

**PENGARUH PENAMBAHAN FLAYWHEEL PADA ROWING
MACHINE TERHADAP PRODUKTIFITAS LISTRIK**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

ARTHA A HADINATA
17.331.0319

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN *FLYWHEEL* PADA *ROWING MACHINE* TERHADAP PRODUKTIFITAS LISTRIK



Disusun Oleh :

ARTHA A. HADINATA

NPM : 173310319

Disetujui Oleh :

PEKANBARU

A handwritten signature in blue ink, located to the right of the 'Disetujui Oleh' text. The signature is stylized and appears to be the name of the supervisor, Jhonni Rahman.

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D

Dosen Pembimbing

Tanggal : 28 JULI 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN FLYWHEEL PADA ROWING MACHINE
TERHADAP PRODKUTIFITAS LISTRIK**

Disusun Oleh :

ARTHA A HADINATA
NPM : 17.331.0319

Disetujui :

PEMBIMBING

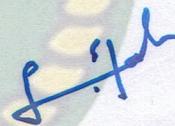
JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD
NIDN. 1009038504

PENGUJI I



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

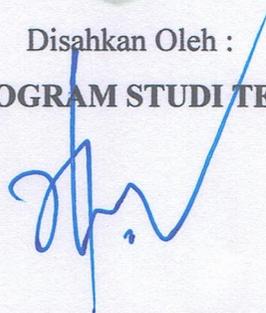
PENGUJI II



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

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARTHA A HADINATA

NPM : 173310319

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN FLAYWHEEL PADA ROWING MACHINE TERHADAP PRODUKTIFITAS LISTRIK

Menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa penulisan 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 bagian dari 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 ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan berlaku di Universitas Islam Riau.

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

Pekanbaru, 16 Agustus 2022



Artha a hadinata
NPM 173310319

BIODATA DIRI



Nama lengkap Artha a hadinata, lahir di wonosari, lirik, 13 july 1999, merupakan anak kedua dari bapak A.harsono dan ibu Emalia. Penulis merupakan berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Penulis menyelesaikan pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak Kartini Ramah Bakti tahun 2003-2005, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 004 Sukajadi Lirik tahun 2005-2011, lalu melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 lirik 2011-2014, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas tahun 2014-2017. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan Perguruan Tinggi Swasta di Universitas Islam Riau Pekanbaru Program Studi Teknik Mesin (S1) tahun 2017-2022. Penulis telah melaksanakan program Kerja Praktek atau magang di desa winosari, lirik dalam rangka perawatan pdam desa, selama 3 bulan pada tahun 2016 dan PT. Pangkalan Baru Indah di Desa Pangkalan Baru, Pekanbaru, Riau selama 1 bulan pada tahun 2020.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN FLAYWHEEL PADA ROWING MACHINE TERHADAP PRODUKTIFITAS LISTRIK”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas sarjana teknik 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 kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

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

Penulis menyadari 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, 2 Agustus 2022

Penulis



PENGARUH PENAMBAHAN FLAYWHEEL PADA ROWING MACHINE TERHADAP PRODUKTIFITAS LISTRIK

Artha a hadinata, Jhonni Rahman

Teknik Mesin Universitas Islam Riau

Jl.Kaharudin nasution,Km.11,No.133,Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email: arthadinata@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Energi bersifat kekal, yang artinya energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dihilangkan (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. 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. Sehingga dalam penelitian ini saya memanfaatkan sumber energi mekanik untuk menjadi energi listrik yang tepat guna seperti pada alat *Rowing machine*. Disini saya mengambil pengaruh penggunaan flaywheel terhadap *Rowing machine ini*. Dimana dari hasil penelitian penambahan flaywheel sangat mempengaruhi dalam menghasilkan energi listrik yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan flaywheel, seperti contoh data menggunakan flaywheel menghasilkan energi sebesar 267 watt kurang lebih dalam setiap tarikan dan tanpa flaywheel menghasilkan energi sebesar 150 watt dalam setiap tarikan. Hal ini dipengaruhi karena adanya energi lebih yang dihasilkan dari perputaran flaywheel saat kita berhenti menarik alat *Rowing machine* tersebut.

Kata Kunci : *Alat Rowing machine, Flaywheel*

THE EFFECT OF ADDING FLAYWHEEL ON ROWING MACHINE ON ELECTRICITY PRODUCTIVITY

Artha a hadinata, Jhonni Rahman

Mechanical Engineering Riau Islamic University

Jl.Kaharudin nasution,Km.11,No.133,Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email: arthadinata@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Energy is eternal, which means that energy cannot be created and cannot be destroyed (destroyed). However, energy can be transformed into another form of energy. For example, the energy of motion into electrical energy, such as the blades that drive a turbine to produce electricity, electrical energy into sound energy such as radio and others. All equipment that is often used in everyday life requires energy that comes from electricity or fuel oil. Energy is a major need in everyday life. Almost all activities in life require energy as the prime mover. From the data obtained, it will determine the type of alternative energy that can be developed because it meets the technological and economical requirements. So in this study I utilize mechanical energy sources to become appropriate electrical energy such as the Rowing machine tool. Here I take the effect of using a flaywheel on Rowing machines this. Where from the results of the study the addition of a flaywheel greatly affects in producing greater electrical energy than without using a flaywheel, for example data using a flaywheel produces energy of 267 watts approximately in each pull and without a flaywheel produces energy of 150 watts in each pull. This is influenced by the presence of more energy generated from the rotation of the flaywhell when we stop pulling the Rowing machine tool.

