

LAPORAN TUGAS AKHIR

Bike Generator



Penyusun:

Ahmad Fhauzan (19524121)

Muhammad Rizki Herwanda Putra (19524061)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Bike Generator

Penyusun:

Ahmad Fhauzan (19524121)

Muhammad Rizki Herwandra Putra (19524061)

Yogyakarta, 20 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1



Yusuf Aziz Amrullah, S.T.,M.Sc.,P.hD.

045240101

Dosen Pembimbing 2



Iftitah Imawati, S.T., M.Eng.

215241301

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri





Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2023

HALAMAN VERIFIKASI TA201 & TA202

Bike Generator

VERIFIKASI TA201	
<ul style="list-style-type: none">• Bab 1: Pendahuluan• Bab 2: Usulan Solusi• Bab 3: Implementasi Desain	
<p>Dosen Pembimbing 1</p>  <p>Yusuf Aziz Amrullah, S.T.,M.Sc.,P.hD. 045240101 Tanggal Verifikasi</p>	<p>Dosen Pembimbing 2</p>  <p>Iftitah Imawati, S.T., M.Eng. 215241301 Tanggal Verifikasi</p>
<p>Dosen Pembimbing 1</p>  <p>Yusuf Aziz Amrullah, S.T.,M.Sc.,P.hD. 045240101 Tanggal Verifikasi</p>	<p>Dosen Pembimbing 2</p>  <p>Iftitah Imawati, S.T., M.Eng. 215241301 Tanggal Verifikasi</p>
VERIFIKASI TA202	
<ul style="list-style-type: none">• Bab 4: Hasil dan Analisis• Bab 5: Kesimpulan dan Saran	

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BIKE GENERATOR



Disusun oleh:

Ahmad Fhauzan 19524121

Muhammad Rizki Herwandra Putra 19524061

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

pada tanggal: 27 Juli 2023

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., P.hD

Anggota Penguji 1

: Dr.Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 2

: Deny Krisnanto S.T

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 7 Agustus 2023

Program Studi Teknik Elektro



Wina Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 7 Agustus 2023



Ahmad Fhauzan (19524121)



Muhammad Rizki Herwandra Putra (19625061)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
HALAMAN VERIFIKASI TA201 & TA202	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	5
DAFTAR TABEL	6
RINGKASAN TUGAS AKHIR	7
BAB 1: Pendahuluan	8
1.1 Latar Belakang	8
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan	9
1.4 Batasan Masalah	9
1.5 Batasan Realistis Engineering	10
BAB 2: Usulan Solusi	11
2.1 Kajian Terhadap Solusi-solusi Sejenis	11
2.2 Spesifikasi Sistem	12
2.3 Usulan-usulan Desain Sistem	13
2.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	17
BAB 3: Implementasi Desain	18
3.1 Hasil Rancangan Sistem	18
3.2 Desain Eksperimen	20
3.2.1 Indikator/Parameter yang Diukur	22
3.2.2 Alat dan Bahan	23
3.2.3 Langkah Pengambilan Data	23
BAB 4: Hasil dan Analisis	25
4.1 Analisis Hasil	25
4.1.1 Hasil Pengujian Indikator	25
4.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	29
4.1.3 Pengalaman Pengguna	31
4.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	32
4.2 Dampak Implementasi Sistem	35
4.2.1 Teknologi/Inovasi	35
4.2.2 Sosial	35
4.2.3 Lingkungan	35
BAB 5: Kesimpulan dan Saran	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
Daftar Pustaka	37
LAMPIRAN – LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi usulan rancangan sistem umum	15
Gambar 2.2 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum	18
Gambar 3.1 Menampilkan diagram alur cara kerja dari sistem yang akan dibuat	20
Gambar 3.2 Rangkaian elektronik sistem	21
Gambar 3.3 Desain rancangan alat	22
Gambar 4.1 Grafik arus terhadap waktu	29
Gambar 4.2 Grafik daya terhadap waktu	30
Gambar 4.3 Desain awal	31
Gambar 4.4 Desain hasil rancangan sepeda	31
Gambar 4.5 Desain hasil paddock pada sepeda	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian solusi solusi	12
Tabel 2.2 Spesifikasi usulan sistem sepeda	14
Tabel 2.3 Inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras	16
Tabel 2.4 Rincian anggaran sistem bike generator	17
Tabel 2.5 Rincian anggaran sistem bike generator	18
Tabel 3.1 Dimensi dan ukuran alat	22
Tabel 4.1 Hasil pengujian R-S tanpa beban	26
Tabel 4.2 Hasil pengukuran S-T tanpa beban	27
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tegangan Tanpa Beban	27
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran pengisian daya akumulator 12V 7,2Ah	27
Tabel 4.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem	30
Tabel 4.6 Pengalaman pengguna	32
Tabel 4.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi time pengerjaan tugas akhir 2	33
Tabel 4.8 Kesesuaian RAB tugas akhir antara usulan dan realisasi	34
Tabel 4.9 Dampak implementasi sistem pada aspek teknologi	36

RINGKASAN TUGAS AKHIR

Indonesia merupakan salah satu negara dengan rantang bencana baik dari aspek geologi, klimatologis, maupun demografis. Dari aspek tersebut kepulauan Indonesia termasuk dalam wilayah *Pacific Ring of Fire* (Deretan Gunung Berapi Pasifik) yang bentuknya melengkung sepanjang kepulauan Indonesia. Oleh sebab itu Indonesia terhadap letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami. Dari aspek iklim sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai kerentanan tinggi terhadap bencana banjir dan tanah longsor. Beberapa kondisi tersebut menyebabkan pemadaman listrik sehari-hari dari PLN yang dapat merugikan masyarakat Indonesia. Kebutuhan energi listrik pasca bencana sangat dibutuhkan untuk penerangan, komunikasi, peralatan medis yang memerlukan listrik, dan kebutuhan yang memerlukan listrik lainnya. Dari permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah alat *bike generator* untuk menghasilkan sebuah energi listrik berskala kecil yang disimpan pada baterai, yang digunakan untuk pemasokan sebuah energi listrik pada saat terjadi bencana alam khususnya untuk sarana telekomunikasi, bahkan penerangan dan peralatan medis. Usulan yang diberikan adalah Rancang Bangun Sepeda Statis Putaran Rendah Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Skala Kecil. Rancangan sepeda statis ini memiliki spesifikasi yaitu mampu menopang berat penggunanya maksimal 100 kg, menghasilkan energi listrik dari kayuhan sepeda dengan putaran rendah dengan maksimal 350 W, memiliki kecepatan maksimal 3400 RPM, dan menggunakan *converter* DC to DC 96 V / 2,7 A menjadi 12 V / 12,5 A sebagai penurun tegangan untuk cas ke akumulator 12 V 7,2 Ah. Kesimpulan dari rancangan bangun sepeda statis dan setelah dilakukan uji coba, mampu menopang penggunanya dengan berat 100 kg, rancangan ini dapat menghasilkan daya rata – rata 4,04 W permenit dan dapat mengisi akumulator 12 V 7,2 Ah.

BAB 1: Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan rantang bencana baik dari aspek geologi, klimatologis, maupun demografis. Dari aspek tersebut kepulauan Indonesia termasuk dalam wilayah *Pacific Ring of Fire* (Deretan Gunung Berapi Pasifik) yang bentuknya melengkung sepanjang kepulauan Indonesia. Faktor geologis tersebut menyebabkan Indonesia rentang terhadap letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami. Dari aspek iklim sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai kerentanan tinggi terhadap bencana banjir dan tanah longsor. Beberapa kondisi tersebut menyebabkan pemadaman listrik berhari-hari dari PLN yang dapat merugikan masyarakat Indonesia. Kebutuhan energi listrik pasca bencana sangat dibutuhkan untuk penerangan, komunikasi, peralatan medis yang memerlukan listrik, dan kebutuhan yang memerlukan listrik lainnya[1].

Sepeda statis dapat kita manfaatkan energi yang terbuang menjadi energi listrik seperti pembangkit listrik alternatif dari sebuah kayuhan sepeda. Dengan ini pembangkit berskala kecil dari kayuhan sepeda dapat menghasilkan energi listrik yang memanfaatkan sebuah generator sederhana dalam penggunaannya. Memanfaatkan fungsi dari generator tersebut yaitu dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Kami penulis untuk melakukan terobosan inovasi tentang rancang bangun sepeda statis menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah. Seiring dengan perkembangan zaman pemanfaatan sepeda sebagai salah satu solusi untuk menghasilkan energi alternatif terhadap ketergantungan energi listrik yang disuplai dari PLN (PLN vs Energi Terbarukan: Peraturan Menteri ESDM Terkait Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap, n.d. 2019), dengan menggunakan generator magnet permanen sebagai salah satu komponen yang menghasilkan energi listrik dengan cara dihubungkan dengan roda sepeda menggunakan V-belt yang kemudian energi disimpan dalam baterai, selain menghasilkan listrik setiap ayunan yang dikayuh sepeda oleh manusia juga menghasilkan beberapa keluaran dari alat tersebut diantaranya kecepatan putar RPM, tegangan, arus, jarak tempuh dan kalori yang dibakar setiap kali digunakan[2].

Pada UU No.30 Tahun 2007 tentang energi, bahwa tiap daerah perlu menyusun sebuah rancangan tentang energi dan kelistrikan daerah yang memanfaatkan potensi energi daerah. Energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah solusi dalam memecahkan persoalan yang sedang terjadi ini. Mengacu terhadap UU No.30 Tahun 2007, pemanfaatan sumber energi alternatif dengan memanfaatkan kayuhan sepeda menjadi topik yang menarik untuk dikembangkan. Oleh sebab itu tim merancang sepeda statis yang dapat menghasilkan energi

listrik dengan cara memutar generator melalui kayuhan sepeda. Sumber energi listrik ini membutuhkan sebuah generator putaran rendah tanpa eksitasi tambahan agar dapat menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan pada saat bencana alam.

Generator merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang digunakan untuk mengkonversi energi mekanik yang berasal dari putaran turbin menjadi energi listrik dengan memanfaatkan gaya gerak listrik. Dalam proses pembangkitan gaya gerak listrik (GGL) selain putaran dari turbin, diperlukan arus penguat (eksitasi) yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet pada kumparan medan di rotor generator. Arus penguatan digunakan untuk mengatur besarnya tegangan keluaran sesuai pembebanan yang diterapkan[3].

Generator magnet permanen merupakan sebuah mesin listrik yang bisa menghasilkan listrik tanpa membutuhkan suplai tenaga listrik. Hal ini karena excitasi yang membutuhkan generator yang dihasilkan dari magnet permanen. Ketika rotor generator berputar dengan penggerak awal maka terminal generator tersebut akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik merupakan perkalian antara daya listrik terhadap waktu, yang berarti bahwa daya listrik digunakan selama waktu tertentu maka energi listrik tersebut akan terukur[4].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menghasilkan energi listrik berskala kecil dari sebuah kayuhan sepeda?
2. Mengapa dibutuhkan pasokan energi listrik saat keadaan darurat (*urgent*)?

1.3 Tujuan

1. Merancang sebuah pembangkit listrik berskala kecil dengan memanfaatkan sebuah motor generator BLDC.
2. Membantu tenaga medis dalam mengevakuasi korban saat terjadi bencana alam dengan memanfaatkan baterai sebagai sumber penerangan dan komunikasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Alat hanya bisa digunakan di lantai yang datar.
2. Menggunakan generator motor BLDC berdaya 350W.
3. Energi listrik yang dihasilkan berskala kecil.
4. Baterai ini hanya bisa digunakan sebagai alat bantu medis, sarana komunikasi dan penerangan

1.5 Batasan Realistis Engineering

1. Biaya yang dibutuhkan tidak terlalu mahal.
2. Daya yang dihasilkan generator sebesar 350W.
3. Tegangan yang dihasilkan sebesar 12 Volt.

BAB 2: Usulan Solusi

2.1 Kajian Terhadap Solusi-solusi Sejenis

Berdasarkan solusi dan usulan tugas akhir sebelumnya didapatkan usulan usulan solusi pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kajian solusi solusi

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Y. A. Kusuma[2]	Rancang Bangun Sepeda Statis Menggunakan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah	Rancang bangun sepeda statis menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah dapat menghasilkan kecepatan putar 200 – 1200 RPM dengan tegangan output dari generator sebelum pembebanan menghasilkan tegangan senilai 24 – 140 Volt AC dan 2 – 16 Volt DC.
M. Farhan[3]	Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator	Penelitian memberikan informasi bahwa pembebanan pada generator diatur menggunakan potensiometer dan mengikuti kebutuhan beban. Ketika beban naik maka tegangan output generator akan turun maka dibutuhkan injeksi penambahan arus eksitasi, dan semakin besar pembebanan maka arus eksitasi yang diinduksikan semakin besar.
H. Asy'ari, A. Basith, and J. L. S. Anam[4]	Desain Sistem Monitor Energi Listrik yang Dihasilkan Generator Magnet Permanen Pada Sepeda Statis	Desain rancang bangun pembangkit dengan menggunakan indikator baterai menghasilkan tegangan pada Baterai atau akumulator sudah mencapai nilai 100 % (maks 12 volt), dan relay akan non aktif apabila tegangan Baterai atau akumulator < 90 % (dibawah 11 Volt), nilai KWh pada alat penampil, besar kecil nilainya tergantung nilai beban yang digunakan pengguna, dan Hasil nilai pembagi tegangan tergantung dari nilai resistor yang digunakan.

