F_s = P/A_w = 1500 \text{ kg} / 20 \text{ cm} = 75 \text{ kg/cm}$$

$$T = P [8,00 + (b-X)] = 1500 \text{ kg} [8,00 + (4,00 - 1,8 \text{ cm})]$$

$$T = 1500 \text{ kg} (10,2) = 15300 \text{ kg/cm}$$

$$F_{th} = \frac{Tcv}{J_w} = \frac{(15300)(3,00)}{180} = 255 \text{ Kg/cm}$$



Gambar 4.4 rancangan gambar tampak atas

#### A. Sistem Trasmisi rantai Linier

$$P = 3(\text{HP}) = 2,21 \text{ (kW)}, n_1 = 1000 \text{ (rpm)}, n_2 = 600 \text{ (rpm)}$$

$$i = n_1 / n_2 = 1000 / 600 = 1,67, C \approx 350 \text{ (mm)}$$

Faktor Koreksi ( $f_c$ )  $f_c = 1.4$

$$P_d = 1,4 \times 2,21 = 3,09 \text{ (kW)}$$

$$T_1 = 9,74 \times 105 \times (3,09/1000) = 3009 \text{ (kg.mm)}$$

$$T_2 = 9,74 \times 105 \times (3,09/600) = 5016 \text{ (kg.mm)}$$

Bahan poros S40C-D,  $\sigma_B = 65 \text{ (kg/mm}^2 \text{)}$

$$Sf_1 = 6, Sf_2 = 2 \text{ (dengan alur pasak), } \tau_a = 65/(6 \times 2) = 5,41 \text{ (kg/mm}^2 \text{)}$$

Untuk tumbukan  $K_t = 2$ , untuk lenturan  $C_b = 2$

$$d_{s1} = \{(5,1/5,41) \times 2 \times 2 \times 3009\}^{1/3} = 22,4 \text{ (mm)} \rightarrow 24,8 \text{ (mm)}$$

$$d_{s2} = \{(5,1/5,41) \times 2 \times 2 \times 5016\}^{1/3} = 26,6 \text{ (mm)} \rightarrow 36,2 \text{ (mm)}$$

Pemilihan rantai Nomor rantai 50 dengan rangkaian tunggal, Karakteristik

$$p = 15,875 \text{ (mm.)}, F_B = 3200 \text{ (kg)}, F_U = 520 \text{ (kg)}$$

Harga  $z_1 = 15$ , yang sedikit lebih besar dari pada,  $z_{1min} = 13$

Perhitungan diameter puli dan naf

$$z_2 = 15 \times 1000/600 = 25,98 \rightarrow 26$$

$$d_p = 15,875/\sin(180^\circ/15) = 76,354 \text{ (mm)}$$

$$D_p = 15,875/\sin(180^\circ/25) = 126,66 \text{ (mm)}$$

$$d_k = \{0,6 + \cot(180^\circ/15)\} \times 15,875 = 84,210 \text{ (mm)}$$

$$D_k = \{0,6 + \cot(180^\circ/25)\} \times 15,875 = 133,52 \text{ (mm)}$$

$$d_{Bmax} = 15,875\{\cot(180^\circ/15) - 1\} - 0,76 = 57,71 \text{ (mm)}$$

$$D_{Bmax} = 15,875\{\cot(180^\circ/25) - 1\} - 0,76 = 98,21 \text{ (mm)}$$

Diameter naf sproket besar cukup untuk diameter poros yang bersangkutan.

Sedangkan untuk sproket kecil,

$$(5/3)d_{s1} + 10 = 48,71$$

$$d_{s1} = 21,9 \text{ (mm)}$$

Jadi  $d_{s1}$  yang diambil adalah 21 (mm), lebih kecil dari 24,8 (mm).

Jika bahan poros diperbaiki menjadi SNCM-1,  $\sigma_B = 85 \text{ (kg/mm}^2 \text{)}$

$$d_{s1} = \{(5,1/7,08) \times 2 \times 2 \times 3009\}^{1/3} = 20,5 \text{ (mm)} \rightarrow d_{s1} = 21 \text{ (mm)}$$

$$V = \frac{15 \times 15,875 \times 1000}{60 \times 1000} = 3,96 \text{ (m/s)}$$

Daerah kecepatan rantai 4-10 (m/s)

$3,96 \text{ (m/s)} < 4-10 \text{ (m/s)}$ , baik.

