

PERANCANGAN DC TO DC CONVERTER UNTUK SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK SEPEDA STATIS

DESIGN OF DC TO DC CONVERTER FOR STATIC BICYCLE POWER GENERATING SYSTEM

Muhammad Arief Budiman¹, Kharisma Bani Adam², Jangkung Raharjo³.

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

muharifbudiman@student.telkomuniversity.ac.id¹, kharismaadam@telkomuniversity.ac.id², Jangkung Raharjo@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak - Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia saat ini sebesar 55.000 MW, sementara energi listrik yang mampu disuplai oleh pemerintah sebesar 32.000 MW dan sisanya disuplai oleh perusahaan swasta. Pemenuhan kebutuhan energi listrik oleh pemerintah tersebut masih banyak mengalami kendala, maka dibutuhkan sumber energi listrik baru yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, tujuan dibuatnya alat ini untuk pemanfaatan sepeda statis sebagai sarana olahraga sekaligus menjadi pembangkit listrik. Generator yang digunakan adalah jenis magnet permanen. Alat ini bekerja menggunakan sumber tenaga manusia dengan cara mengayuh sepeda statis sehingga dapat memutar rotor dari generator untuk menghasilkan tegangan yang kemudian disimpan dalam elemen penyimpanan energi listrik (baterai). Pemanfaatan energi listrik dengan sepeda statis digunakan untuk kendali daya dengan kendalinya menggunakan boost mode dan sistem mikrokontroler. Kendali keluaran daya dari energi listrik sepeda statis dapat dihasilkan untuk 25 watt, 20 watt, 15 watt dan 10 watt, yang kemudian keluaran dari kendali ini dapat digunakan untuk pengisian baterai dengan kecepatan pada cadence berkisar 50, 55, 60, 65 dan 70. Alat ini mampu menaikkan tegangan input dari energi listrik sepeda statis menjadi 21,3 volt, 16,7 volt, 12,6 volt, dan 8,3 volt.

Kata Kunci : Mikrokontroler, Sensor, Daya, Konverter Boost, Energi listrik, Sepeda statis, Generator magnet permanen

Abstract - The need for electrical energy in Indonesia is currently 55,000 MW, while the electricity that can be supplied by the government is only 32,000 MW and the rest is supplied by private companies. The fulfillment of electricity needs by the government still has some constraints, thus it needs a new electric energy source that is environmentally friendly. Therefore, the purpose of this tool is to use static bicycles as a means of sports as well as a power generator. The generator used is a type of permanent magnet. It works using a human power source by pedaling a static bicycle so that it can rotate the rotor from the generator to generate voltage which then stored in the electrical energy storage element (battery). The utilization of electrical energy with a static bicycle is used for power control, with its control using boost mode and a microcontroller system. Control power output from this static bicycle electric energy can be generated to 25 watts, 20 watts, 15 watts and 10 watts, which then the output of this control can be used for charging the battery at speeds ranging from 50, 55, 60, 65 and 70. It is capable of increasing the input voltage of a static bicycle's electrical energy to 21,3 volts, 16,7 volts, 12,6 volts and 8,3 volts.

Keywords : Microcontroller, Sensors, Power, Boost Converter, Electrical energy, Static bike, Permanent magnet generator.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat terbatasnya pasokan energi listrik dari PLN, maka dibutuhkan sumber-sumber energi listrik lain yang dapat digunakan masyarakat

sebagai solusi dari ketergantungan terhadap kebutuhan energi listrik dari PLN. Adapun salah satu cara mengatasi hal tersebut yaitu dengan memanfaatkan pembangkit energi listrik alternatif. Indonesia sendiri mempunyai potensi alam yang sangat besar untuk menciptakan energi terbarukan dan ramah lingkungan. seperti angin, mikrohidro, panas bumi, sel surya dan lainnya. Saat ini sudah banyak pembangkit yang dibangun di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Akan tetapi, masih ada daerah yang belum terjangkau dan belum bisa menikmati Energi listrik [1]

Energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik rumah tangga sederhana adalah pembangkit listrik dari kayuhan pedal sepeda statis yang dikayuh dari tenaga manusia. Pembangkit listrik dari kayuhan pedal sepeda statis merupakan suatu cara sederhana membangkitkan energi listrik untuk konsumsi di dalam rumah tangga sederhana [2]

Namun salah satu hal terpenting dari pembuatan sepeda statis adalah ketahanan tubuh pemakainya. Semakin lama mengayuh pedal maka tubuh akan merasa letih sehingga putaran pedal akan melambat dan mengakibatkan pembangkitan listrik semakin menurun. Untuk mengatasi masalah – masalah tersebut maka digunakan koverter *boost* sehingga pembangkitannya tetap baik. Tujuan dari perancangan sepeda statis penghasil listrik menggunakan beban variabel adalah sebagai solusi penyediaan alat bantu penghasil listrik [3].

Diharapkan dengan sepeda statis penghasil energi listrik dengan cara yang murah, mudah dan sehat bagi masyarakat, khususnya di pedesaan. Murah karena tidak membutuhkan bahan bakar; Mudah karena dalam hal penggunaan dan perawatan; serta sehat, karena bentuknya adalah sepeda statis untuk olahraga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat berdasarkan penjabaran pada latar belakang adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara memanfaatkan energi yang dihasilkan dari bersepeda statis?
2. Bagaimana cara mengontrol daya yang dihasilkan dari generator motor DC?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka didapatkan tujuan adalah sebagai berikut:

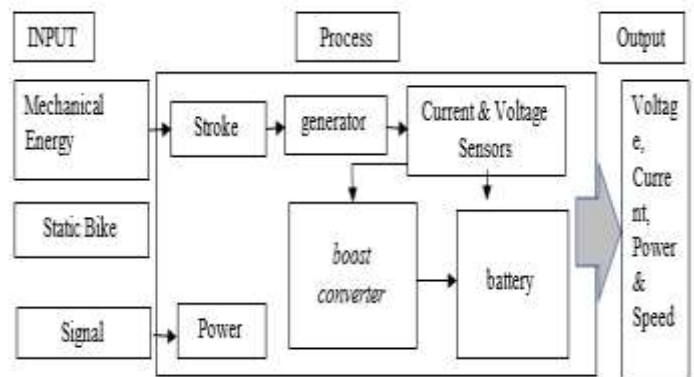
1. Merancang alat untuk menghasilkan energi listrik dari sumber sepeda statis
2. Dapat mengontrol daya dan monitoring hasil melalui lcd yang dikeluarkan dari konverter *boost*.

1.4 Batasan Masalah

Lingkup permasalahan yang akan dibahas pada proposal ini yaitu:

1. Menggunakan mesin *permanent magnet DC* (PMDC) MY1016 sebagai generator
2. frame sepeda sudah jadi
3. sistem penyimpanan memanfaatkan Aki 12v 6Ah dan Aki 6v 4,5Ah
4. Parameter pengaturan daya untuk 25 watt, 20 watt, 15 watt, dan 10 watt dengan *duty cycle* 80 %, 60 %, 40 %, dan 20 %.
5. Cadence yang digunakan berada pada 50, 55, 60, 65, dan 70

II. KAJIAN PUSTAKA



Gambar 2.1 Diagram fungsi

Dalam mencapai tujuan diagram fungsi diatas perancangan sistem pembangkit listrik berbasis sepeda statis yang dikombinasikan

dengan beban variabel dapat memanipulasi energi mekanik menjadi energi listrik, memiliki beberapa tahapan prinsip kerja konsep yaitu:

1. Pedal sepeda di kayuh sehingga menimbulkan energi mekanik yang dapat memutar generator
2. Generator mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik
3. Energi listrik yang dihasilkan generator di deteksi oleh sensor tegangan dan arus
4. Energi listrik masuk ke boost untuk menentukan tegangan keluaran
5. Tegangan keluaran ditentukan untuk mencapai daya dengan parameter 25 watt, 20 Watt, 15 Watt, dan 10 Watt, dengan *duty cycle* 80 %, 60 %, 40 %, dan 20 %.
6. Energi listrik *mecharge* baterai aki 12 V
7. Setelah baterai aki full maka listrik dialihkan ke beban selanjutnya yaitu aki 6 V.