Irfan Putra Aqshata dan Muhammad Arifai	Bike Generator	Tegangan rata – rata yang dihasilkan sebesar 30 Volt dengan arus rata – rata 0,52 A dengan interval kecepatan 100 – 200 RPM dan alat ini dapat mengisi akumulator 12 Volt 7,2 Ah selama 12,8 h. Tegangan dan arus dapat menjadi lebih besar dengan menaiki kecepatan dari kayuhan sepeda. Maka kecepatan untuk mendapatkan tegangan dan juga arus yang besar kecepatan kayuhan sepeda juga harus lebih cepat.
---	----------------	---

Berdasarkan hasil dari beberapa observasi yang didapatkan, dapat disimpulkan untuk perancangan alat ini dibutuhkan pemilihan komponen dan alat yang tepat agar dapat menghasilkan alat yang efisien dan dapat menyelesaikan persoalan yang diangkat. Tim mengacu kepada rancangan “Bangun Sepeda Statis Menggunakan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah” yang dibuat oleh Yuda Adi Kusuma dengan kesimpulan bahwa sepeda statis menggunakan magnet permanen dengan kecepatan rendah dapat menghasilkan kecepatan putar 200 – 1200 RPM dengan tegangan output dari generator sebelum pembebanan menghasilkan tegangan senilai 24 – 140 Volt AC dan 2 – 16 Volt DC dengan menggunakan generator magnet permanen BLDC bekas mesin cuci agar dapat menghemat biaya yang dikeluarkan dan dapat merealisasikan barang bekas menjadi penghasil energi listrik. Desain *paddock* ini sendiri tim mengikuti desain *paddock* sepeda pada umumnya yang kemudian dicocokkan dengan penempatan generator dengan memanfaatkan besi bekas. Berdasarkan aspek yang telah disebutkan dapat dijadikan acuan spesifikasi sistem yang akan dibuat.

2.2 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur, dasar teori dan informasi yang didapat, kami menulis spesifikasi alat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi usulan sistem sepeda

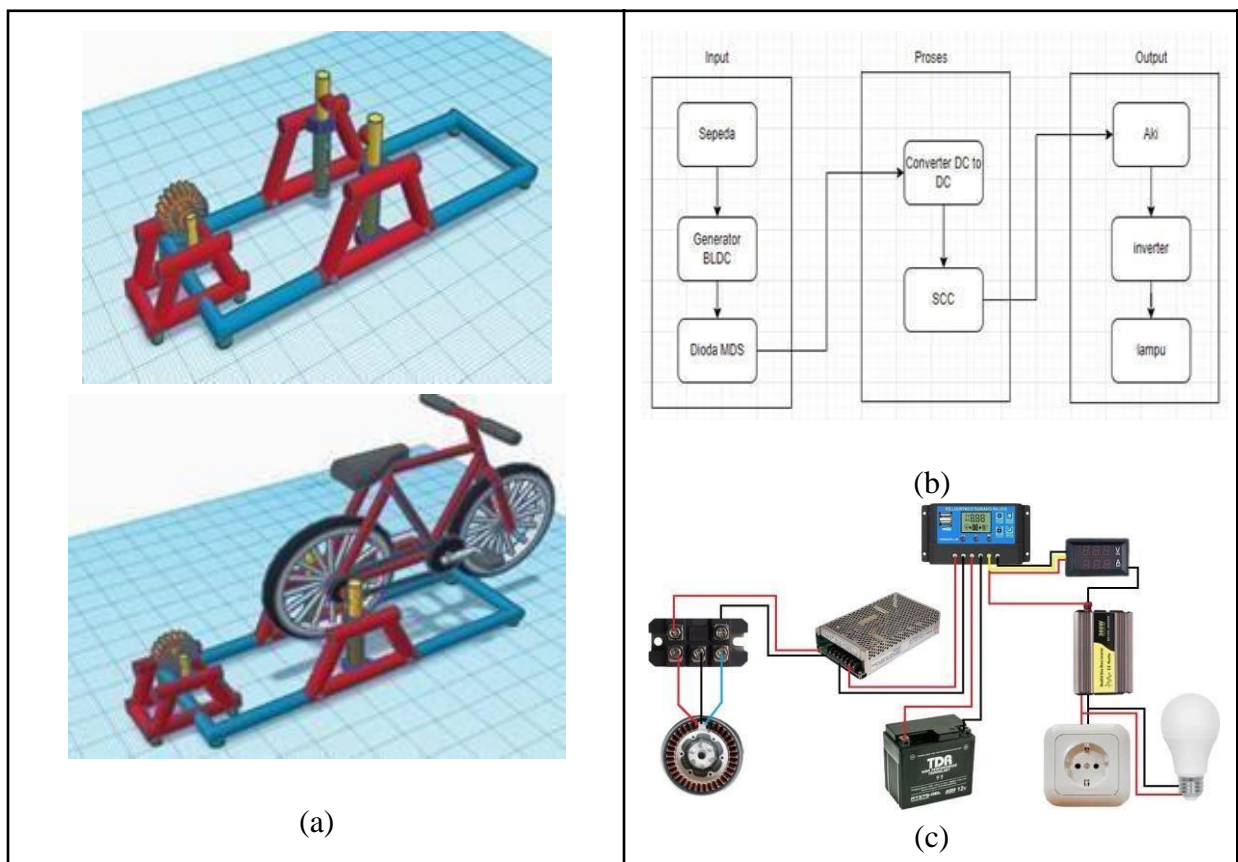
Nama	Spesifikasi Alat
Generator	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan motor generator mesin cuci. 2. Jenis generator bertegangan DC. 3. Menghasilkan daya sebesar 350W. 4. Dimensi (P × L × T) yaitu 5 × 8 × 4 cm
Inverter	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengubah Arus Listrik 12 V DC ke 220 V AC. 2. Frekuensi keluaran : 50 Hz +/- 3 persen 3. Tegangan masukan : DC 12V 4. Batas Minimal tegangan : +/- 10.5 V

	5. Batas maksimal tegangan : +/- 15V 6. Total daya : 500 VA hingga 2000 VA
<i>Paddock</i>	Menggunakan <i>paddock</i> yang dimensi tinggi 50 cm dan panjang 150 cm

2.3 Usulan-usulan Desain Sistem

I. Desain Sistem 1

Desain Sistem 1 yang diusulkan, diharapkan mahasiswa dapat memberikan lebih dari yang ke 2 desain usulan. Desain terbaik akan menjadi desain terpilih yang akan dikerjakan. Desain sistem ini merupakan ilustrasi rancangan sistem, inventarisasi kebutuhan desain yang akan dirancang terdapat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) Desain *bike generator* menyeluruh, (b) Proses cara kerja sistem, (c) Desain elektronis rancangan sistem.

Sistem ini merupakan sistem pembangkit listrik menggunakan generator atau disebut *bike generator*, sistem ini dibuat dengan generator sebagai pembangkitnya lalu tegangannya akan disimpan ke baterai atau aki. Dimana kita juga menggunakan voltmeter dan *solar charger controller* dimana yang dimana untuk mengetahui daya yang dihasilkan generator dan baterai. Alat ini bisa menghasilkan listrik sebesar 350W.

Untuk menjalankan sistem pembangkit *bike generator* ini yang pertama yang dilakukan yaitu kita mengayuh sepeda yang dimana sudah dihubungkan ke generator supaya generator bergerak dan menghasilkan listrik . Setelah itu listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke *boost converter* untuk menaikkan tegangan supaya tegangan nya stabil. Setelah itu disalurkan ke voltmeter dan *solar charger controller* dimana guna untuk mengetahui tegangan yang masuk, setelah itu listrik akan disimpan ke baterai. Dari beberapa komponen diatas, setelah tugas akhir selesai terdapat beberapa inventaris komponen yang ditunjukkan pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Generator BLDC mesin cuci	Generator BLDC (<i>Brushless direct current</i>) adalah jenis motor sinkron yang menggunakan magnet permanen. Dengan jumlah magnet permanen yang ada pada rotor sebanyak 12 buah dan mempunyai inti besi berkumparan berjumlah 36 buah yang berarti masing - masing fasa memiliki 12 buah dengan output 350W. Memanfaatkan sistem <i>low rpm</i> dari generator ini energi listrik yang dihasilkan sudah mencukupi kebutuhan untuk tujuan dari kerja sistem ini.
2	Volt ampere meter digital	Alat ukur ini digunakan pada alat ini untuk menampilkan tegangan dan arus dari output generator. Dengan menggunakan alat ini memudahkan dalam membaca tegangan dan arus yang dihasilkan.
3	SCC (Solar Charger Controller)	SCC dipilih karena dapat mengontrol dan menampilkan tegangan dari akumulator. SCC juga dapat memutus arus yang ditransfer menuju inverter jika tegangan akumulator sudah menampilkan 10,6V.
4	Inverter AC to DC 12V - 220V 1000W	Pemilihan tim dalam menggunakan inverter ini adalah untuk mengkonversi tegangan DC to AC untuk menyalakan lampu.
5	Regulator tegangan	Regulator tegangan digunakan sebagai penstabil tegangan output dari generator sebelum masuk ke akumulator dan tegangan stabil pada 15 V. Penggunaan regulator tegangan adalah untuk membuat tegangan konstan di angka 15 V sesuai dengan maksimal tegangan yang mampu akumulator terima.

No	Nama Alat	Keterangan
1	Generator BLDC mesin cuci	Generator BLDC (<i>Brushless direct current</i>) adalah jenis motor sinkron yang menggunakan magnet permanen. Dengan jumlah magnet permanen yang ada pada rotor sebanyak 12 buah dan mempunyai inti besi berkumparan berjumlah 36 buah yang berarti masing - masing fasa memiliki 12 buah dengan output 350W. Memanfaatkan sistem <i>low rpm</i> dari generator ini energi listrik yang dihasilkan sudah mencukupi kebutuhan untuk tujuan dari kerja sistem ini.
2	Volt ampere meter digital	Alat ukur ini digunakan pada alat ini untuk menampilkan tegangan dan arus dari output generator. Dengan menggunakan alat ini memudahkan dalam membaca tegangan dan arus yang dihasilkan.
6	Baterai	Baterai digunakan sebagai penyimpan daya

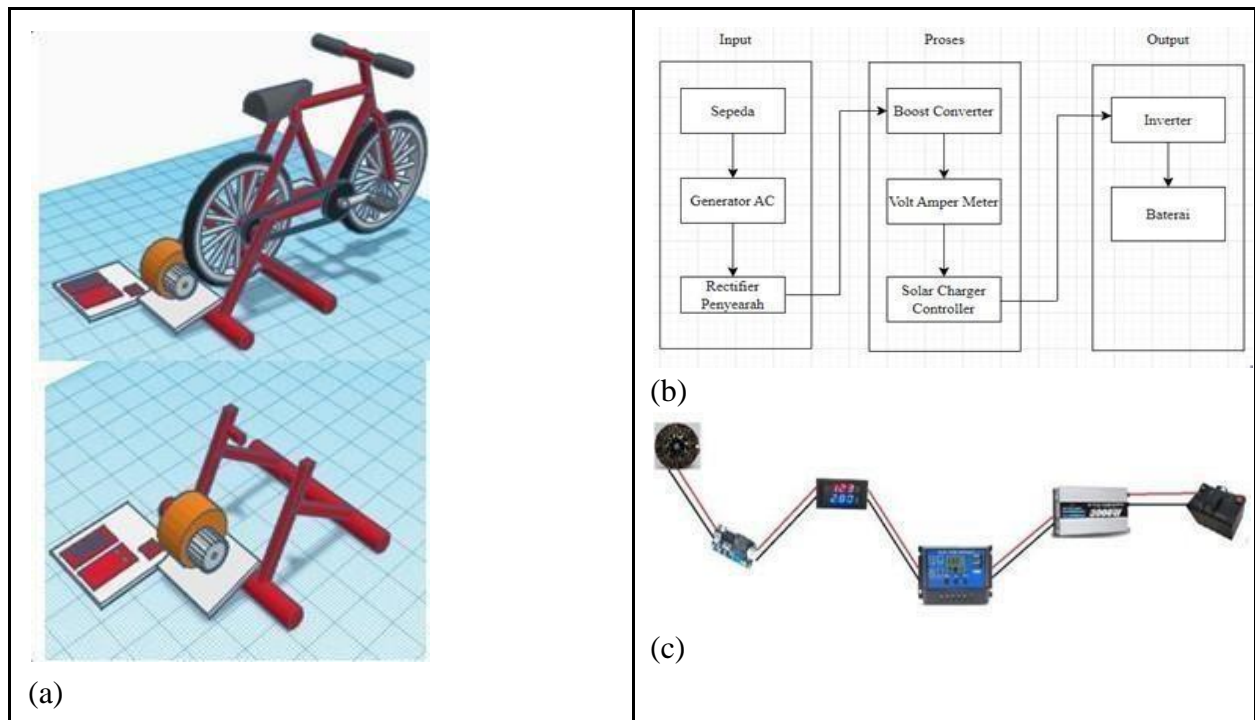
Untuk mengimplementasikan *bike generator* maka dibutuhkan sebuah rancangan manajemen anggaran desain yang ditunjukkan pada Tabel 2.4 dimana rincian anggaran dapat direalisasikan.