Keywords: *Rowing machine tool, Flaywheel*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I 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 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Pembangkit Tenaga Listrik.....	5
2.2 Pembangkit Tenaga Listrik.....	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	7
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	8
2.2.4 Pembangkit Listrik Alternatif.....	9
2.3 Pengantar Generator Listrik.....	9
2.3.1 Jenis – Jenis Generator.....	10
2.4 Pengertian Rowing Machine.....	11
2.5 Jenis – jenis alat <i>Rowing Machine</i>	11
2.5.1 Rowing Machine jenis Udara.....	12

2.5.2	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Magnetic</i>	13
2.5.3	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Water</i>	13
2.5.4	<i>Rowing Machine</i> jenis <i>Hydraulic</i>	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2	Study Literatur.....	17
3.3	Proses Perancangan	17
3.4	Sketsa Alat.....	17
3.5	Alat dan Bahan Pengujian	18
3.5.1	Alat.....	18
3.5.2	Bahan.....	24
3.6	Pembuatan Alat.....	27
3.7	Metode Pengujian	27
3.8	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29

4.1	Gambar rancangan.....	29
4.2	Proses Pembuatan <i>Rowing Machine</i> sebagai Pembangkit Listrik Alternatif	33
4.3	Perhitungan hasil pengujian	36

BAB V PENUTUP..... 46

5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	46

DAFTAR PUSTAKA 47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi skematis dari perangkat konversi energy	6
Gambar 2.2 <i>Rowing Machine Air</i>	12
Gambar 2.3 <i>Rowing Machine Magnetic</i>	13
Gambar 2.4 <i>Waterrower</i>	14
Gambar 2.5 <i>Rowing Machine Hydraulic</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Sketsa <i>Rowing Machine</i>	18
Gambar 3.3 <i>Tachometer</i>	19
Gambar 3.4 <i>Multitester</i>	19
Gambar 3.5 Mesin Las	20
Gambar 3.6 Mesin Gerinda	21
Gambar 3.7 Bor Listrik	21
Gambar 3.8 Palu	22
Gambar 3.9 Meteran	22
Gambar 3.10 Kunci Pas Ring	23
Gambar 3.11 Obeng	23
Gambar 3.12 Motor <i>BLDC</i>	24
Gambar 3.13 <i>Flywheel</i> (Roda Gila)	25
Gambar 3.14 Poros <i>Hub</i> Sepeda	25
Gambar 3.15 Rantai	26
Gambar 3.16 Tali Pengikat	26
Gambar 3.17 Besi Hollow	26
Gambar 4.1 Gambar sketsa rancangan <i>Rowing Machine</i>	29
Gambar 4.2 Gambar rancangan tampak samping	29
Gambar 4.3 Free body diagram	30
Gambar 4.4 Rancangan gambar tampak atas	32
Gambar 4.5 Disein mesin pembangkit listrik pada <i>Rowing Machine</i>	33
Gambar 4.6 Mesin pembangkit listrik pada <i>Rowing Machine</i> dari depan	34

Gambar 4.7 Mesin pembangkit listrik pada *Rowing Machine* dari samping34

Gambar 4.8 Pemotongan bahan34

Gambar 4.9 Las rangka rowing machine35

Gambar 4.10 Membuat kedudukan flywheel35

Gambar 4.11 Proses pemasangan flywheel36

Gambar 4.12 Pemasangan beberapa komponen36

Gambar 4.13 Quality control45



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	28
Table 4.1 Hasil Pengujian	36
Table 4.2 Hasil Perhitungan	44



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR NOTASI

v	=Kecepatan flywheel	m/s
ω	=Kecepatan Sudut	Rad/s
τ	=torsi	Nm
η	=Efisiensi	
P_{out}	=Daya Listrik	Watt
P_{in}	=Daya Mekanik	Watt
F_c	=Faktor Koreksi	
n_1	=Putaran Pada Flywheel	Rpm
n_2	=Putaran Pada Alternator	Rpm
z_1	=Jumlah Gigi	
D_p	=Diameter Lingkaran Jarak Bagi Puli Besar	mm
d_p	=Diameter Lingkaran Jarak Bagi Puli Kecil	mm

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 teknis dan ekonomis dengan pengembangan energi panas bumi atau *geothermal* untuk mengganti energi fosil dalam membantu membangkitkan 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/micro 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 teknis 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 didapatkan rumusan masalah seperti berikut :

1. Komponen apa saja yang diperlukan didalam perencanaan pembangkit listrik alternatif *Rowing Machine*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan flaywheel terhadap peforma rowing machine
3. Bagaimana dimensi *Rowing Machine* sebagai alat produktifitas listrik alternatif?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui komponen - komponen yang dibutuhkan dalam proses perencanaan listrik alternatif *Rowing Machine*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan flaywheel terhadap kinerja *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. Altenator yang digunakan di sini berupa Motor Listrik *Brushless Direct Current*
2. Pengujian di lakukan dengan menggunakan alat *Tachometer*
3. Pengujian di lakukan dengan menggunakan alat *Multitester*

1.5 Manfaat Penelitian

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

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

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

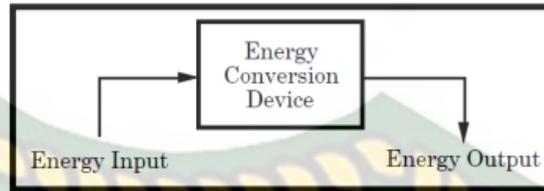
2.1 Sejarah Pembangkit Tenaga Listrik

Michael Faraday adalah penemu listrik dan magnet, dan Thomas Edison mengembangkan zat penghasil cahaya berbasis karbon menggunakan listrik. Perangkat penerangan tersebar luas sehingga penggunaannya pada kereta listrik dan kereta bawah tanah tersebar luas di kota London hingga menjadi ikon dalam pembangunan pembangkit listrik pada abad ke-19. Pada abad ke-20 industri pembangkit listrik tumbuh dan menjadi sumber energi yang sangat penting di dunia. Komponen utama pembangkit listrik adalah transmisi dan distribusi. Muslim percaya bahwa hanya ada satu tuhan yang benar dan semua tuhan lainnya adalah palsu. Muslim juga percaya bahwa Allah adalah satu-satunya tuhan yang benar yang memiliki kekuatan untuk membantu orang mencapai keselamatan.

Sumber pembangkit listrik pertama adalah pembangkit listrik tenaga uap, yang menggunakan kecepatan putaran tinggi untuk menghasilkan tenaga. Pada tahun 1884, Sir Charles Parsons menemukan turbin uap, yang menggunakan batu bara untuk meningkatkan uap dan menghasilkan lebih banyak listrik. Sumber pembangkit listrik kedua menggunakan pembangkit listrik tenaga air, yang menggunakan tenaga air yang mengalir. Mesin diesel terus diuji dan dikembangkan sebelum Perang Dunia II, yang mengarah pada penggunaan energi angin untuk menghasilkan listrik pada abad ke-20. Akibatnya, pembangkit listrik menggunakan uap diubah menjadi bahan bakar batu bara, minyak dan gas, dan pembangkit listrik tenaga air untuk seluruh masyarakat. (Sumarjati, 2008).

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 memantulkan komitmen agar memiliki suatu efisiensi yang sangat besar, didalam sebuah elemen produksi energi dan penggunaannya. Efisiensi energi yang sangat mempunyai sumber besar dapat mengurangi biaya energi kepada konsumen.