2.1. Support frame

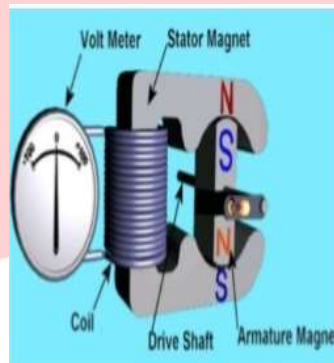
Salah satu komponen penting dari pembangkit listrik tenaga sepeda adalah support frame. Support Frame berfungsi untuk menyangga roda belakang sepeda dan dudukan sistem generator. Desain support frame harus mempertimbangkan dari banyaknya macam-macam ukuran sepeda yang ada. Selain itu desain support frame juga harus mempertimbangkan kenyamanan pengguna. Untuk memastikan keselamatan pengguna, maka harus memperhitungkan perhitungan dimensi dari sepeda. Dimensi dari sepeda umumnya adalah tinggi stang 0,75 - 1,10 m, lebar stang 0,61 m, dan panjang sepeda 1,5 - 1,8 m [4].

2.2. Generator

Generator adalah suatu perangkat mesin yang menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik atau gerak melalui proses induksi elektromagnetik. Prinsip kerja generator berdasarkan hukum Faraday yang mengandung pengertian bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka di dalam kawat tersebut akan terbentuk GGL induksi. Demikian pula sebaliknya bila sepotong kawat penghantar listrik digerakkan dalam medan magnet, maka kawat penghantar tersebut juga terbentuk GGL induksi. [1], [5].

2.2.1. Generator AC

Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik arus bolak balik. Generator arus bolak balik sering disebut generator sinkron atau alternator.



Gambar 2.2 Struktur generator AC

Secara umum generator AC terdiri dari stator, rotor, dan celah udara (ruang antara stator dan rotor). Stator adalah bagian yang tak berputar (diam) yang mempunyai bagian terdiri dari rangka stator yang merupakan salah satu bagian utama dari generator yang terbuat dari dari besi tuang dan ini merupakan rumah dari semua bagian-bagian generator. Pada stator terdapat stator core (inti) dan kumparan stator. Stator core dibuat dari bahan baja dan mempunyai alur pada bagian dalamnya untuk menempatkan kumparan stator. Pada kumparan inilah GGL induksi dibangkitkan karena adanya medan magnet dari rotor yang bergerak. Rotor adalah bagian dari generator yang berputar yang terdapat magnet. Rotor pada generator AC pada dasarnya adalah sebuah elektromagnet yang besar.

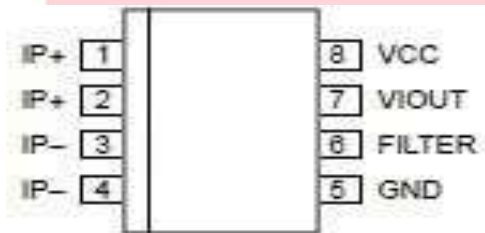
2.2.2. Generator DC

Generator arus searah mempunyai komponen dasar yang umumnya hampir sama dengan komponen mesin-mesin listrik lainnya. Secara garis besar generator arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum Faraday, pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Perbedaan setiap generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang terdapat

didalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat[6].

2.3. Sensor arus listrik ACS712

Perangkat ACS712 ini terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier lowoffset dan p sisi. Saat arus mengalir dijalur tembaga pada bagian pin 1-4 seperti pada gambar. II-3, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional.