Tabel 2.4 Rincian anggaran sistem bike generator

No	Item Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Motor Direct Drive	Pcs	Rp. 600.000,-	1	Rp. 600.000,-
2	Boost Converter	Pcs	Rp. 40.000,-	1	Rp. 40.000,-
3	Solar Charger Controller	Pcs	Rp. 120.000,-	1	Rp. 120.000,-
4	Volt Ampere Digital	Pcs	Rp. 50.000,-	1	Rp. 50.000,-
5	Baterai	Pcs	Rp. 185.000,-	1	Rp. 185.000,-
6	Inverter	Pcs	Rp. 825.000,-	1	Rp. 825.000,-
7	Kabel	Pcs	Rp. 4.000,-	9	Rp. 36.000,-
8	Pipa Besi 4 inch	5 Meter	Rp. 675.000,-	1	Rp. 675.000,-
9	Pipa Besi 3 inch	6 Meter	Rp. 450.000,-	1	Rp. 450.000,-
10	Baut	Pack	Rp. 10.000,-	1	Rp. 10.000,-
Total					Rp. 3.031.000,-

II. Desain 2

Pada desain sistem 2 beda dari desain yang 1. desain ini yang membedakan yaitu terdapat pada *paddock* dan juga ban sepeda langsung dihubungkan dengan generator agar dapat menggerakkan generator tersebut pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) desain *bike generator* menyeluruh, (b)

Proses cara kerja sistem, (c) Desain elektronis rancangan sistem

Untuk mengimplementasikan *bike generator* maka dibutuhkan sebuah rancangan manajemen anggaran desain yang ditunjukkan pada Tabel 2.5 dimana rincian anggaran dapat direalisasikan.

Tabel 2.5 Rincian anggaran sistem bike generator

No	Item Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Motor Direct Drive	Pcs	Rp. 600.000,-	1	Rp. 600.000,-
2	Boost Converter	Pcs	Rp. 40.000,-	1	Rp. 40.000,-
3	Solar Charger Controller	Pcs	Rp. 120.000,-	1	Rp. 120.000,-
4	Volt Ampere Digital	Pcs	Rp. 50.000,-	1	Rp. 50.000,-
5	Baterai	Pcs	Rp. 185.000,-	1	Rp. 185.000,-
6	Inverter	Pcs	Rp. 825.000,-	1	Rp. 825.000,-
7	Kabel	Pcs	Rp. 4.000,-	9	Rp. 36.000,-
8	Pipa Besi 1 inch	4 Meter	Rp. 49.000,-	1	Rp. 196.000,-

9	Pipa Besi 3 inch	2 Meter	Rp. 100.000,-	1	Rp. 220.000,-
10	Baut	Pack	Rp. 10.000,-	1	Rp. 10.000,-
Total					Rp. 2.282.000,-

2.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

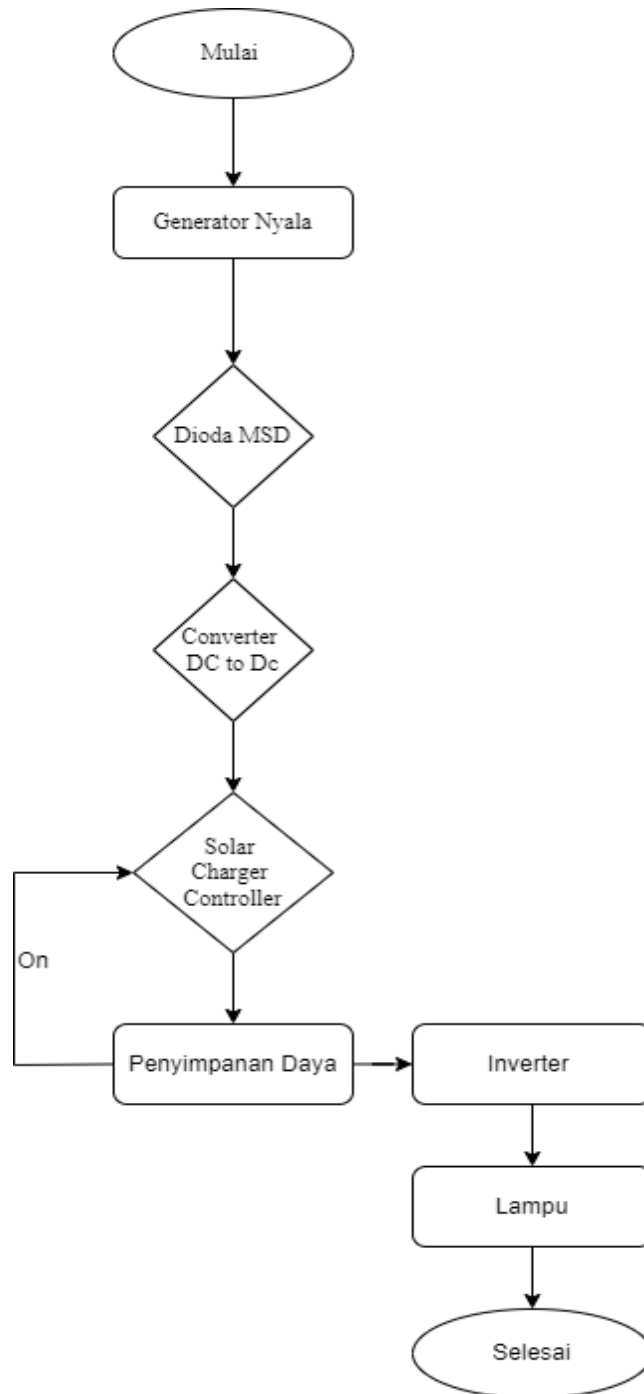
Berdasarkan analisis dari kedua desain tersebut yang akan digunakan yaitu desain 1 dengan beberapa usulan yaitu.

1. Desain ini sangat seimbang dikarenakan berbentuk kotak yang tidak dapat bergeser akibat kayuhan sepeda.
2. Dapat menggunakan sepeda berukuran kecil hingga besar dikarenakan *paddock* dapat diturunkan sesuai sepeda yang digunakan.

BAB 3: Implementasi Desain

3.1 Hasil Rancangan Sistem

Rancangan sistem dibuat bertujuan untuk membantu masyarakat menyelesaikan permasalahan akan energi listrik dengan merancang pembangkit listrik alternatif berskala kecil dan dapat digunakan pada saat mendesak seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Menampilkan alur diagram cara kerja dari sistem yang akan di buat.

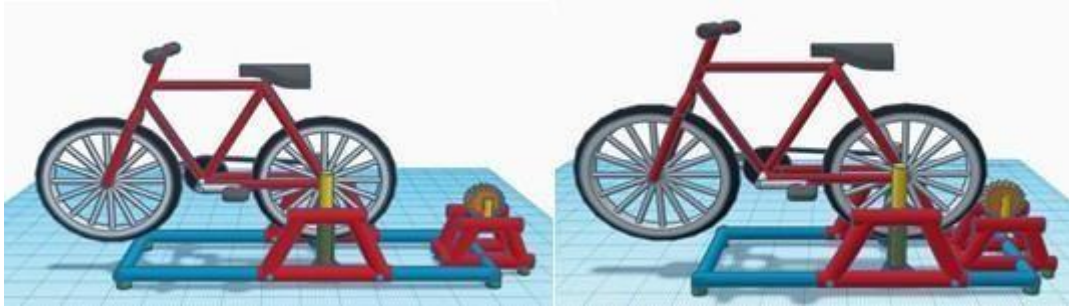
Berdasarkan Gambar 3.1 alur diagram cara kerja sistem alat dari alat ini menggunakan generator motor BLDC sebagai pembangkit listriknya, kemudian tegangan listrik akan masuk ke modul *boost converter* untuk menstabilkan tegangan yang akan masuk ke SCC (*Solar Charger Controller*) agar mendapatkan tegangan arus yang sesuai. Selanjutnya dari SCC tegangan akan mengalir ke baterai untuk mengisi daya baterai tersebut. Selanjutnya dari SCC akan mengalirkan tegangan ke inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC yang dapat menghasilkan listrik dengan melihat lampu yang menyala. Dan untuk rangkaian elektronis dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Rangkaian elektronis sistem

Berdasarkan Gambar 3.2 merupakan rangkaian perancangan sistem elektronis. Pada desain ini dibuat dengan berdasarkan keperluan yang dibutuhkan agar sistem kerja yang diinginkan pada blok diagram dapat berjalan dengan sesuai apa yang diharapkan sehingga hasil yang didapatkan lebih maksimal.

Untuk desain alat sistem ini, kami buat berdasarkan kebutuhan dan kenyamanan pengguna, sehingga kami merancang desain ini terdiri dari bagian bagian terpenting yaitu *paddock* yang *fleksibel* untuk membantu sepeda menggerakkan generator, desain ini dibuat dari dua desain menjadi satu dimana kita bisa menggunakan tanpa menggunakan karet ban untuk memutar generator dan bisa menggunakan karet ban untuk memutar generator sesuai kenyamanan pengguna. Selain itu juga di buat dua tipe agar pengguna lebih nyaman untuk menggunakan alat ini seperti Gambar 3.3



Gambar 3.3 Desain rancangan alat

Dari penjelasan tentang desain diatas, terdapat dimensi dan ukuran alat yang akan dibuat agar pengguna lebih nyaman untuk menggunakan alat ini seperti Table 3.1

Tabel 3.1. Dimensi dan ukuran alat

Bagian	Ukuran
Panjang	150
Lebar	50
Tinggi	60

3.2 Desain Eksperimen

Berdasarkan desain yang sudah ditentukan tim kami, *paddock* sepeda yang kami buat berbentuk persegi panjang dan *fleksibel*, dapat digunakan untuk menaruh sepeda dengan berbagai ukuran sepeda kecil maupun sepeda besar dengan berbagai ukuran ring 16 inci sampai ring 29 inci dan bisa menggunakan bantuan karet penghubung atau langsung ke roda sepeda. Pada *paddock* ini bisa bisa dimajukan atau dimundurkan dan dinaikkan sesuai dengan jenis ukuran sepeda yang akan digunakan.

Terdapat beberapa langkah dalam *Bike Generator* pada saat digunakan yaitu melakukan perangkaian alat elektronik yang terdiri dari komponen motor BLDC, dioda MDS, SCC (*solar charger controller*), regulator tegangan, inverter, dan aki. Pada proses perakitan ini dilakukan untuk memastikan komponen terhubung dengan baik. Kemudian, mengayuh sepeda yang terhubung dengan motor generator untuk menghasilkan medan magnet yang dapat menghasilkan energi listrik. Lalu, tegangan yang dihasilkan akan masuk ke dalam dioda MDS yang terhubung langsung dengan regulator tegangan untuk menstabilkan tegangan yang masuk ke dalam SCC. SCC tersebut digunakan untuk menstabilkan dan mengontrol tegangan atau arus yang akan masuk ke dalam baterai supaya tidak mengalami *over charge*. Tegangan dari baterai akan

mengalir ke dalam inverter untuk mengubah arus DC ke arus AC, dan bisa digunakan pada beban AC seperti lampu. Terdapat beberapa persamaan untuk melakukan uji coba diantaranya sebagai berikut.