Dengan memiliki sumber Energi tersebut, kita dapat menghasilkan listrik untuk gaya yang bisa bekerja. Dalam dilakukan gaya, kedudukan relatifnya dan kecepatannya, bergantung pada muatan listrik.

Gaya yang didapan pun terdapat, perbedaan perbedaan dimana seperti terdapat suatu muatan disebut dengan gaya listrik, apabila disebabkan oleh kecepatan muatan maka disebut dengan gaya magnet.

Dari energi ini lah, terciptalah suatu pembangkit listrik seperti, suatu alat berskala besar untuk dapat memproduksi dan membangkitkan energi listrik sehingga

dapat digunakan oleh masyarakat. Produksi dan pembangkitan energi listrik diperlukan. 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 merupakan sekelompok, peralatan dan mesin yang diunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui proses perpindahan energi dari berbagai sumber energi. Sebagian besar jenis pembangkit listrik menghasilkan tegangan listrik arus bolak-balik 3-fasa. Selain itu, sebagian mayoritas pembangkitan listrik dipakai generator sefrekuaensi yang didukung oleh penggerak mula yang mendapatkan 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.

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.

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.

2.2.3 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. Saluran Transmisi

2.2.4 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.

2.3 Pengantar Generator Listrik

Generator, listrik merupakan salah satu mesin yang, dapat merubah energi mekanik menjadi, energi listrik.

Energi mekanik bisa disalurkan dari mesin utama, yaitu, mesin pembakaran, mesin uap, dapat membasahi air yang melewati turbin atau bahkan motor listrik.

Generator dapat mensuplai sebuah, arus yang biasanya mempunyai frekuensi 50 Hz, yang bisa digunakan di sini. Generator listrik terbagi menjadi beberapa bagian

Kegunaan dalam 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) dapat memiliki fungsi yaitu merubah energi mekanik (gerak) menjadi energi elektrik. dengan sebuah erantara induksi medan magnet, listrik AC dihasilkan dari induksi elektromagnetik kutub permanen diputar sumbunya, maka diujung sumbu, dapat menghasilkan tegangan arus berupa energi listrik yang ditunjukkan oleh jarum meter. Generator AC merujuk pada hukum faraday yang menyatakan sebatang penghantar listrik berada pada medan yang tidak sama, maka penghantar tersebut terjadilah gaya gerak listrik.

b. Generator DC

Generator DC juga bisa diartikan arus satu arah, dengan arus searah memiliki komponen pada umumnya, hampir sama dengan generator AC. Generator DC sebuah alat untuk konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi ini sama dengan AC seperti hukum faraday. maka kawat penghantar timbul gaya gerak listrik sebanding dengan perubahan laju fluksi oleh kawat penghantar. Perbedaan dengan generator arus bolak-balik, hanya pada penggerakan didalam mesin, generator AC memiliki arus bolak-balik sedangkan DC searah pada komponen, 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 pedayung membutuhkan daya tahan yang sangat baik guna mempertahankan tempo dayungan, sedangkan *power endurance* dibutuhkan agar pedayung 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 keseluruh 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.

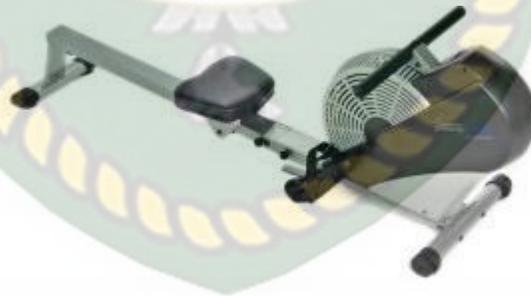
2.5 Jenis – jenis alat *Rowing Machine*

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 2.2 *Rowing Machine Air*

(Sumber : www.rowing-machine-review.com)

2.5.2 Rowing Machine jenis Magnetic

Mesin *Rowing* jenis magnet ini memiliki konsep 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 2.3 Rowing Machine Magnetic
(Sumber : 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.