Gambar 2.3 konfigurasi pin dari IC ACS712[6]

2.4. LCD

LCD (Liquid Crystal Display). Liquid Crystal Display yaitu komponen jenis display dengan bahan Liquid Crystal untuk media refleksinya. Fungsi LCD (Liquid Cristal Display) adalah komponen media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. bentuknya tipis, mengeluarkan sedikit panas, dan memiliki resolusi tinggi. Kemudian cara kerja dari LCD adalah kristal cair akan menyaring cahaya backlight, lalu pada cahaya putih yang memiliki susunan dari beberapa ratus spektrum cahaya dengan warna yang berbeda. Kemudian beberapa ratus spektrum cahaya tersebut akan terlihat jika cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar.[7].

2.5. Aki

Aki adalah perangkat elektrokimia yang menghasilkan tegangan yang didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible dengan efisiensi yang tinggi. Elektrokimia reversible artinya didalam baterai memiliki proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian kembali), ini adalah cara meregenerasi dari elektroda yang dipakai dengan melewati arus listrik dalam polaritas yang berlawanan pada sel. Fungsi Aki adalah

untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang dapat digunakan untuk mensuplai suatu barang atau alat dari sebuah elektronik atau mesin[8].

Tabel 2.1 State of Charge Battery

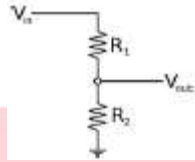
STATE OF CHARGE				
	V Open Circuit	V Open Circuit	V Open Circuit	V Open Circuit
Charge	6-V battery	12-V battery	24-V battery	48-V battery
100%	6.37	12.73	25.46	50.92
90%	6.31	12.62	25.24	50.48
80%	6.25	12.5	25	50
70%	6.19	12.37	24.74	49.48
60%	6.12	12.24	24.48	48.96
50%	6.05	12.1	24.2	48.4
40%	5.98	11.96	23.92	47.84
30%	5.91	11.81	23.62	47.24
20%	5.83	11.66	23.32	46.64
10%	5.75	11.51	23.02	46.04

2.6. Mikrokontroler

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM (Pulse Widht Modulation) dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan AC adaptor sebagai suplay atau baterai untuk menjalankannya [9].

2.7. Sensor Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan output VO dari tegangan sumber VI menggunakan resistor pembagi tegangan R1 dan R2.



Gambar 2.4 Rangkaian dasar sensor tegangan

2.8. Gearbox

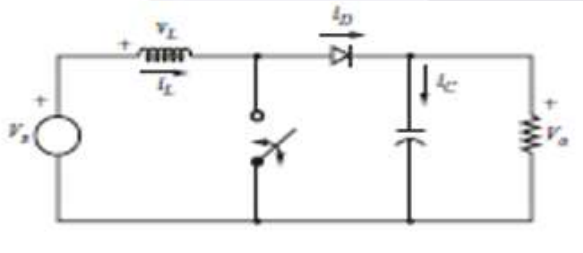
Gearbox berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Gearbox* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar dan *gearbox* juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar [11].



Gambar 2.5 Transmisi roda gigi (*gearbox*)

2.9. Boost converter

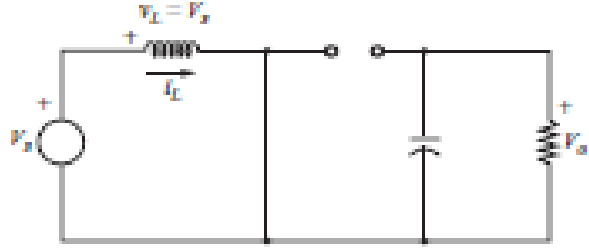
Boost konverter adalah konverter daya yang digunakan untuk mengubah suatu tegangan DC menjadi tegangan DC dengan magnitud yang lebih tinggi, seperti halnya transformator pada tegangan AC yang sering kita kenal dengan sebutan transformtor step up. Seperti halnya *buck* konverter, komponen komponen yang digunakan adalah sumber masukan DC, MOSFET, dioda, induktor, kapasitor, rangkaian kontrol serta beban R[12]. Rangkain dasar dari boost konverter dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Boost converter