$400 - \frac{(84,2 + 140,3)}{2} = 287,7 > 200 \text{ (mm)}$ , baik.

$200 - \frac{(84,2 + 140,3)}{2} = 87,7 > 0 \text{ (mm)}$ , baik.

$$F = \frac{102 \times 6,17}{3,96} = 160 \text{ (kg)}$$

$$Sf = 3200/1,73 = 18,5$$

$6 < 18,5$ , baik.

$160 \text{ (kg)} < 520 \text{ (kg)}$ , baik.

Akhirnya dipilih rantai No. 50, rangkaian tunggal.

$$L_p = \frac{15 + 25}{2} + 2 \times \frac{200}{15,875} + \frac{[(26 - 15)/6,28]^2}{(200/15,875)} = 45,3$$

$L = 46 \text{ No. 50}$

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left( 45 - \frac{15+26}{2} \right) + \sqrt{\left( \left( 45 - \frac{15+26}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (25 - 15)^2 \right)} \right\} = 12,2$$

$$C = 12,2 \times 15,875 = 193,7$$

Cara pelumasan tetes. SAE 20

Nomor rantai No. 50, rangkaian tunggal, 45 mata rantai.

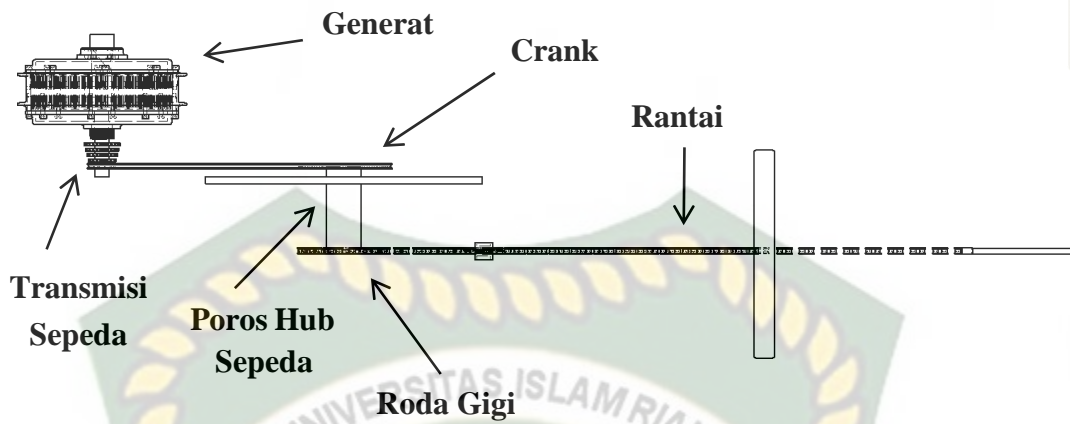
Jumlah gigi sproket 15 dan 25

Diameter poros:  $\phi 28$  dan  $\phi 35,5 \text{ (mm)}$

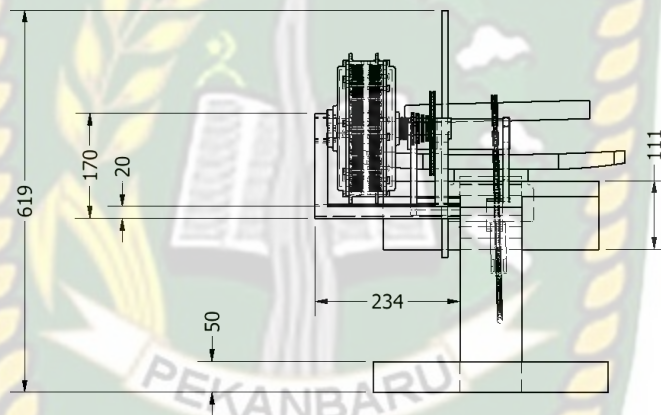
Jarak sumbu poros: 193,7 (mm) Pelumasan: pelumasan tetes dengan SAE 20 (65 cSt), dengan tambahan zat penahan tekanan tinggi.