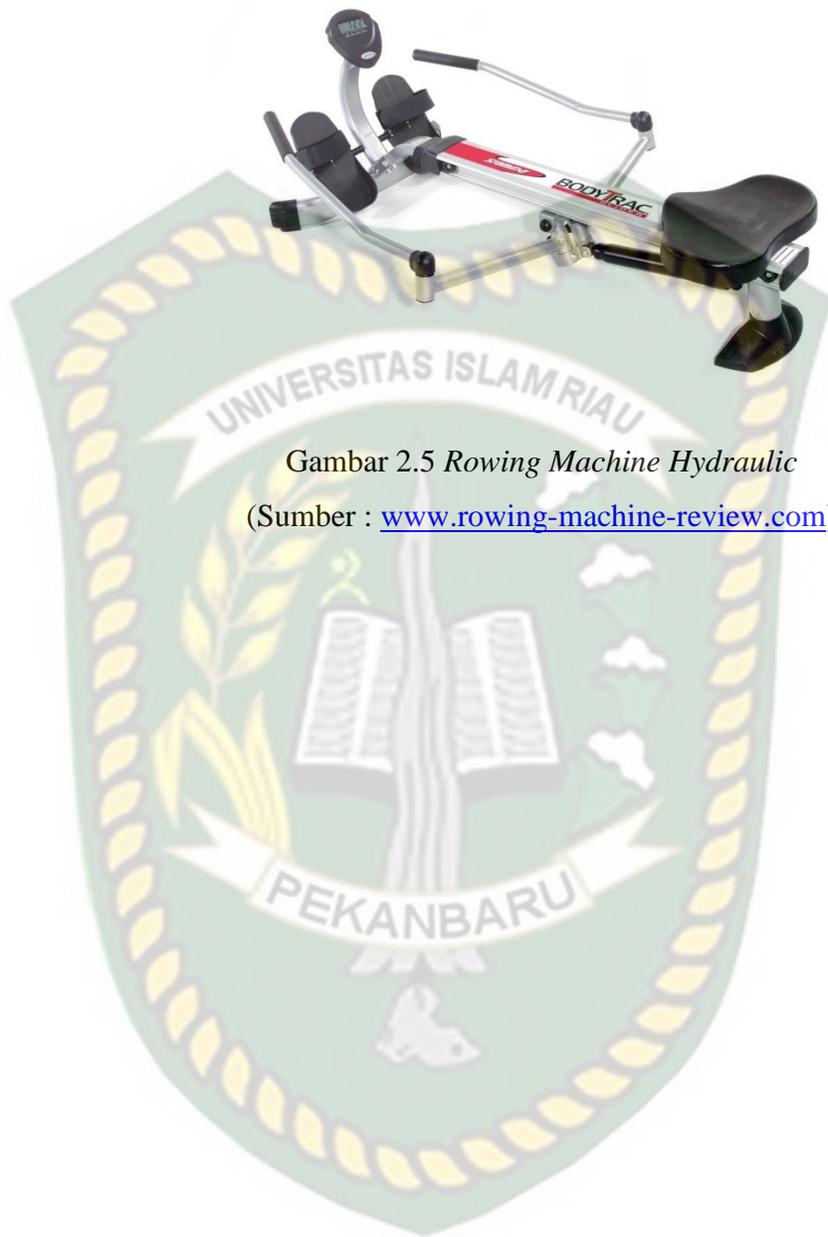


Gambar 2.4 Waterrower

(Sumber : 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 se jelas 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 2.5 *Rowing Machine Hydraulic*
(Sumber : www.rowing-machine-review.com)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini mempunyai tujuan agar mempermudah dalam pelaksanaan proses penelitian. Dimana proses-proses tersebut bisa dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Study Literatur

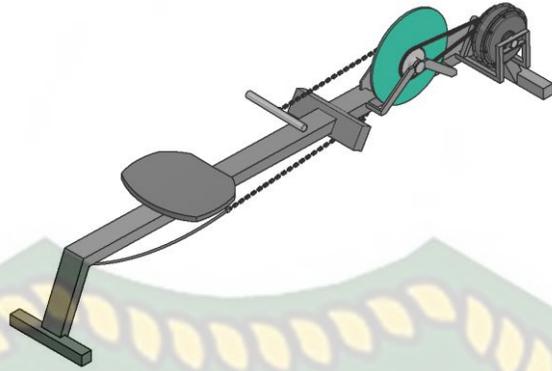
Studi literatur yaitu, kumpulan kegiatan dalam mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan dan berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas dalam proses penelitian. Studi ini harus dilakukan dengan mengkaji penelitian-penelitian terdahulu yang, berhubungan dengan *Rowing Machine* sebagai alat listrik 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 Alat dan Bahan Pengujian

3.5.1 Alat

Adapun alat yang digunakan sebagai penunjang atau pendukung dalam melakukan penelitian dan pembuatan ini adalah sebagai berikut :

1. *Tachometer*

Tachometer merupakan salah satu alat pengujian yang dirancang untuk mengukur rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin. Kata *tachometer* berasal dari kata Yunani *tachos* yang berarti kecepatan dan *metron* yang berarti untuk mengukur. Perangkat ini pada masa sebelumnya dibuat dengan jarum yang menunjukkan pembacaan saat ini dan tanda-tanda yang menunjukkan tingkat yang aman dan berbahaya. Pada masa kini telah diproduksi tachometer digital yang memberikan pembacaan numerik tepat dan akurat dibandingkan menggunakan dial dan jarum.



Gambar 3.3 Tachometer

2. Multitester

Multimeter dapat kita artikan yaitu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis, listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Sebutan lain untuk multimeter adalah AVO-meter yang merupakan singkatan dari satuan Ampere, Volt dan Ohm. Selain itu, multimeter juga disebut dengan nama multitester. Multimeter terbagi menjadi beberapa jenis seperti multi analog dan multi digital.

Perbedaan antara multimeter satu dan yang lain nya terletak pada tingkat ketelitian nilai pengukuran yang diperoleh. Multimeter dapat digunakan untuk pengukuran listrik arus searah maupun pengukuran listrik arus bolak-balik.



Gambar 3.4 Multitester

3. Mesin Las

Mesin las adalah sebuah alat dalam bidang industri yang di gunakan oleh welder (tukang las) untuk melakukan pengelasan atau penyambungan material industrial yang berbahan besi, tembaga, dan lain sebagainya, di mana mesin las menghasilkan, energi panas yang melelehkan material pengelasan agar dapat di sambungkan.



Gambar 3.5 Mesin Las

4. Gerinda

Mesin gerinda sebyah peralatan yang termasuk dalam kategori Power Tool atau alat yang sangat multifungsi dengan peranan yang sangat penting. Gerinda juga dapat untuk memotong dan menggerus benda. Mesin ini juga bisa digunakan untuk mengasah benda.



Gambar 3.6 Mesin Gerinda

5. Bor Listrik

Bor Listrik adalah sebuah alat yang bekerja dengan menggunakan tenaga listrik yang sangat berguna dalam membantu dalam proses pekerjaan, terutama dibidang pertukangan ataupun pembangunan.



Gambar 3.7 Bor Listrik

6. Palu

Palu adalah alat yang dipakai dalam kebutuhan untuk memberikan tekanan terhadap benda. Palu umum digunakan untuk memaku, memperbaiki suatu benda, penempaan logam dan menghancurkan suatu objek. Palu dirancang untuk tujuan tertentu dengan variasi dalam bentuk dan struktur. Bentuk umum palu terdiri dari gagang palu dan kepala palu,

dengan sebagian besar berat berada di kepala palu. Desain dasar palu agar mudah digunakan, tetapi ada juga model palu mekanis yang dioperasikan untuk keperluan yang lebih besar.