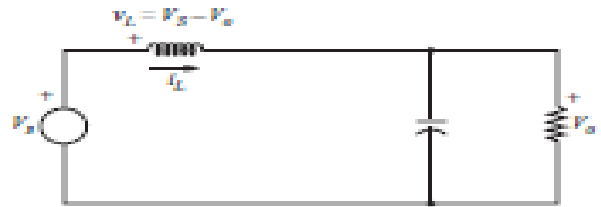
Boost converter bekerja pada dua mode. Mode pertama adalah saat MOSFET on, tegangan

induktor sama dengan tegangan masukan. Dioda dalam kondisi pra-tegangan mundur. Induktor akan mulai menyimpan energi dalam bentuk energi magnetik. Energi yang tersimpan pada kapasitor digunakan untuk mensuplai beban[13][14].



Gambar 2.7 Boost converter saat saklar ON

Mode kedua adalah saat MOSFET off. Dioda pada kondisi pra-tegangan maju. Energi yang tersimpan pada induktor akan dialirkan melalui diode untuk mengisi kapasitor dan mensuplai beban.



Gambar 2.8 Boost converter saat saklar OFF

Perhitungan induktansi dapat diperoleh dengan persamaan [14]:

$$L_{min} = \frac{D_{min}(1-D_{min})^2 R_{max}}{2F_{sw}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Agar *boost converter* bekerja pada mode operasi *continuous conduction mode* (CCM), maka induktansi yang dibuat harus lebih besar dari induktansi minimal.

Kapasitor berfungsi sebagai filter untuk membatasi *Ripple* tegangan keluaran converter. Kapasitor yang digunakan untuk perancangan *boost converter* ini memiliki *ripple* 1%. Besar kapasitor dapat dihitung dengan persamaan berikut [14]:

$$C_{min} = \frac{D_{max}}{\%Vr \times R_{min} \times F_{sw}} \dots\dots\dots(2.2)$$

III. PERANCANGAN SISTEM

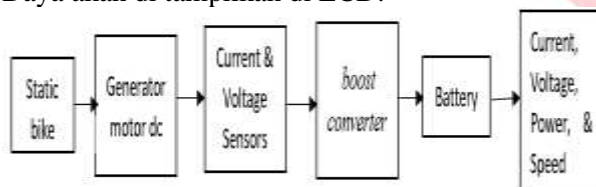
3.1 System Design

Desain sistem adalah merancang atau mendesain suatu sistem yang baik, berisi langkah-langkah dalam proses pengolahan data dan prosedur untuk mendukung operasi sistem. Desain ini digunakan sebagai acuan gambaran umum sistem

atau mendefinisikan cara kerja sistem secara singkat dan umum. Perancangan ini terdiri dari perancangan desain umum sistem, desain perangkat keras, spesifikasi komponen, dan desain perangkat lunak.

3.1.1 Diagram blok

Pada penelitian ini di rancang sebuah alat pembangkit listrik dari sepeda statis menggunakan beban variabel yang kemudian daya yang dihasilkan akan di simpan ke baterai dan Arduino akan mengolah data untuk menampilkan berapa daya yang di hasilkan oleh sepeda statis tersebut. Daya akan di tampilkan di LCD.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