A. Gaya Masukan atau *Input Force* (F)

Usaha pengguna dalam menggerakkan generator dengan mengayuh sepeda, maka dibutuhkan gaya yang mampu menggerakkan atau memutar generator. Gaya ini diformulasikan dengan persamaan 3.1 dan 3.2.

$$F = ma \quad (3.1)$$

$$F = \frac{mv}{t} \quad (3.2)$$

Dimana :

F = Gaya masukan (N)

m = Massa alat (kg)

a = Percepatan (a)

t = Waktu (s)

v = Kecepatan (m/s)

B. Efisiensi Generator

Efisiensi generator adalah induksi untuk mengubah sebuah energi mekanik menjadi listrik pada saat penggunaannya. Semakin besar persentase yang dihasilkan oleh generator maka semakin bagus penggunaannya dan jika semakin kecil persentase maka tidak pemanfaatan dalam penggunaannya. Persamaan untuk mengetahui efisiensi motor adalah seperti persamaan 3.3.

$$\eta = \frac{P_{out}}{p} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

η = Efisiensi generator (%)

P_{out} = Daya output generator (Watt)

p = Daya input generator (Watt)

C. Arus Generator

Penentuan arus dari generator sangat penting untuk diketahui yaitu berfungsi sebagai ketahanan regulator tegangan yang digunakan agar tidak melebihi kapasitas arus yang diterima yang membuatnya *overheat*. Untuk mengurangi kegagalan terhadap perancangan ini, yaitu untuk mengetahui arus generator maka menggunakan persamaan 3.4

$$I = P / V \quad (3.4)$$

Dimana :

I = Ampere (A)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

D. Daya Masukkan atau *Input Power* (P)

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (3.5)$$

Dimana :

P = Daya masukkan (P)

N = Kecepatan putaran poros (Rpm)

T = Torsi (Nm)

E. Torsi Masukkan atau *Input Torch* (T)

Tenaga yang dihasilkan dari sebelum generator berputar sampai dengan generator berputar atau kemampuan mesin untuk menggerakkan generator oleh pengguna sebagai penggerak utama sangat penting diketahui, maka digunakan persamaan 3.6.

$$T = \frac{5252}{60} \times P \quad (3.6)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P = Daya generator (HP)

n = Kecepatan motor (RPM)

3.2.1 Indikator/Parameter yang Diukur

Dari beberapa uji coba yang telah tim kami lakukan, sistem yang sudah kami buat berjalan dengan baik apabila generator mampu berputar saat dikayuh dengan baik karena terdapat magnet dan inti besi yang membuat generator terdapat gesekan akan menimbulkan panas berlebihan, dan pada saat dikayuh dengan putaran rendah ini generator dapat menghasilkan

daya listrik sehingga dapat mengecasnya ke sebuah baterai. Dari penjelasan diatas, terdapat parameter yang diukur yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian ketahanan desain sepeda dengan beban maksimum 80 kg
2. Pengujian tegangan tanpa beban R-T, S-T, R-T dengan interval kecepatan 100 - 200 RPM.
3. Pengujian daya dan pengisian baterai dengan inverter kecepatan 100 - 200 RPM

3.2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang kami gunakan berdasarkan tahapan uji coba sistem yang telah tim kami lakukan sebagai berikut:

1. Motor BLDC mesin cuci
2. Boost Converter
3. SCC (*Solar Charger Controller*)
4. Saklar
5. Kabel
6. Stop kontak
7. Lampu
8. Baterai
9. Voltmeter
10. *Digital Storage Oscilloscope*
11. Inverter
12. *Tachometer* RPM
13. Kayu
14. Konektor
15. Capit Buaya .

3.2.3 Langkah Pengambilan Data

Langkah - langkah yang tim kami lakukan dalam proses pengambilan daya yang dibutuhkan untuk percobaan ini seperti waktu, tegangan yang dihasilkan generator dan juga revolusi per menit (RPM). tahap pertama yang kami lakukan menyiapkan peralatan yang harus kita gunakan seperti sepeda berukuran sedang, *paddock* yang sudah tersambung pada motor BLDC dan juga sistem rangkaian elektronis yang digunakan. Selanjutnya setelah terpasang semua pengguna bisa mengayuh sepedanya dengan maksimal untuk memutar generator yang terdapat pada *paddock*. Setelah langkah tersebut selesai, generator akan menghasilkan tegangan listrik yang akan disalurkan ke ke dalam *boost converter* untuk menstabilkan tegangan yang

masuk ke SCC sebelum ke baterai, dan untuk mengontrol tegangan yang akan masuk ke dalam baterai atau akumulator. Untuk mengetahui tegangan yang akan masuk ke baterai kita bisa mengukur tegangan tersebut dengan menggunakan alat bantu *voltmeter* atau *amperemeter* untuk mengetahui berapa tegangan yang akan masuk ke dalam baterai, pada saat mengukur tegangan AC yang keluar dari inverter kita membutuhkan alat bantu seperti digital *storage oscilloscope* untuk mendapatkan sinyal AC yang didapatkan dan untuk mengukur RPM kita menggunakan alat bantu *tachometer* RPM untuk mengetahui RPM yang didapatkan.

BAB 4: Hasil dan Analisis

4.1 Analisis Hasil

4.1.1 Hasil Pengujian Indikator

Terdapat 4 indikator pengujian yang kami terapkan diantaranya pengujian tegangan R-S tanpa beban dengan kecepatan interval 100 - 300 RPM, pengujian tegangan S-T tanpa beban dengan kecepatan interval 100 - 300 RPM, pengujian tegangan R-T tanpa beban dengan kecepatan interval 100 - 300 RPM, dan Pengujian daya daya akumulator dengan interval kecepatan 100 – 300 RPM.

4.1.1.1 Hasil Pengujian R-T Tanpa Beban dengan Kecepatan Interval 100-300 RPM

Pengujian tanpa beban dengan Interval 100 - 300 RPM bertujuan untuk melihat tegangan yang dapat dihasilkan. Pada pengujian ini kecepatan putaran roda pada saat dikayuh tidak konstan karena itu diberikan interval kecepatan 100 - 300 RPM. Kemudian data akan diambil per 1 menit dengan menggunakan *timer* hp. Sepeda dikayuh selama 5 menit agar mempermudah tim dalam mengambil data. Ada lima kali pengujian terhadap tegangan fasa R-S dan T sebagai *ground*. Tabel

4.1 Hasil Pengujian 1 Fasa Tanpa Beban dengan Kecepatan 100 - 200 RPM dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian R-S Tanpa Beban

No	Waktu (s)	Tegangan generator AC Fasa R-S (V)	Revolusi Per Minute (RPM)
1	60 s	74 V	256 RPM
2	60 s	83 V	289 RPM
3	60 s	70 V	230 RPM
4	60 s	71 V	242 RPM
5	60 s	88 V	292 RPM
Rata - Rata		77 V	262 RPM

Berdasarkan dari Tabel 4.1 dapat dilihat tim mendapatkan beberapa data yang diambil per 1 menit. Pada 1 menit pertama dengan kecepatan kayuhan 256 RPM tegangan yang dihasilkan oleh generator sebesar 74 V. pada menit kedua tegangan yang dihasilkan meningkat sebesar 83 V, peningkatan tegangan ini disebabkan oleh kayuhan yang tidak konstan yang dikayuh pengguna.

4.1.1.2 Hasil Pengujian Tegangan S-T tanpa Beban dengan Kecepatan Interval 100-300 RPM

Pada pengujian kedua adalah menguji tegangan fasa S-T dan R sebagai *ground*. untuk melihat tegangan yang dihasilkan kemudian dijadikan sebagai perbandingan pada percobaan pertama. Kecepatan kayuhan sepeda masih menggunakan interval yang sama yaitu antara 100 – 300 RPM dan data yang diambil yaitu per 1 menit menggunakan *timer* hp. Sepeda dikayuh selama 5 menit agar mempermudah tim dalam mengambil data. Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian 3 Fasa Tanpa Beban dengan Kecepatan 100 – 300 RPM dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran S-T Tanpa Beban

No	Waktu (s)	Tegangan generator AC Fasa S-T (V)	Revolusi Per Minute (RPM)
1	60 s	71 V	235 RPM
2	60 s	87 V	280 RPM
3	60 s	84 V	270 RPM
4	60 s	65 V	198 RPM
5	60 s	66 V	207 RPM
Rata - Rata		75 V	238 RPM

Pada Tabel 4.2 data hasil pengujian, maka dilakukan klasifikasi data untuk menghitung tegangan rata – rata. Hasil tegangan rata – rata yang didapatkan sebesar 75 V dan jumlah putaran rata-rata sebesar 238 RPM. Tegangan yang dihasilkan dengan kecepatan interval yang sama menghasilkan tegangan yang sama, berarti tiap fasa memiliki tegangan yang sama.

4.1.1.3 Hasil Pengujian R-T tanpa Beban dengan Kecepatan Interval 100-300 RPM

Pada pengujian ketiga adalah menguji tegangan fasa R-T dan S sebagai *ground*. Pengujian ini dilakukan untuk melihat tegangan yang dihasilkan sebagai perbandingan pada percobaan pertama dan kedua. Pada pengujian ini kecepatan putaran roda pada saat dikayuh tidak konstan karena itu diberikan batasan atau interval 100 – 300 RPM. Kemudian data akan diambil per 1 menit dengan menggunakan *timer* hp. Sepeda dikayuh selama 5 menit agar mempermudah tim dalam mengambil data. Ada lima kali pengujian terhadap tegangan yang dihasilkan oleh generator.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tegangan Tanpa Beban

No	Waktu (s)	Tegangan generator AC Fasa R-T (V)	Revolusi Per Minute (RPM)
1	60 s	71 V	228 RPM
2	60 s	65 V	213 RPM
3	60 s	82 V	283 RPM
4	60 s	75 V	248 RPM
5	60 s	86 V	297 RPM
Rata - Rata		76 V	254 RPM

Pada Tabel 4.3 data hasil pengujian ketiga, maka dilakukan klasifikasi data untuk menghitung tegangan rata – rata. Hasil tegangan rata – rata yang didapatkan sebesar 76 V dan jumlah putaran rata-rata sebesar 254 RPM.

4.1.1.4 Hasil Pengujian Daya Akumulator 12V 7,2 Ah dengan Interval Kecepatan 100-300 RPM

Pengujian selanjutnya ada pengujian pengisian daya akumulator yang bertujuan untuk melihat berapa daya akumulator dapat terisi dengan interval kecepatan 100 – 300 RPM selama 5 menit. Akumulator dalam keadaan terisi setengah. Pengujian ini juga ini melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi akumulator 12 V 7,2 Ah terisi sampai penuh dengan mengklasifikasi data yang didapatkan. Pengambilan data juga dilakukan per 1 menit dengan sepeda dikayuh selama 5 menit.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pengisian Daya Akumulator 12V 7,2 Ah

No	Waktu	Tegangan Generator AC (V)	Tegangan DC (V)	Arus (A)	Tegangan Aki (V)	Daya (W)	Revolusi Per Minute (RPM)
1	09.30 - 09.31	71 V	11,9 V	0,35 A	12,1 V	4,16 W	234 RPM
2	09.31 - 09.32	65 V	11,9 V	0,33 A	11,6 V	3,92 W	218 RPM
3	09.32 - 09.33	71 V	11,9 V	0,35 A	12,1 V	4,16 W	232 RPM
4	09.33 - 09.34	69 V	11,9 V	0,34 A	11,8 V	4,04 W	227 RPM
5	09.34 - 09.35	69 V	11,9 V	0,34 A	11,8 V	4,04 W	225 RPM
Rata - Rata		69 V	11,9 V	0,32 A	11,8 V	4,06 W	227 RPM

Pada Tabel 4.4 data hasil pengujian, maka dilakukan klasifikasi daya rata – rata yang didapatkan untuk menghitung berapa lama pengisian akumulator.

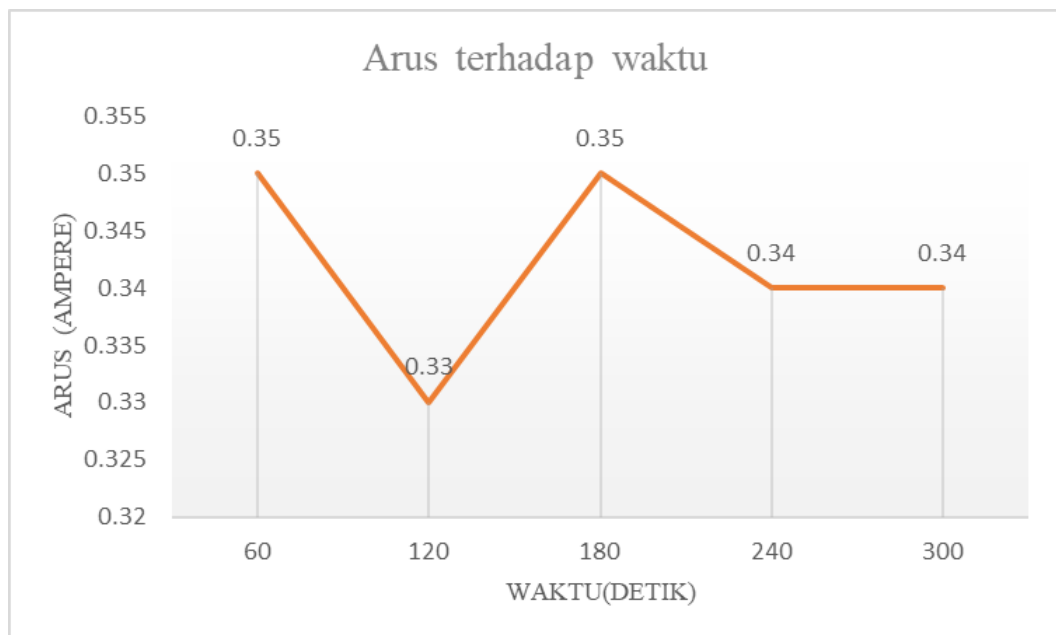
Setelah nilai rata – rata daya yang didapatkan, maka tim dapat menghitung berapa lama pengisian akumulator dari kosong sampai dengan penuh. Berikut adalah lama pengisian akumulator :

$$\text{Lama Pengisian (h)} = \text{Kapasitas Baterai (Wh) Daya / Generator (W)}$$

$$\text{Lama Pengisian (h)} = 86,4 \text{ W} / 4,06 \text{ W}$$

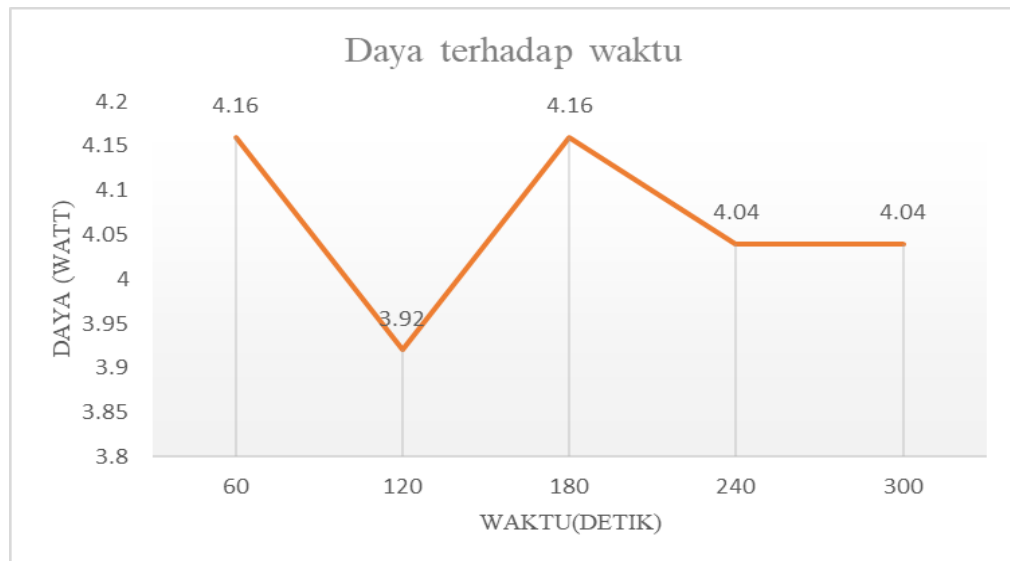
$$\text{Lama Pengisian (h)} = 21 \text{ h}$$