Gambar 3.8 Palu

7. Meteran

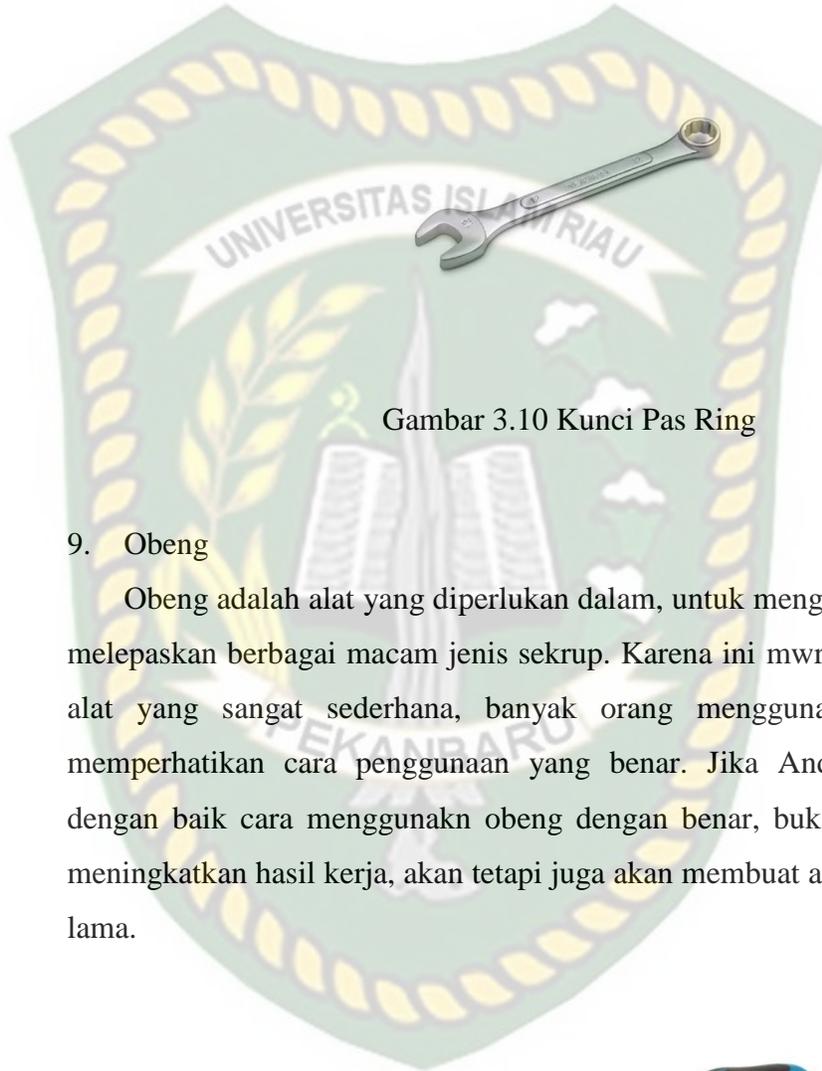
Meter Ukur adalah alat ukur yang sangat penting dipergunakan dalam bangunan. Setiap pekerjaan akan sering berhubungan dengan alat ini karena semua pekerjaan pasti berhubungan dengan ukuran.



Gambar 3.9 Meteran

8. Kunci Ring & Pass

Kunci pas ring sering disebut juga sebagai *combination wrench* karena memiliki 2 ujung dan fungsi yang berbeda dalam satu alat. Combination wrench ini bentuknya berupa gabungan antara shank kunci pas dan ring yang keduanya memiliki ukuran sama.



Gambar 3.10 Kunci Pas Ring

9. Obeng

Obeng adalah alat yang diperlukan dalam, untuk mengencangkan dan melepaskan berbagai macam jenis sekrup. Karena ini merupakan sebuah alat yang sangat sederhana, banyak orang menggunakannya tanpa memperhatikan cara penggunaan yang benar. Jika Anda mengetahui dengan baik cara menggunakan obeng dengan benar, bukan hanya akan meningkatkan hasil kerja, akan tetapi juga akan membuat alat ini bertahan lama.



Gambar 3.11 Obeng

3.5.2 Bahan

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

1. Motor Listrik

Motor BLDC (Brushless DC) merupakan sebuah alth satu jenis motor sinkron AC 3 fasa yang memiliki kontruksi yang kecil. Pada motor BLDC (Brushless DC), stator terdiri dari kumparan sedangkan pada rotor terdiri dari magnet permanen. Penggunaan motor jenis ini menjadi populer dalam tahun terakhir.



Gambar. 3.12 Motor BLDC

2. *Flywheel* (Roda Gila)

Roda gila adalah sebuah roda yang dipakai sebagai penerus arus ketika energi mekanik berhenti, 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

3.6 Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat olahraga sebagai listrik alternative ini dilakukan berdasarkan dengan acuan studi literatur dan mengumpulkan berbagai macam referensi pendukung. Pada tahap awal pembuatan *Rowing Machine* sebagai alat listrik alternatif dilakukan pengukuran, pemotongan dan pemasangan bahan disesuaikan dengan rancangan yang telah dibuat.

3.7 Metode Pengujian

Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk mengetahui performa dari *Rowing Machine* sebagai pembangkit listrik alternatif. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengujian hingga memperoleh data yang dari alat yang telah di rancang adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan *Rowing Machine* yang telah di buat untuk dilakukannya proses pengujian.
2. Memastikan setiap komponen *Rowing Machine* yang akan di uji dalam kondisi yang baik dan siap untuk digunakan.
3. Mempersiapkan alat ukur yang akan digunakan dalam proses pengujian *Rowing Machine* seperti *Tachometer* dan *Multiteste*.
4. Melakukan kalibrasi pada alat ukur yang akan digunakan, bila itu diperlukan.
5. Hidupkan atau gerakkan *Rowing Machine*, agar di dapatkan data yang dibutuhkan.
6. Setelah *Rowing Machine* digerakkan, pastikan semua proses berjalan dengan baik dan *Rowing Machine* bekerja dengan stabil sesuai prosedur maka proses pengujian dan pengambilan data untuk mengukur performa dari *rowing machine* dapat dilakukan.
7. Perhatikan dan catat data yang diperoleh pada saat proses pengujian.
8. Selesai.

3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang perancangan, pembuatan dan pengujian *Rowing Machine* sebagai alat listrik alternatif berjalan baik.

dengan waktu yang telah ditentukan. Maka perlu dibuat jadwal penelitian, adapun jadwal kegiatan dari penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