3.1.2 Fungsi dan Fitur

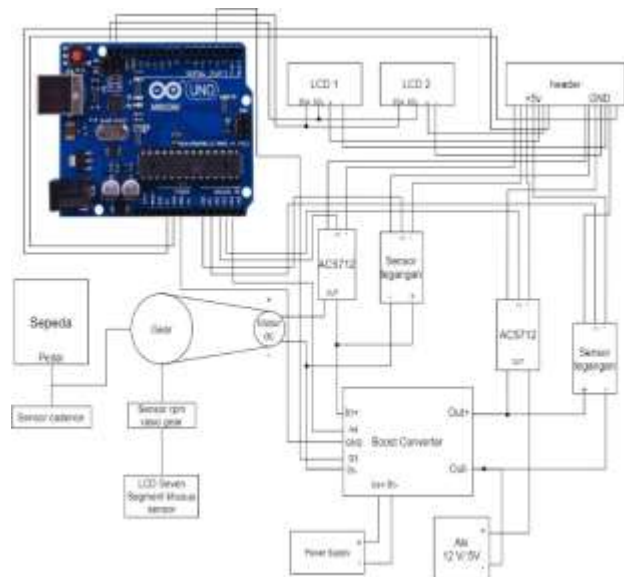
Pada alat ini fungsi dan fitur dari tiap blok pada gambar III-1. adalah sebagai berikut.

1. Sepeda
Sepeda Statis digunakan sebagai masukan energi untuk generator motor dc
2. Generator
Generator digunakan sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Putaran rotor tercipta dari kayuhan sepeda statis sehingga dapat menghasilkan listrik.
3. Sensor arus
Sensor arus digunakan sebagai perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.
4. Sensor tegangan
Sensor tegangan digunakan untuk membaca nilai tegangan dari generator.
5. Boost converter
Boost converter adalah converter daya yang digunakan untuk mengubah suatu tegangan DC menjadi tegangan DC dengan magnitudo

yang lebih tinggi, seperti halnya transformator pada tegangan AC yang sering kita kenal dengan sebutan transformtor step up.

6. Beban
Beban menggunakan 2 aki yaitu : Aki 12 Volt dan Aki 6 Volt
Baterei digunakan untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh generator yang kemudian dapat di dimanfaatkan sebagai sumber tegangan untuk mengaktifkan perangkat-perangkat elektronik
7. Daya dan kecepatan
Daya dan kecepatan adalah keluaran dari sistem yang di buat.

3.2 Desain perangkat keras



Gambar 3.2 Rangkaian keseluruhan dari sistem

Gambar rangkaian rancangan keseluruhan dari sistem, dengan data: Sensor arus ACS712 x 2, Sensor tegangan x 2, Boost Konverter, Arduino Uno, Motor dc, Sensor cadence, Sensor rpm untuk rasio gear, Lcd 20x4 x 2, Aki 12 V dan 6 V.

3.2.1. Mesin DC

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatik menggunakan gaya elektrostatik. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi

mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo.

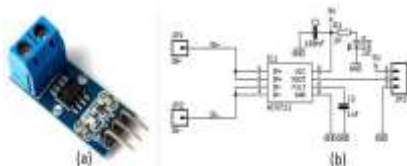
Tabel 3.1 Spesifikasi Motor DC

Model	MY1016
Voltage	12/24 VDC
Rate Speed	2750RPM
Rate Curent	19,2 A
Output	350



Gambar 3.3 PMDC MY1016

3.2.2. Sensor Arus



Gambar 3.4 Modul ACS712 dan sirkuit diagram

Sensor arus merupakan perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

Tabel 3.2 Spesifikasi Sensor Arus ACS712

Sinyal	analog
Gangguan sinyal	low noise
bandwidth	80 KHz
Output error	1,5% pada Ta = 25°C
Sensivitas keluaran	66 sd 185 mV/A
Tegangan offset keluaran	stabil

3.2.3. Sensor Tegangan



Gambar 3.5 gambar pin konfigurasi sensor tegangan

Sensor tegangan merupakan sensor untuk membaca nilai tegangan dari generator. Pada sistem ini digunakan sensor pembagi tegangan, sensor ini terdiri atas dua resistor digunakan untuk mengukur

tegangan yang dapat dibaca oleh mikrokontroler yaitu 0-5.