Berdasarkan hasil klasifikasi data, arus yang dialiri dari generator ke beban akumulator dengan interval kecepatan kayuhan 100 – 300 RPM adalah sebesar 0,32 A. Kemudian rata – rata dari daya generator adalah sebesar 4,06 W. Dengan daya rata – rata sebesar 4,06 W dengan interval kecepatan 100 – 300 RPM generator dapat terisi selama 21 jam. Karena tegangan yang terisi ke generator selama 5 menit itu sebesar 2,1 V. Maka tim bisa menyimpulkan mengayuh sepeda juga berpengaruh dalam lama pengisian baterai/akumulator dan jika kecepatan kayuhan sepeda semakin cepat maka bisa disimpulkan pengisian akumulator juga akan jauh lebih cepat.



Gambar 4.1 Grafik arus yang dihasilkan

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat arus tertinggi mencapai 0,35 A setelah 1 menit dikayuh. Akan tetapi kayuhan menurun yang membuat arus menurun pada menit ke – 2 yaitu 0,33 A dengan kecepatan kayuhan sepeda adalah 218 RPM. Arus yang dihasilkan juga berbeda dengan pengujian sebelumnya. Pada pengujian ini kayuhan sepeda juga sangat berat dibandingkan pengujian sebelumnya karena pada pengujian ini semua 36 inti besi bekerja ditambah dengan adanya beban akumulator.



Gambar 4.2 Grafik daya yang dihasilkan

Pada Gambar 4.2 adalah gambar grafik daya terhadap waktu. Daya tertinggi yang dihasilkan yaitu 4,16 W setelah 1 menit dikayuh. Kemudian dikarenakan kayuhan menurun daya yang dihasilkan juga ikut menurun. Pengambilan data pengujian terakhir ketika 5 menit, daya yang dihasilkan menurun jauh yaitu 4,04 W. Daya tidak hanya turun disebabkan menurunnya kayuhan, daya juga bisa turun disebabkan kapasitas baterai atau akumulator sudah hampir penuh.

4.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Setelah melakukan uji coba dan pengusulan rancangan sistem terdapat beberapa perbedaan dari usulan perancangan sistem dengan realisasinya. perbandingan usulan dan hasil realisasinya dari perancangan sistem dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

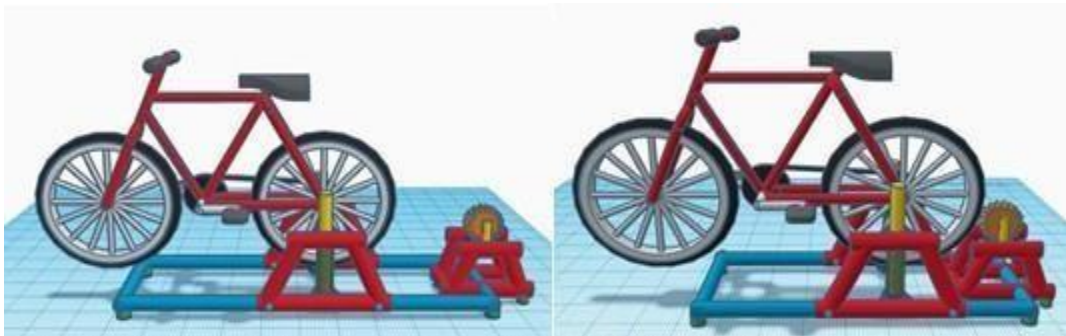
No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Paddock (panjang × lebar × tinggi)	150 × 45 × 50 cm	150 × 45 × 30 cm
2	Penempatan Generator	Dipisah dari sepeda	Dipisah Dari sepeda
3	Penggerak generator	Menggunakan Sabuk dan tidak menggunakan sabuk	Tidak Menggunakan Sabuk
4	Akumulator	Akumulator 12 V 12 Ah	Akumulator 12 V 7,2 Ah

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat beberapa perubahan yang terjadi pada rancangan alat ini yang tidak dapat direalisasikan. ada beberapa faktor yang dipertimbangkan usula tersebut tidak dapat direalisasikan. *paddock* (panjang × lebar × tinggi) yang pada usulan awalnya digunakan adalah 150 × 45 × 50 cm, akan tetapi pada saat pembuatan *paddock* terealisasi menjadi 150 × 45 × 30 cm. terjadinya perubahan ukuran pada *paddocks* hal tersebut dikarenakan posisi generator yang

harus kita buat lebih rendah dari ban sepeda.

Kemudian adanya perubahan pada penggerak generator yang sebelumnya menggunakan sabuk dan tidak menggunakan sabuk, akan tetapi realisasinya hanya tidak menggunakan sabuk. usulan tidak terealisasi karena ketika menggunakan sabuk pengguna harus mencopot karet ban yang berada di roda sepeda dan hasilnya peddocks tidak bisa digunakan untuk sepeda berbagai ukuran maka dari itu kita memilih tidak menggunakan sabuk dalam penghubung ke generator.

Perbandingan desain usulan awal dengan hasil sistem ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :

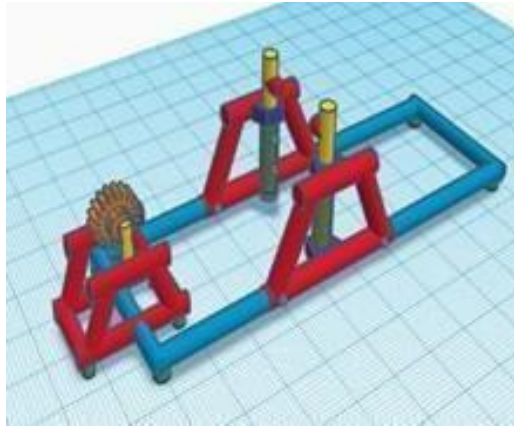


Gambar 4.3 Desain awal

Dari Gambar 4.1 ini dapat dilihat bentuk usulan desain awal yang kami rancang memiliki bentuk yang sangat besar. Pada penjelasan sebelumnya bahwa generator dibutuhkan dudukan untuk generator tersebut yang dihubungkan dengan *v-belt* dan jika tidak menggunakan *v-belt* ini dengan cara menempelkan dengan ban sepeda.



Gambar 4.4 Desain hasil rancangan sepeda



Gambar 4.5 Desain hasil paddock pada sepeda

Pada Gambar 4.4 dan 4.5 desain hasil *paddock* pada sepeda terlihat lebih baik dan lebih bagus. Dengan menggunakan *paddock* seperti ini tim tidak memerlukan *v-belt* sebagai penghubung antara roda belakang dengan generator.

4.1.3 Pengalaman Pengguna

Setelah implementasi terhadap alat selesai dilakukan maka selanjutnya adalah pengguna alat terhadap pengalaman pengguna. Ada 4 orang mahasiswa Teknik Elektro UII yang diminta dalam uji coba alat ini. dari ke 4 mahasiswa ini memberikan berbagai macam penilaian untuk alat ini seperti fungsi, kemudahan, kualitas, dan desain *peddock*. Pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengalaman pengguna terhadap alat.

Tabel 4.6 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Tujuan dari alat perancangan ini adalah sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan kayuhan sepeda dan bisa mengisi kapasitas akumulator.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Alat ini sudah sangat bagus dan mudah untuk digunakan.	Dipertahankan
3	Kendala	Penyimpanan akumulator masih sangat kecil dan membuat tegangan yang besar dari generator harus diturunkan menggunakan regulator tegangan yang membuat banyak energi listrik yang terbuang.	Perlu penyimpanan yang lebih besar agar tegangan besar yang dihasilkan bisa dimanfaatkan lebih baik dan tidak terbuang sia sia.
4 .	Kualitas	Ketahanan terhadap <i>paddock</i> sudah sangat bagus akan tetapi untuk keseimbangan dari <i>paddock</i> masih kurang pada saat sepeda dikayuh.	Perlu mengembangkan desain pada <i>paddock</i> yang lebih seimbang agar pada saat mengayuh sepeda tidak terasa goyang dan membuat lebih nyaman dalam menggunakannya.

4.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Perencanaan dalam manajemen tim realisasi salah satu hal yang penting perlu dilakukan sebelum melanjutkan perancangan sistem. ada 2 bagian dalam perancangan tersebut yaitu perencanaan pengerjaan dan rancangan anggaran biaya yang akan dikeluarkan. perancangan pengerjaan memiliki peran yang sangat penting dan banyak manfaat. perancangan memudahkan kita dalam meminit waktu sehingga waktu perancangan menjadi lebih efisien dan memiliki runtutan kegiatan yang akan kita lakukan. Perancangan dapat mengerjakan rasa tanggung jawab atas sesuatu runtutan kegiatan yang telah ditentukan dan komunikasi antara sesama tim atau rekan kerja menjadi gampang. Tabel 4.7 merupakan tabel kesesuaian antara urusan dan realisasi timeline Tugas akhir 2. Tabel kesesuaian antara usulan dan realisasi dapat dilihat seperti dibawah ini :

Tabel 4.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Maret	Maret - Mei
2	Perancangan sistem dengan usulan	Maret	April
3	Pembuatan Paddock Sepeda	Maret - April	April - Mei
4	Penyatuan sistem ke Paddock	April	Mei - Juni
5	Testing dan validasi	April - Mei	Juni
6	Penyempurnaan alat	Mei - Juni	Juni
7	Penyusunan laporan	Mei -Juni	Juni

Berdasarkan Tabel 4.7 terjadi beberapa perubahan pada perancangan usulan dan realisasi pengerjaan Tugas Akhir 2. pada pembelian alat dan bahan pada usulan waktu awalnya itu terjadi pada bulan Maret, akan tetapi dapat direalisasikan pada bulan Maret sampai Mei. Terjadinya hal tersebut karena ada alat yang harus ditambahkan pada rangkaian tersebut dan alat itu pembeliannya harus secara online karena alat tersebut tidak ada di Yogyakarta. Perancangan sistem dan usulan pada awalnya waktu pada bulan Maret tidak dapat terealisasi pada bulan tersebut. Terjadi kemunduran 1 bulan. hal tersebut ada kendala pada proses pengerjaan alat. Pembuatan Paddock yang awalnya direncanakan pada bulan Maret sampai April dan disini tidak terealisasi pada bulan tersebut peddocks terealisasi pada bulan April sampai Mei hal tersebut dikarenakan terdapat miskomunikasi pada vendor pembuatan paddock yang kita buat. hal

tersebut menjadi masalah penyebab kemundurannya jadwal testing dan validasi, penyempurnaan alat dan juga penyusunan laporan.

Setelah kesesuaian antara usulan dan realisasi sudah terlaksana langkah selanjutnya melakukan kesesuaian Rancangan Anggaran Biaya (RAB). RAB adalah suatu hal yang sangat penting juga dalam melakukan pembuatan alat untuk pembelian komponen komponen dan alat. RAB adalah pedoman penyusunan anggaran biaya tersebut. pada Tabel 4.5 merupakan RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.