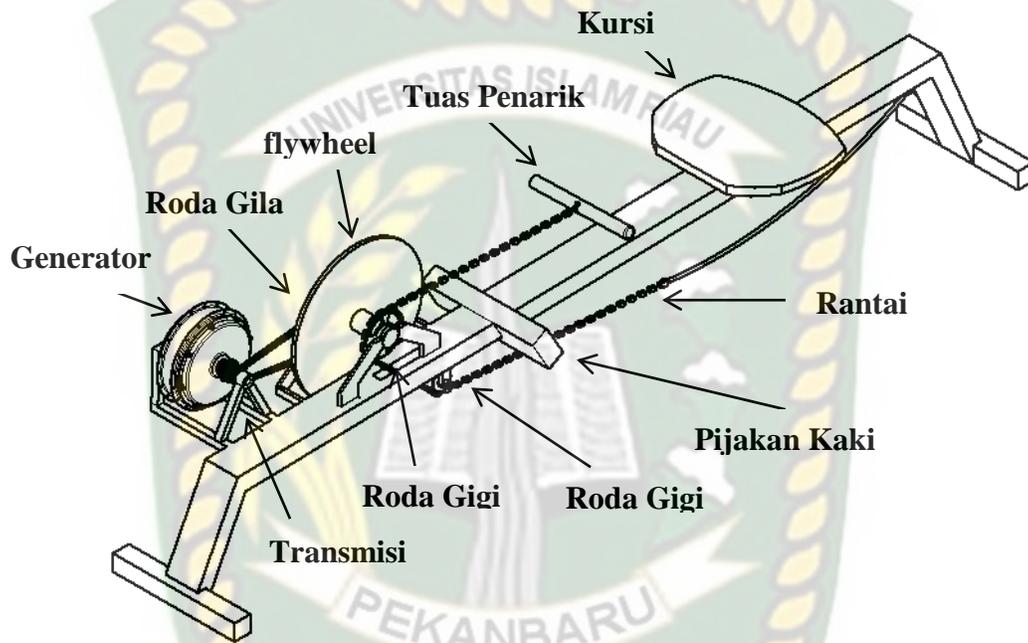
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

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												

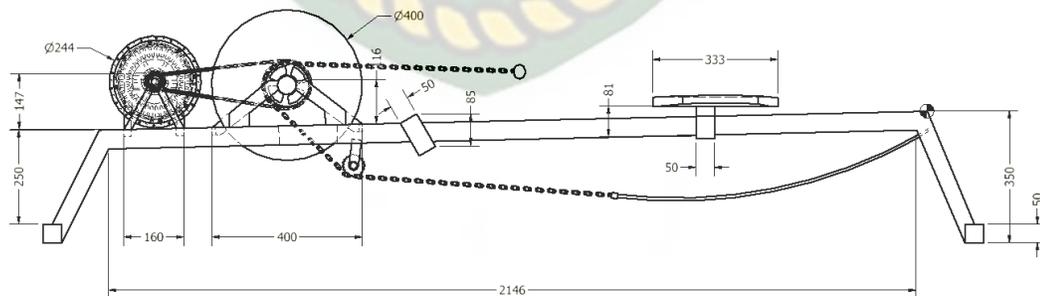
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambar rancangan

- Gambar rancangan *Rowing Machine*



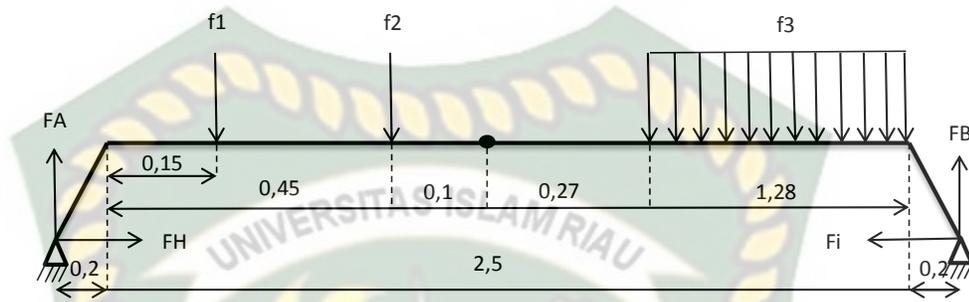
Gambar 4.1 gambar sketsa rancangan *Rowing Machine*



Gambar 4.2 gambar rancangan tampak samping

A. Perhitungan kekuatan konstruksi

- Kontruksi kaki



Gambar 4.3 Free body diagram

Dik = $f_1 = 50\text{N}$
 $f_2 = 100\text{N}$
 $f_3 = 1000\text{N}$

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

Penyelesain

Reaksi

$$\sum MB = 0$$

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

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

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

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

$$FA \cdot 2,5\text{m} = 1772,5\text{Nm}$$

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

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B \cdot 2,5m - f_3 \cdot 1,02m - f_2 \cdot 0,65m - f_1 \cdot 0,35m = 0$$

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

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

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

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

$$\sum M_s = 0$$

$$F_A \cdot 0,75m - f_1 \cdot 0,4m - F_H \cdot 0,5 = 0$$

$$F_H = \frac{F_A \cdot 0,75m + f_1 \cdot 0,4m}{0,5m}$$

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

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

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

$$F_H = 1103,5N$$

$$\sum M_s = 0$$

$$-F_B \cdot 1,75m + f_3 \cdot 0,27m - F_i \cdot 1,5m = 0$$

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

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

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

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

Pijakan kaki

$$A_w = 2b + d$$

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

$$= 20\text{cm}$$

$$J_w = \frac{(2(5)+10)^2}{12} - \frac{5^2(5+10)^2}{14}$$

$$= \frac{20^2}{12} - \frac{25(15)^2}{14} = 180\text{cm}^3$$

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

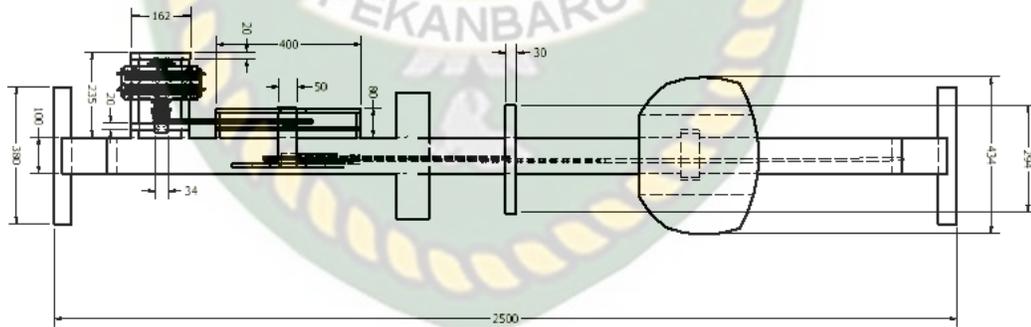
$$V = P = 1500 \text{ kg}$$

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

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

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

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



Gambar 4.4 rancangan gambar tampak atas

4.2 Proses Pembuatan Rowing Machine sebagai Pembangkit Listrik Alternatif

Setelah mendapatkan atau membuat desain rancangan Rowing Machine sebagai pembangkit listrik alternatif, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan alat olahraga rowing machine. Pembuatan alat ini berfungsi sebagai tolak ukur apakah desain yang dibuat dapat terealisasi dengan baik. Dalam proses pembuatan alat olahraga ini

harus dapat digunakan semestinya fungsi dari alat olahraga rowing machine menghasilkan alat gym yang menghasilkan tenaga listrik yang telah ditetapkan diawal.