3.2.4. Baterai Aki



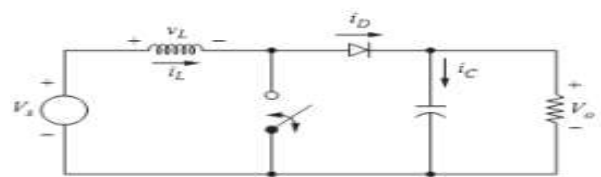
Gambar 3.6 Aki 12 Volt dan 6 Volt

Baterai merupakan perangkat penyimpanan yang dihasilkan oleh generator, adapun beterei yang digunakan adalah *Valve Regulated Lead Acid (VRLA)*. Spesifikasinya sebagai berikut :

Tabel 3.3 Spesifikasi Baterai

Kapasitas	7 Ah, 4.5 Ah
Tegangan	12 volt, 6 volt
Standar pengisian	0.5 volt
Tegangan pengisian	13.6-14.8 volt, 6.68 – 7.69 volt
Dimensi	11,8x5,5x13 cm
Berat	2 kg

3.2.5. Boost Konverter



Gambar 3.7 Boost Konverter

Rangkaian Boost Konverter merupakan rangkaian dasar dari konverter boost, dimana terdapat beberapa komponen yaitu Induktor, kapasitor, dan mosfet. Untuk mendesain converter boost maka pertama tentukan spesifikasi dari konverter, Berikut ini spesifikasi konverter sepic yang akan dibuat:

Tabel 3.4 Spesifikasi converter boost

Power Rating	35 W
Tegangan Input	5 Volt – 7 Volt
Duty cycle	10 – 80 %
Frekuensi Switching	31 kHz

berikut ini langkah-langkah untuk menentukan nilai dari masing-masing komponen melalui persamaan yang sudah ditentukan :

1. Menentukan nilai inductor

- Dengan menggunakan persamaan (2.18) maka di dapatkan nilai inductor sebesar 100 μ H
- Menentukan nilai inductor
Dengan menggunakan persamaan (2.19) maka di dapatkan nilai kapasitor sebesar 470 μ F
 - Pemilihan diode
Diode yang di gunakan pada alat ini adalah diode *Schottky SR560*
 - Pemilihan *switch*
Switch yang dipilih yaitu jenis MOSFET yang memiliki nilai $R_{ds(on)}$ rendah, kemampuan *switching* pada frekuensi tinggi dan dapat beroperasi pada arus diatas 2 A. Maka dari itu ditentukan MOSFET jenis IRFZ44n yang memiliki nilai sebagai berikut.

Tabel 3.5 Spesifikasi IRFZ44N

Type of transistor	MOSFET
Type of control chanel	N-CHANNEL
Maximum Power Dissipation	83 W
Maximum Drain-Source Voltage (Vds)	55 V
Maximum Gate-Source Voltage (Vgs)	10 V
Maximum Drain Current (Id)	41 A
Maximum Drain-Source On-State Resistance (Rds)	0,024 Ω

- Pemilihan Driver MOSFET
Driver mosfet yang dipilih yaitu HCPL-3120, karena spesifikasi yang penting dalam menentukan driver mosfet adalah waktu *switching*. oleh karena itu HCPL-3120 dipilih karena memiliki waktu *switching* maksimal 500ns.

Maka dari di Maka dari didapatkan nilai-nilai/ tipe komponen untuk merangkai converter *Boost* sebagai berikut :

Tabel 3.6 Daftar komponen converter boost

NO	Komponen	Nilai
1	Duty cycle maximum	10%
2	Duty Cycle minimum	80%
3	Induktor	100 μ H
4	Dioda	SR 560.
5	Kapasitor	470 μ F 100V
6	Switch/ MOSFET	IRFZ44n
7	Driver MOSFET	HCPL-3120

3.2.6. Setting port mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pusat kendali sistem battery charging. Arduino Uno adalah sebuah board sistem yang menggunakan ATmega328. Pada Sistem ini memiliki beberapa pin yang digunakan untuk