Tabel 4.8 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Motor Direct Drive	1 pcs	Rp 600.000,-	1 pcs	Rp 600.000,-
2	Regulator Tegangan	1 pcs	Rp 80.000,-	-	-
3	Solar Charger Controller	1 pcs	Rp. 120.000,-	1 pcs	Rp 85.000,-
4	Volt Ampere Digital	1pcs	Rp. 50.000,-	-	-
5	Baterai	1pcs	Rp. 185.000,-	-	-
6	Inverter	1pcs	Rp. 825.000,-	1 pcs	Rp. 310.000,-
7	Kabel	Meter	Rp. 36.000,-	5 Meter	Rp. 30.000,-
8	Pipa Besi 4 inch	5 meter	Rp. 675.000,-	-	-
9	Pipa Besi 3 Inch	6 meter	Rp. 450.000,-	-	-
11	Baut	1 pack	Rp. 10.000,-	-	-
12	Karet Penghubung	1 pcs	Rp. 50.000,-	-	-
13	vendor Peddocks	-	-	1	Rp. 600.000,-
14	Dioda MDS	-	-	1	Rp. 145.000,-
15	Jepit aki	-	-	2 pcs	Rp. 9.800,-
16	Skun SV	-	-	10 pcs	Rp. 10.000,-
17	Capacitor	-	-	2 pcs	Rp. 20.000,-
18	Converter DC to Dc	-	-	1 pcs	Rp. 1.400.000,-
Total		Rp. 3.081.000,-		Rp. 3.209.800,-	

Dapat dilihat dari tabel 4.8 Kesesuaian RAB Tugas akhir antara dari usulan dan realisasi terdapat perubahan dan penambahan komponen dan alat yang dibutuhkan dari usulan biaya realisasi biaya. seperti perubahan pada harga usulan awal solar *Charger Controller* yaitu memiliki harga sebesar Rp. 120.000,- dan ternyata pada saat pembelian harga mengalami penurunan sebesar Rp. 85.000,-. kemudian komponen Besi yang sebelumnya di anggarkan Rp. 675.000,- dan Rp. 450.000,- tidak jadi beli karena kita pembelian besi diberikan langsung oleh pembuat *paddock* atau *vendor* las. kemudian komponen komponen yang tidak dibeli karena komponen tersebut tidak jadi digunakan alat ini akan tetapi diganti dengan komponen lainnya.

usulan alat dan bahan yang tidak digunakan dan dibeli adalah *volt ampere digital*. kemudian ada barang yang kita pinjam dari *laboratorium* seperti inverter dan akumulator.

4.1.5 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perancangan dan Realisasi

Analisis dan pembahasan tentang kesesuaian antara perancangan dan realisasi dilakukan setelah pengerjaan Tugas Akhir. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kesesuaian antara perancangan dan realisasi setelah pengerjaan Tugas Akhir terlaksana. Secara umum cara kerja alat ini sendiri tidak mengalami perubahan antara kesesuaian dan perancangan. Namun ada hal yang di pertimbangkan dalam memilih jenis generator untuk alat ini. ada perbandingan antara generator jenis DC dan generator jenis BLDC. Generator BLDC memiliki kelebihan efisiensi tinggi dan rugi mekanik yang sedikit karena generator jenis ini tidak menggunakan sikat seperti generator DC. kemudian dengan putaran yang arusnya rendah dan tegangannya yang dialirkan oleh generator BLDC jauh lebih besar dibandingkan generator lainnya, maka dari itu kita memilih generator BLDC. kemudian pemilihan akumulator dengan kapasitas 12 V 7,2 Ah dibandingkan dengan akumulator dengan kapasitas 12V 12Ah karena dengan akumulator 12V 7,4Ah sudah mencukupi kebutuhan akan sistem kerja dari alat ini dan memiliki harga yang murah juga .

4.1.6 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian timeline Pengerjaan antara Perancang dan Realisasi

Kesesuaian timeline pengerjaan antara perancang dan realisasi mengalami kemunduran hal tersebut dikarenakan ada beberapa faktor pada saat pengerjaan rancangan ini. pada saat pengerjaan alat ini terjadinya sistem kerja yang belum berfungsi dengan baik dan juga miss komunikasi sama *vendor* pembuat *paddock*. kemudian ada beberapa tambahan komponen untuk melengkapi sistem elektronis agar bekerja lebih maksimal dan juga generator nya tidak bisa berputar dengan baik. maka dari itu terjadinya kemunduran *timeline* pengerjaan antara perancangan.

4.1.7 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian RAB antara perancangan dan Realisasi

Perubahan RAB perancangan dan realisasi tidak sesuai karena banyak yang belum tercukupi untuk melengkapi sistem kerja alat ini. Ini juga disebabkan penambahan komponen elektronis yang harus dibeli seperti dioda MDS. Dengan Penambahan dioda tersebut untuk mengubah rangkaian 3 fase menjadi 2 fasa. Kemudian dibutuhkan jepit buaya untuk menghubungkan ke akumulator. Akan tetapi untuk RAB terjadi penurunan harga dimana tim tidak jadi membeli besi karena beli langsung diberikan oleh *vendor* pembuat *paddock* hal tersebut mengakibatkan RAB mengalami peningkatan dari hasil sebelumnya.

4.2 Dampak Implementasi Sistem

4.2.1 Teknologi/Inovasi

Sebelum perancangan teknologi ini, kita sudah mencari beberapa referensi terdahulu mengenai Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Kayuhan Sepeda. Referensi ini berfungsi sebagai pedoman untuk kita dalam melakukan perancangan dan juga dapat mengetahui kekurangan pada alat yang sudah dahulu dibuat dan kami dapat mengembangkan sesuai dengan batasan masalah yang telah ditentukan.

Tabel 4.8 Dampak Implementasi Sistem pada Aspek Teknologi

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Desain Sepeda Statis	PL Alternatif	Perancangan sepeda statis
1	Jenis Generator	Generator BLDC	Dinamo DC	Dinamo DC	Generator Linier
2	Paddock	Kurang Seimbang	Kurang Seimbang	Kurang Seimbang	Belum
3	LOW RPM	Sudah	Belum	Belum	Belum
4	Harga	Rp. 3.209.800,-	-	-	-

4.2.2 Sosial

Pembangkit listrik alternatif ini dapat berfungsi bagi masyarakat dalam bentuk sosial dengan adanya rancangan ini masyarakat dapat menyukai olahraga atau sukan untuk bersepeda. alat ini juga dapat dijadikan sebagai sarana olahraga dan juga dapat untuk menghasilkan energi listrik untuk kehidupan sehari hari atau kebutuhan mendesak.

4.2.3 Lingkungan

Dengan adanya alat ini kita bisa membantu dalam mengurangi kemacetan yang disebabkan oleh pengguna sepeda yang terkadang tidak tertib lalu lintas dan alat ini memudahkan pengguna untuk olahraga di dalam rumah agar terhindar dari debu debu jalan yang menyebabkan penyakit pada tubuh dan sekaligus menghasilkan energi listrik.

4.2.4 Ekonomi

Dengan alat ini dapat digunakan sebagai penghasil energi listrik secara mandiri sehingga dapat untuk menghemat masyarakat dalam menggunakan listrik PLN.

BAB 5: Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan dan implementasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- *Paddock* yang kami buat memiliki desain yang bagus dan ketahanan yang kuat yang bisa mampu mengangkat beban maksimal 120 kg.
- Dari beberapa percobaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan akan menjadi besar dengan menaikkan kecepatan dari kayuhan sepeda.

5.2 Saran

Hasil pengerjaan alat ini masih diperlukan beberapa saran dan perbaikan untuk guna pengembangan alat antara lain :

- Membutuhkan rangkaian penstabil tegangan agar tegangan yang dihasilkan generator tidak terbuang dan bisa dimanfaatkan dengan semaksimal mungkin.
- Membutuhkan baterai yang lebih besar untuk menyimpan energi listrik karena yang dihasilkan generator tersebut sangat besar.
- Mendesain *paddock* harus di kembangkan lagi supaya agar putaran generator agar lebih maksimal dan juga keseimbangan pada saat sepeda dikayuh.
- Menambahkan fitur pendeteksi kalori yang terbakar dan jarak tempuh.

Daftar Pustaka

- [1] M. Nazaruddin, “Jurnalisme Bencana di Indonesia, Setelah Sepuluh Tahun,” *J. Komun.*, vol. 10, Oktober 2015.
- [2] Y. A. Kusuma, “Rancang Bangun Sepeda Statis Menggunakan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah,” p. 21.
- [3] M. Farhan, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug,” *J. Simetrik*, vol. 11, no. 1, p. 398, Jul. 2021, doi: 10.31959/js.v11i1.653.
- [4] H. Asy'ari, A. Basith, and J. L. S. Anam, “Desain Sistem Monitor Energi Listrik yang Dihasilkan Generator Magnet Permanen Pada Sepeda Statis,” p. 8, 2015.
- [5] “IEC 60034-22:1996”, [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/12331>

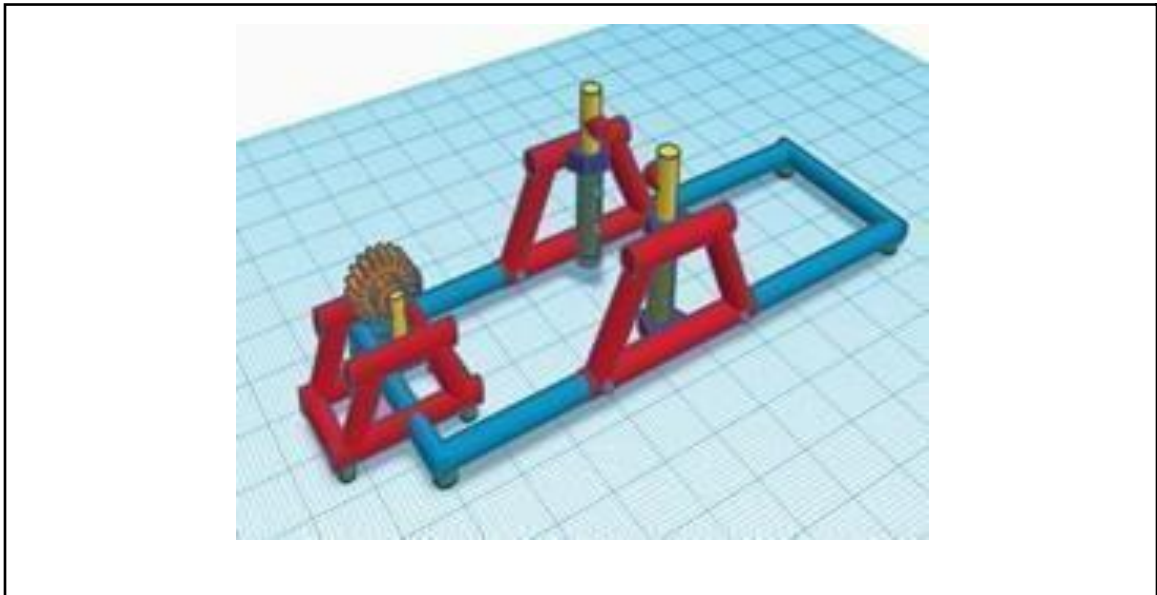
LAMPIRAN – LAMPIRAN

- *Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2*

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Kamis, 9 Maret 2023	Pembelian Generator
Senin, 10 April 2023	Pembuatan Paddock
Selasa, 11 April 2023	Pembelian Komponen Elektronik
Selasa, 18 April 2023	Merangkai Komponen Elektronik
Rabu, 10 Mei 2023	Pengecekan peddock di vendor
Kamis, 11 Mei 2023	Pengecekan peddock di vendor
Jumat, 12 Mei 2023	Bimbingan ke dosen pembimbing
Senin, 15 Mei 2023	Pembelian komponen
Rabu, 17 Mei 2023	Melakukan uji coba rangkaian elektronik
Jumat, 19 Mei 2023	Bimbingan ke dosen pembimbing
Senin, 22 Mei 2023	Pengecekan peddock di vendor
Jumat, 2 Juni 2023	Pengerjaan laporan 201
Sabtu, 3 Juni 2023	Pengerjaan laporan 201
Minggu, 4 Juni 2023	Revisi 1 laporan 201
Senin, 5 Juni 2023	Revisi 2 laporan 201
Rabu, 7 Juni 2023	Bimbingan ke dosen pembimbing 2
Jumat, 9 Juni 2023	Bimbingan ke dosen pembimbing 1
Rabu, 14 Juni 2023	Perbaiki generator di tukang bubut
Jumat, 16 Juni 2023	Pengecekan aki di tukang aki
Senin, 19 Juni 2023	Pengambilan generator dari tukang bubut
Jumat, 23 Juni 2023	Merakit Generator ke peddocks
Minggu, 25 Juni 2023	Perbaiki alat elektronik
Rabu, 28 Juni 2023	Perbaiki Alat
Kamis, 29 Juni 2023	Perbaiki alat