Bahan poros: SNCM-1 dan S40C-D

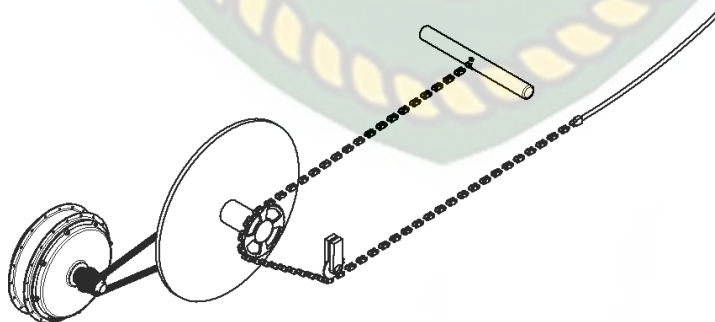
- Rancangan gambar mesin *Rowing Machine*



Gambar 4.5 Sistematis mesin pembangkit listrik pada *Rowing Machine*



Gambar 4.6 mesin pembangkit listrik pada *Rowing Machine* dari depan



Gambar 4.7 Mesin pembangkit listrik pada *Rowing Machine* dari samping

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini, sebagai berikut

1. Dalam proses perancangan *Rowing Machine* menghasilkan listrik untuk kapasitas kecil, dimana saat melakukan olahraga kita tidak hanya bertujuan untuk membentuk dan menjaga kesehatan tubuh melainkan juga menghasilkan daya listrik dimana energi yang kita buang di ubah menjadi daya listrik.
2. Bentuk dan sistematis *Rowing Machine* sebagai alat listrik, sama dengan seperti sepeda statis. Akan tetapi *Rowing Machine* lebih memberatkan pengguna di bagian tarikan.
3. Rancangan ini masih dapat dikembangkan dan lebih disederhanakan atau lebih modernisasi.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk perancangan pada alat *Rowing Machine* yaitu :

1. Perancangan alat *Rowing Machine* untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan battery sebagai penyimpan daya yang dihasilkan dari alat tersebut.
2. Dalam perancangan alat *Rowing Machine* ini semoga bisa membantu agar menjadi sumber referensi untuk insan lain nya kedepan nya

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A. I. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 893.
- Aksara, K. D. (2007). Energi Alternatif. (R. Sikumbang, Ed.) Bogor, Indonesia: Yudhistira.
- Budiyanti, E. (2014). Mengatasi Krisis Listrik Di Jawa dan Sumatera. *Info Singkat Ekonomi dan Kebijakan Publik*, VI, 1.
- Chayun Bodiono (2003), Tantangan dan Peluang Usaha Pengembangan Sistem Energi terbarukan di Indonesia.
- Generation, E. P., Practices, D. I., & Management, E. (2019). Electric Power Generation, Transmission and Distribution Industry Practices and Environmental Characterization. June, 1–11
- Ibrahim Nawawi, B. F. (2017). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil Pada Bangunan Bertingkat. *Theta Omega : Journal of Electrical Engineering, Computer and Information Technology*, 1.
- Muslim, S. (2008). Teknik Pembangkit Tenaga Listrik. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum.
- Nugroho, N., & Agustina, S. (2015). ANALISA MOTOR DC ( DIRECT CURRENT ) SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK. 2(1), 28–34.
- Prayoga, A., & S, E. M. (2010). Teknik tenaga listrik (Issue 0806365412).
- Saleh, A., & Hizkhia, T. R. (2021). Perancangan Transmisi Mesin Pengayak Pasir. *Jurnal TEDC*, 15(2), 159-165.
- Sularso, Suga Kiyokatsu. (2004). Dasar Perancangan Dan Pemeliharaan Elemen Mesin: PT.Pradnya Paramita
- Sumardjati, P. (2008). Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum.
- Western Governors ' Association. (2018). An Introduction to Electric Power Transmission An Introduction to Electric Power Transmission – Table of Content ( TOC ).

Widiyanto & Yogaswara.(2013). Elemen Mesin. Bandung: Depdikbud.

Xia, C.-I. (2012). *Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives And Controls*.

Singapore: John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd.

<https://www.rowing-machine-review.com/history-of-the-rowing-machine>

<https://gymfitnessindo.com/memilih-rowing-machine-untuk-rumah>