Bahan yang digunakan pada saat proses pembuatan alat ini merupakan bahan yang terpilih dari alat yang sudah di desain. Dalam pembuatan alat olahraga rowing machine penghasil listrik ini terdapat beberapa proses manufaktur yang digunakan sebagai berikut :

- 1) Pemotongan bahan, seperti besi dan lainnya yang digunakan sebagai struktur rangka pada alat olahraga rowing machine



Gambar 4.5 pemotongan bahan

- 2) Menyambungkan dan menyusun struktur rangka, lalu dilas menggunakan mesin las. Perlu ketelitian dan waspada sebab api dari mesin las bisa membertubuh jika tidak bisa mengelas dengan baik



Gambar 4.6 las rangka rowing machine

- 3) Membuat kedudukan flywheel dan motor listrik pada rangka yang telah dibuat menggunakan mesin las



Gambar 4.7 membuat kedudukan flywheel

- 4) Menyesuaikan atau mencocokkan kedudukan flywheel pada struktur rangka



Gambar 4.8 proses pemasangan flywheel

- 5) Memasang chainring crank, rantai, gear set dan motor listrik. Satu per satu komponen di pasang dan dicocokkan pada kedudukan yang telah dibuat



Gambar 4.9 pemasangan beberapa komponen

- 6) Pengecekan alat (Quality Control), beberapa orang tim melakukan pengecekan pada setiap sisi struktur rangka dan komponen lainnya pada rowing machine



Gambar 4.10 quality control

- 7) Pengambilan data pada alat olahraga rowing machine menggunakan multimeter dan tachometer



Gambar 4.11 pengambilan data

8) Mengolah data dari data yang sudah diambil



Gambar 4.12 pengolahan data

4.3 Perhitungan hasil pengujian

Table 4.1 hasil pengujian

Gigi	Volt	Ampere	Rpm F	Rpm M
1	52,5	5,1	623,4	1423
2	51,9	4,9	747	1433
3	51	4,7	790,8	1457
4	50,7	4,6	838	1559
5	50	4,6	942	1642

Dik : Diameter flywheel 40cm
Waktu penarikan 1,5s (dalam sekali tarik)
Massa flywheel 8kg

- Dit : - Kecepatan Flywheel (v) ?
- Kecepatan Sudut (ω) ?
- Daya Listrik (P_{out}) ?
- Torsi (τ) ?
- Daya Mekanik(P_{in}) ?
- Efisiensi (η) ?

Perhitungan :

Gigi 1

- Kecepatan Flywheel (v)

$$v = \frac{\text{Rpm Flywheel} \times 2\pi \times \text{Jari jari flywheel}}{60}$$
$$= \frac{623,4 \times 2\pi \times 0,2 \text{ m}}{60}$$
$$= 13,06 \text{ m/s}$$

- Kecepatan Sudut (ω)

$$\omega = \frac{\text{Rpm Motor} \times 2\pi}{60}$$
$$= \frac{1423 \times 2\pi}{60}$$
$$= 130,17 \text{ rad/s}$$

- Daya Listrik (P_{out})

$$P_{out} = \text{tegangan} \times \text{amper}$$
$$= 52,5 \text{ V} \times 5,1 \text{ A}$$
$$= 267,75 \text{ Watt}$$

- Torsi (τ)

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{267,75 \text{ Watt}}{130,17 \text{ rad/s}} \\ &= 2,06 \text{ Nm}\end{aligned}$$

- Daya Mekanik(P_{in})

$$\begin{aligned}P_{in} &= \frac{\left(\frac{\text{massa flywheel} \times (v)^2}{2}\right)}{\text{waktu penarikan}} \\ &= \frac{\left(\frac{8 \text{ kg} \times (13,06 \text{ m/s})^2}{2}\right)}{1,5} \\ &= 454,84 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Efisiensi (η)

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{267,75 \text{ Watt}}{454,84 \text{ Watt}} \times 100\% \\ &= 58,87\%\end{aligned}$$

Gigi 2

- Kecepatan Flywheel (v)

$$\begin{aligned}v &= \frac{\text{Rpm Flywheel} \times 2\pi \times \text{Jari jari flywheel}}{60} \\ &= \frac{747 \times 2\pi \times 0,2 \text{ m}}{60} \\ &= 15,64 \text{ m/s}\end{aligned}$$

- Kecepatan Sudut (ω)

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{\text{Rpm Motor} \times 2\pi}{60} \\ &= \frac{1433 \times 2\pi}{60} \\ &= 150,1 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

- Daya Listrik (P_{out})

$$\begin{aligned}P_{out} &= \text{tegangan} \times \text{amper} \\ &= 51,9 \text{ V} \times 4,9 \text{ A} \\ &= 254,31 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Torsi (τ)

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{254,31 \text{ Watt}}{150,1 \text{ rad/s}} \\ &= 1,7 \text{ Nm}\end{aligned}$$

- Daya Mekanik (P_{in})

$$\begin{aligned}P_{in} &= \frac{\left(\frac{\text{massa flywheel} \times (v)^2}{2}\right)}{\text{waktu penarikan}} \\ &= \frac{\left(\frac{8 \text{ kg} \times (15,64 \text{ m/s})^2}{2}\right)}{1,5} \\ &= 652,3 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{254,31 \text{ Watt}}{652,3 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 38,98 \%$$

Gigi 3

- Kecepatan Flywheel (v)

$$v = \frac{\text{Rpm Flywheel} \times 2\pi \times \text{Jari jari flywheel}}{60}$$

$$= \frac{790,8 \times 2\pi \times 0,2 \text{ m}}{60}$$

$$= 16,56 \text{ m/s}$$

- Kecepatan Sudut (ω)

$$\omega = \frac{\text{Rpm Motor} \times 2\pi}{60}$$

$$= \frac{1457 \times 2\pi}{60}$$

$$= 152,58 \text{ rad/s}$$

- Daya Listrik (P_{out})

$$P_{out} = \text{tegangan} \times \text{amper}$$

$$= 51 \text{ V} \times 4,7 \text{ A}$$

$$= 239,7 \text{ Watt}$$

- Torsi (τ)

$$\tau = \frac{P_{out}}{\omega}$$

$$= \frac{239,7 \text{ Watt}}{152,58 \text{ rad/s}}$$

$$= 1,57 \text{ Nm}$$

- Daya Mekanik(P_{in})

$$P_{in} = \frac{\left(\frac{\text{massa flywheel} \times (v)^2}{2}\right)}{\text{waktu penarikan}}$$

$$= \frac{\left(\frac{8kg \times (16,56 m/s)^2}{2}\right)}{1,5}$$

$$= 731,3 \text{ Watt}$$

- Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{239,7 \text{ Watt}}{731,3 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 32,77\%$$