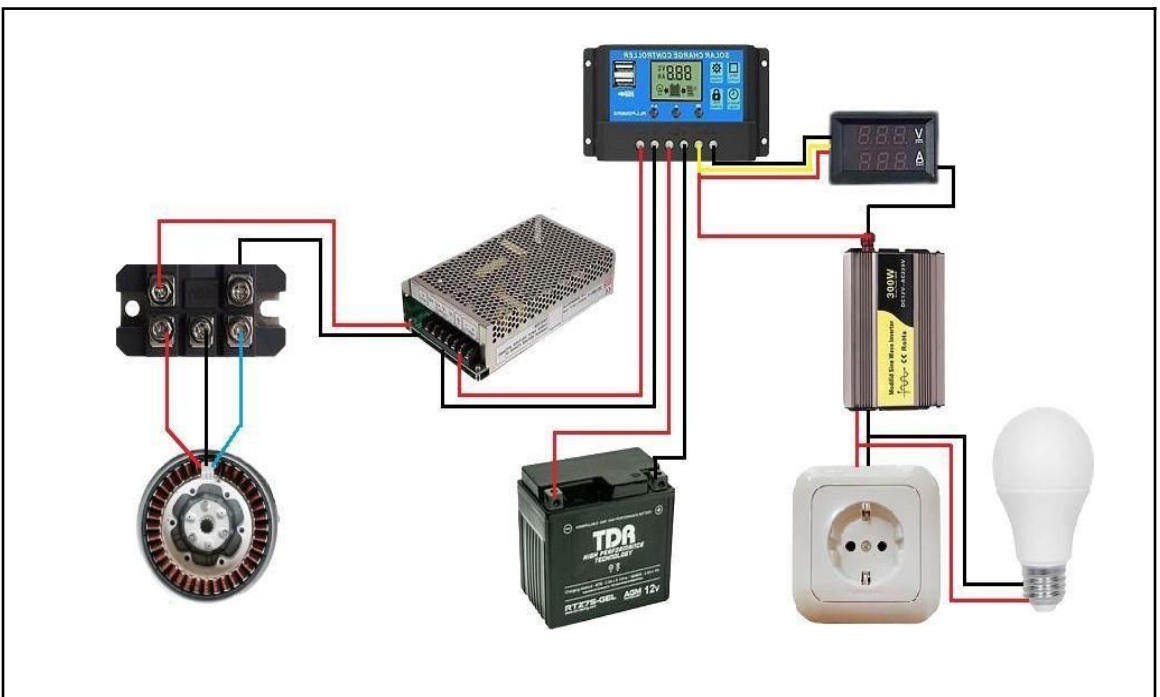
Jumat, 30 Juni 2023	Perbaikan alat
Senin 1 Juni 2023	Perbaikan alat
Selasa 2 Juni 2023	Perbaikan alat
Rabu 3 Juni 2023	Perbaikan alat
Kamis 4 Juni 2023	Perbaikan alat
Jumat 5 Juni 2023	Perbaikan alat
Jumat 7 Juni 2023	Penyusunan laporan
Sabtu 8 juni 2023	Penyusunan laporan
Minggu 9 Juni 2023	Penyusunan laporan
Senin 10 Juni 2023	Penyusunan laporan

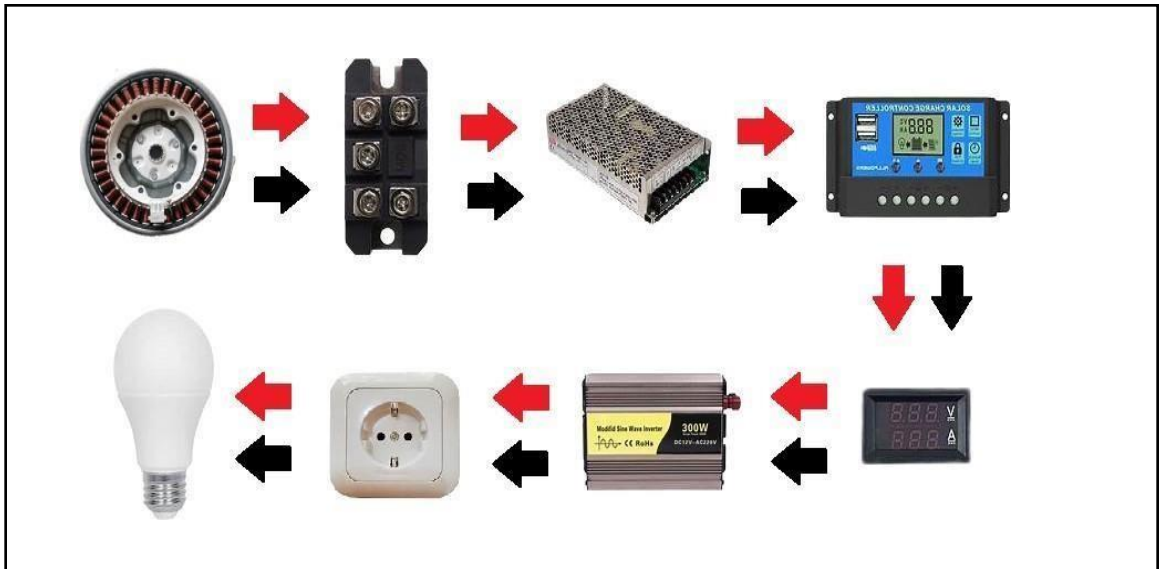
- Lampiran Desain model produk





- Lampiran Skematik elektronik keseluruhan dan cara kerja





- Lampiran Hasil





- Lampiran mengayuh dengan beban 105 Kg.



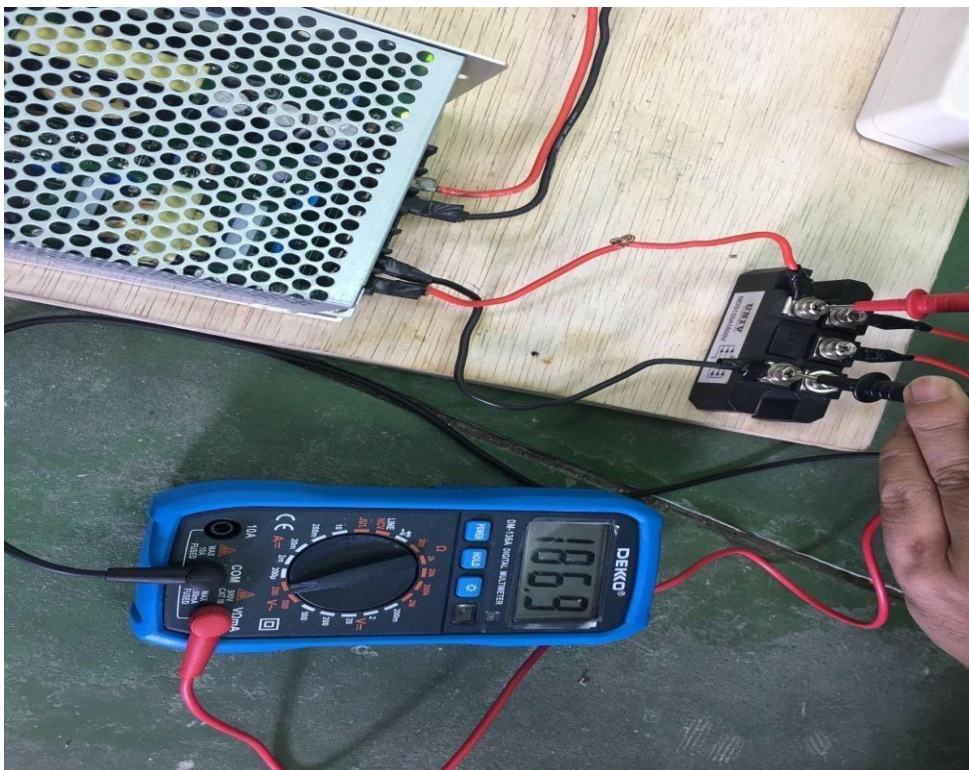
- Lampiran mengayuh dengan beban 52 Kg.

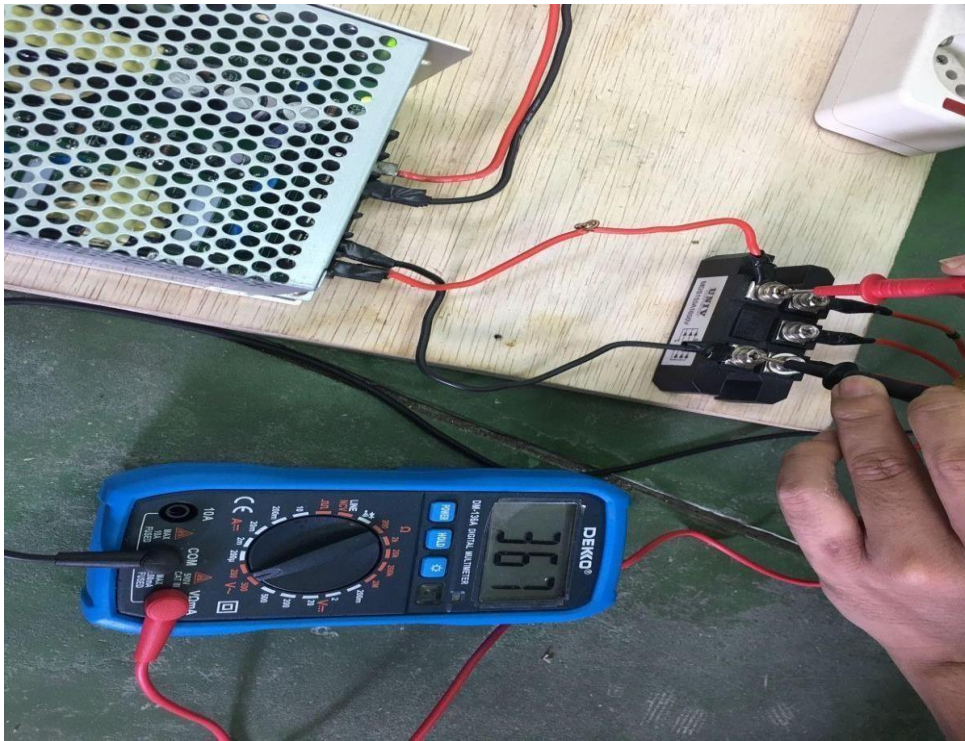


- Lampiran mengayuh dengan beban 72 Kg.

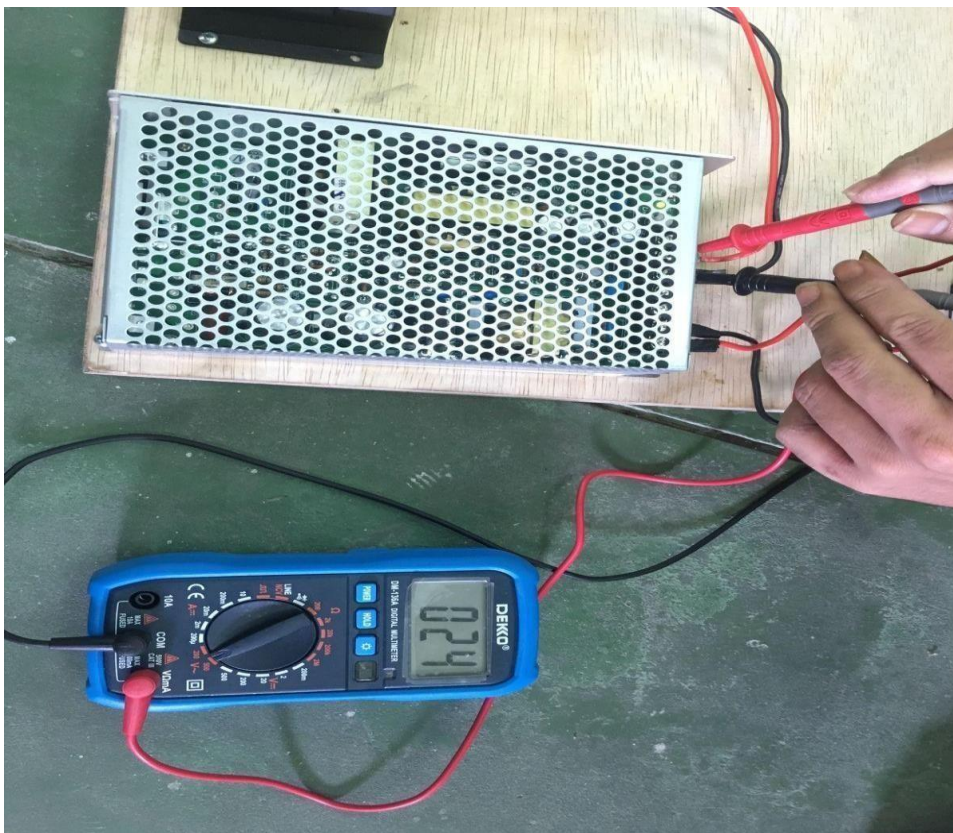


- Lampiran output tegangan pada dioda.

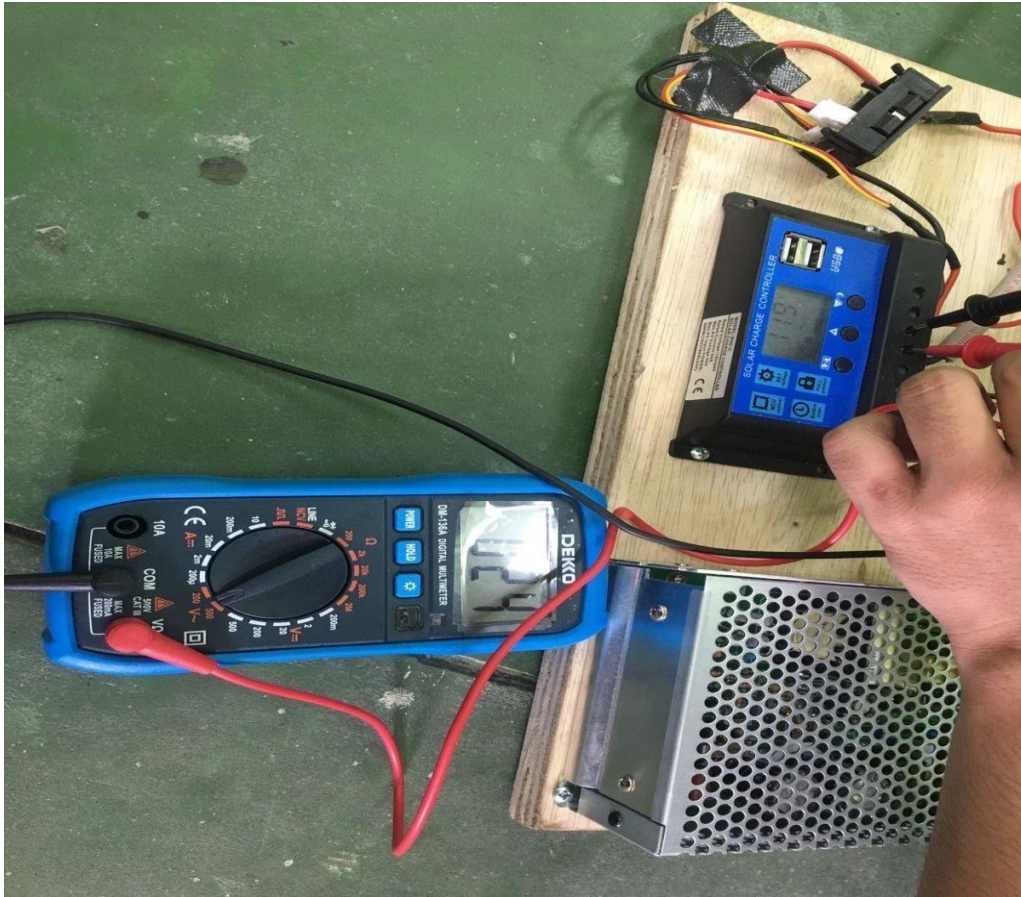




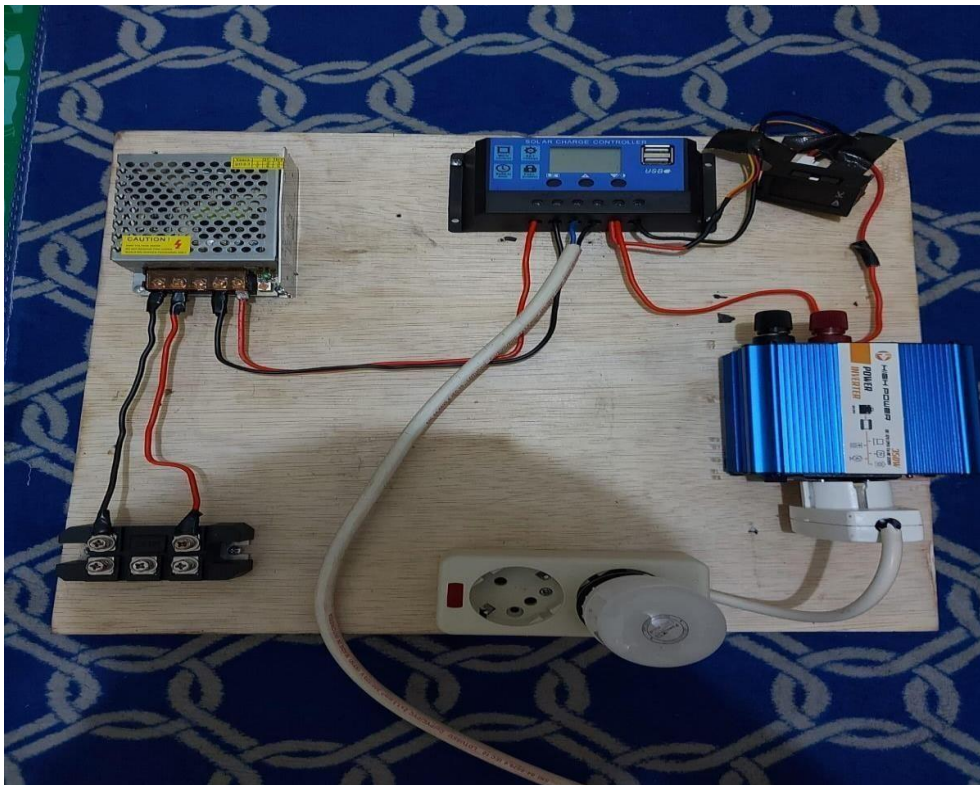
- Lampiran output tegangan pada converter



- Lampiran output tegangan pada SCC



- Lampiran rangkaian elektronis

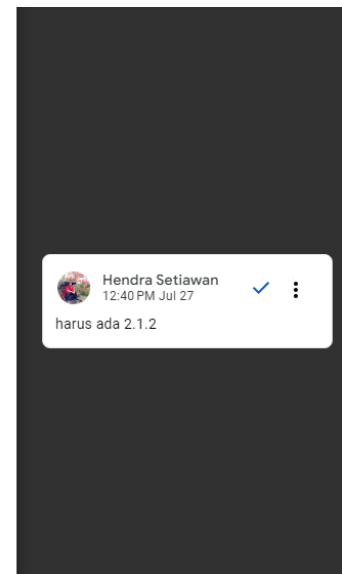


- Lampiran Laporan Dokumentasi keuangan

No	Nama Barang	Satuan	Harga	Jumlah	Total Harga
1	Motor Direct Stator	pcs	Rp. 600.000,-	1	Rp. 600.000,-
2	Dioda MDS	pcs	Rp. 145.000,-	1	Rp. 145.000,-
3	Capacitor	pcs	Rp. 10.000,-	2	Rp. 20.000,-
4	Solar Charger Controller	pcs	Rp. 85.000,-	1	Rp. 85.000,-
5	Kabel	meter	Rp. 6000,-	5	Rp. 30.000,-
6	Peddock	pcs	Rp. 600.000,-	1	Rp. 600.000,-
7	Jepit Aki	pcs	Rp. 4.900,-	2	Rp. 9.800,-
8	Inverter	pcs	Rp. 310.000,-	1	Rp.310.000,-
9	Skun SV	pcs	Rp. 1000,-	10	Rp.10.000,-
10	Converter DC to DC	pcs	Rp. 1.400.000,-	1	Rp. 1.400.000,-
Total					Rp. 3.209.800,-

- Lampiran Revisi

DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR TABEL	7
RINGKASAN TUGAS AKHIR	8
BAB 1: Pendahuluan	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan	10
1.4 Batasan Masalah	11
1.5 Batasan Realistis Engineering	11
BAB 2: Usulan Solusi	12
2.1 Observasi	12
2.1.1 Kajian Terhadap Solusi-solusi Sejenis	12
2.2 Spesifikasi Sistem	14
2.3 Usulan-usulan Desain Sistem	14
2.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	19
BAB 3: Implementasi Desain	20
3.1 Hasil Rancangan Sistem	20
3.2 Desain Eksperimen	22
3.2.1 Indikator/Parameter yang Diukur	24
3.2.2 Alat dan Bahan	25
3.2.3 Langkah Pengambilan Data	25
BAB 4: Hasil dan Analisis	27
4.1 Analisis Hasil	27
4.1.1 Hasil Pengujian Indikator	27
4.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	30
4.1.3 Pengalaman Pengguna	32



1.2 Rumusan Masalah

1. Indonesia merupakan salah satu negara dengan rantang bencana alam yang sering terjadi.
2. Bagaimana cara menghasilkan energi listrik berskala kecil dari sebuah kayuhan sepeda?
3. Mengapa dibutuhkan pasokan energi listrik saat keadaan darurat (*urgent*)?

1.3 Tujuan

1. Merancang sebuah pembangkit listrik berskala kecil dengan memanfaatkan sebuah motor generator BLDC.
2. Membantu tenaga medis dalam mengevakuasi korban saat terjadi bencana alam dengan memanfaatkan baterai sebagai sumber penerangan dan komunikasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Alat hanya bisa digunakan di lantai yang datar.
2. Menggunakan generator motor cisi berdaya 350W.
3. Energi listrik yang dihasilkan berskala kecil.

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Y. A. Kusuma[2]	Rancang Bangun Sepeda Statis Menggunakan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah	Rancang bangun sepeda statis menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah dapat menghasilkan kecepatan putar 200 – 1200 RPM dengan tegangan output dari generator sebelum pembebanan menghasilkan tegangan senilai 24 – 140 Volt AC dan 2 – 16 Volt DC
M. Farhan[3]	Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator	Penelitian memberikan informasi bahwa pembebanan pada generator diatur menggunakan potensiometer da mengikuti kebutuhan beban. Ketika beban naik maka tegangan output

11

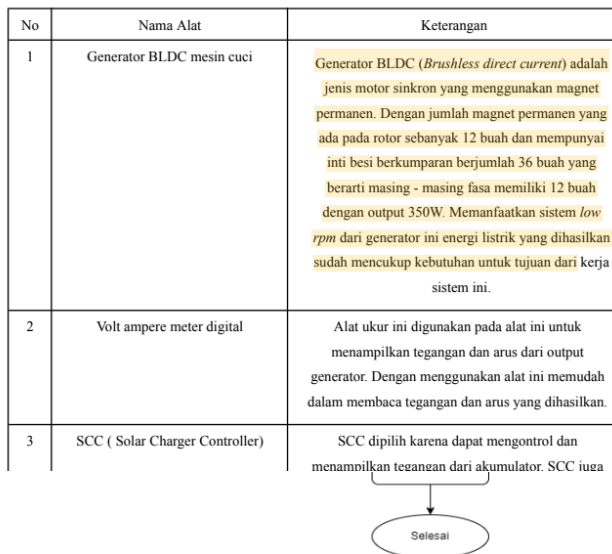
Nama	Spesifikasi Alat
Generator	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan motor generator mesin cuci. 2. Jenis generator bertegangan DC. 3. Menghasilkan daya sebesar 350W. 4. Dimensi (P x L x T) yaitu 5 x 8 x 4 cm
Inverter	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengubah Arus Listrik 12 V DC ke 220 V AC. 2. Frekuensi keluaran : 50 Hz +/- 3 persen 3. Tegangan masukan : DC 12V 4. Batas Minimal tegangan : +/- 10.5 V 5. Batas maksimal tegangan : +/- 15V 6. Total daya : 500 VA hingga 2000 VA
Paddock	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan paddock yang dimensi tinggi 50 cm dan panjang 150 cm

Hendra Setiawan
12:44 PM Jul 27
ini statement buka rumusan masalah

Hendra Setiawan
12:44 PM Jul 27
dibuat inline dengan rumusan masalah

Hendra Setiawan
12:43 PM Jul 27
spasi 1 saja, agar lebih rapi, cek semua tulisan di dalam tabel

Hendra Setiawan
12:46 PM Jul 27
gunakan simbol perkalian bukan huruf "ex". cek semua



Gambar 3.1 Menampilkan diagram alur cara kerja dari sistem yang akan di buat.

19

Berdasarkan Gambar 3.1 diagram alur kerja sistem alat dari alat ini menggunakan generator motor BLDC sebagai pembangkit listriknya, kemudian tegangan listrik akan masuk ke modul *boost converter* untuk menstabilkan tegangan yang akan masuk ke SCC (*Solar Charger Controller*) agar mendapatkan tegangan arus yang sesuai. Selanjutnya dari SCC tegangan akan mengalir ke baterai untuk mengisi daya baterai tersebut. Selanjutnya dari SCC akan mengalirkan tegangan ke inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC yang

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan dan implementasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Paddock yang kami buat memiliki desain yang bagus dan ketahanan yang kuat yang bisa mampu mengangkat beban 100kg
- Tegangan yang dihasilkan akan menjadi besar dengan menaikkan kecepatan dari kayuhan sepeda. Maka kecepatan untuk mendapatkan tegangan yang besar kecepatan kayuhan sepeda juga harus lebih cepat.

5.2 Saran

Hasil pengerjaan alat ini masih diperlukan beberapa saran dan perbaikan untuk guna pengembangan alat antara lain :

- Membutuhkan rangkaian penstabil tegangan agar tegangan yang dihasilkan generator

Hendra Setiawan
12:45 PM Jul 27
dirapikan, rapikanjuga bag bawah di tabel ini

Hendra Setiawan
12:49 PM Jul 27
ini diagram blok atau alur diagram?

Hendra Setiawan
12:52 PM Jul 27
apakah ada bukti pengujian?

Hendra Setiawan
12:52 PM Jul 27
perlu diuji

Hendra Setiawan
12:52 PM Jul 27
apakah ada bukti pengujian?

Hendra Setiawan
12:52 PM Jul 27
perlu diuji