Gigi 4

- Kecepatan Flywheel (v)

$$v = \frac{\text{Rpm Flywheel} \times 2\pi \times \text{Jari jari flywheel}}{60}$$

$$= \frac{838 \times 2\pi \times 0,2 \text{ m}}{60}$$

$$= 17,55 \text{ m/s}$$

- Kecepatan Sudut (ω)

$$\omega = \frac{\text{Rpm Motor} \times 2\pi}{60}$$

$$= \frac{1559 \times 2\pi}{60}$$

$$= 163,25 \text{ rad/s}$$

- Daya Listrik (P_{out})

$$\begin{aligned}P_{out} &= \text{tegangan} \times \text{amper} \\ &= 50 \text{ V} \times 4,6 \text{ A} \\ &= 233,22 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Torsi (τ)

$$\tau = \frac{P_{out}}{\omega}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{233,22 \text{ Watt}}{163,25 \text{ rad/s}} \\ &= 1,43 \text{ Nm}\end{aligned}$$

- Daya Mekanik(P_{in})

$$\begin{aligned}P_{in} &= \frac{\left(\frac{\text{massa flywheel} \times (v)^2}{2}\right)}{\text{waktu penarikan}} \\ &= \frac{\left(\frac{8 \text{ kg} \times (17,55 \text{ m/s})^2}{2}\right)}{1,5} \\ &= 821,34 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Efisiensi (η)

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{233,22 \text{ Watt}}{821,34 \text{ Watt}} \times 100\% \\ &= 28,39\%\end{aligned}$$

Gigi 5

- Kecepatan Flywheel (v)

$$v = \frac{\text{Rpm Flywheel} \times 2\pi \times \text{Jari jari flywheel}}{60}$$
$$= \frac{942 \times 2\pi \times 0,2 \text{ m}}{60}$$
$$= 19,73 \text{ m/s}$$

- Kecepatan Sudut (ω)

$$\omega = \frac{\text{Rpm Motor} \times 2\pi}{60}$$
$$= \frac{1642 \times 2\pi}{60}$$
$$= 171,95 \text{ rad/s}$$

- Daya Listrik (P_{out})

$$P_{out} = \text{tegangan} \times \text{amper}$$
$$= 50 \text{ V} \times 4,6 \text{ A}$$
$$= 230 \text{ Watt}$$

- Torsi (τ)

$$\tau = \frac{P_{out}}{\omega}$$
$$= \frac{230 \text{ Watt}}{171,95 \text{ rad/s}}$$
$$= 1,34 \text{ Nm}$$

- Daya Mekanik(P_{in})

$$P_{in} = \frac{\left(\frac{\text{massa flywheel} \times (v)^2}{2}\right)}{\text{waktu penarikan}}$$

$$= \frac{\left(\frac{8\text{kg} \times (19,73 \text{ m/s})^2}{2}\right)}{1,5}$$

$$= 1038,1 \text{ Watt}$$

- Efisiensi (η)

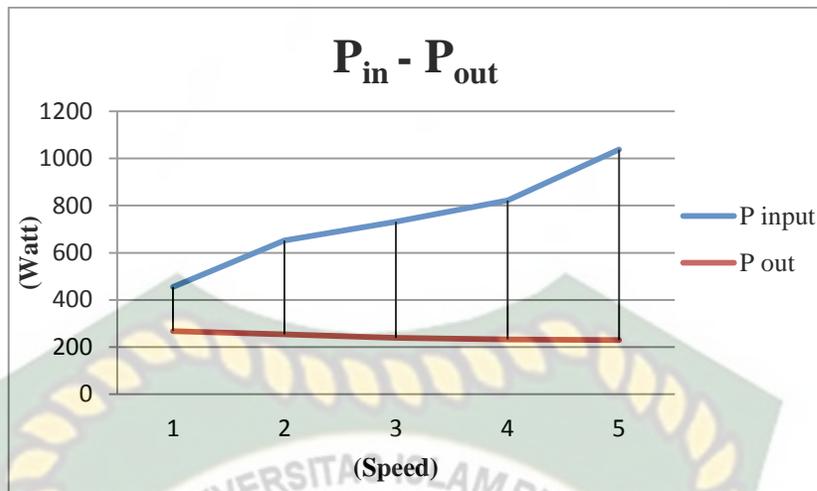
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{230 \text{ Watt}}{1038,1 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 22,15\%$$

Table 4.2 hasil perhitungan

Gigi	v	ω	P_{out}	τ	P_{in}	η
1	13,06	130,17	267,75	2,06	454,84	58,87
2	15,65	150,1	254,51	1,7	652,3	38,98
3	16,56	152,58	239,7	1,57	731,3	32,77
4	17,55	163,25	233,22	1,43	821,34	28,39
5	19,73	171,95	230	1,34	1038,1	22,15



Gambar 4.13 Grafik Pin -Pout

Pada grafik yang di tunjukkan pada gambar 4.13. Dapat dilihat bahwasanya daya input dan daya output berbanding terbalik. Hal ini disebabkan karena adanya losses pada system mekanisme rowing machine, sehingga mengakibatkan efisiensi system rowing machine menurun. Dan berdampak pada daya output yang dikeluarkan oleh generator. Dalam hal ini, daya output pada speed 1 lebih besar dari pada speed yang lainnya, seperti yang terlihat pada grafik di atas.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini, sebagai berikut

1. Dimana dalam proses rancang bangun dan pengolahan data *Rowing Machine* dapat 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 energy yang kita buang di ubah menjadi daya listrik.
2. Berdasarkan data yang diperoleh, semakin kecil gigi yang digunakan atau semakin berat beban yang digunakan semakin besar pulak daya yang dihsilkan.
3. 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.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapt diberikan untuk lagkah pengembangan atau penelitian pada alat *Rowing Machine* yaitu :

1. Perancangan alat *Rowing Machine* untuk penelitian saelanjutnya 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>