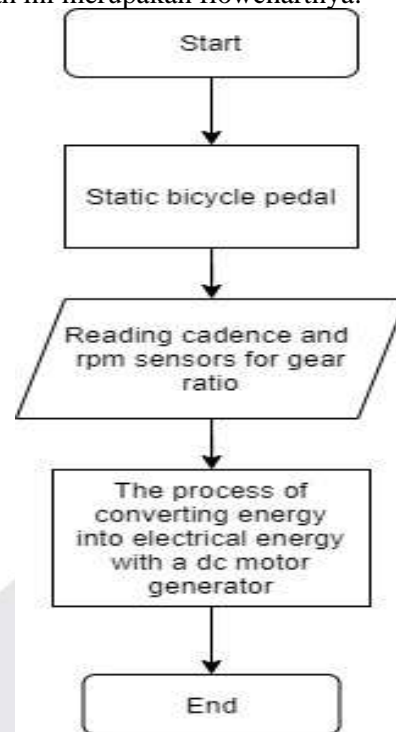
mikrokontroler dengan rancangan sesuai dibawah berikut ini :

Tabel 3.7 Konfigurasi port mikrokontroler

No.	Pin Arduino Uno	Keterangan
1	Pin A0	Sensor Tegangan 1 (input)
2	Pin A1	Sensor Tegangan 2 (output)
3	Pin A2	Sensor Arus 1 (input)
4	Pin A3	Sensor Arus 2 (output)
5	Pin A4	Feedback
6	Pin 16	SDA LCD
7	Pin 17	SCL LCD
8	Pin 3	Driver boost
9	Pin GND	GND driver
10	Pin 5v, GND	Semua supply modul komponen

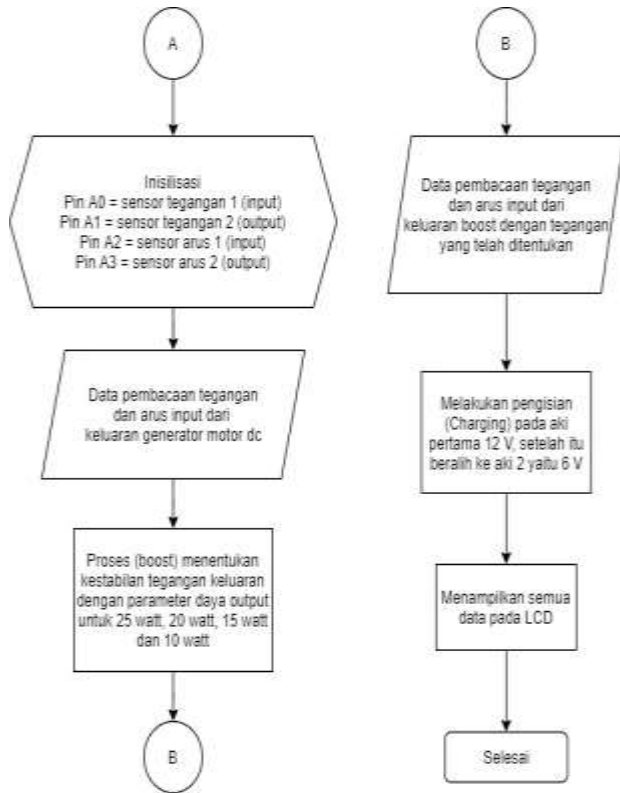
3.3 Desain perangkat lunak

Pada desain perangkat lunak ini berisi *flowchart* atau diagram alir dari sistem pembangkit listrik berbasis sepeda statis menggunakan beban variabel. Dibawah ini merupakan flowchartnya.



Gambar 3.8 Flowchart generator motor dc

Kayuhan sepeda statis ditentukan sesuai parameter cadence yang telah ditentukan, setelah itu kayuhan tersebut dibaca oleh sensor cadence dan dideteksi oleh sensor rpm untuk rasio gear pembandingan 5 dari pembandingan 1 pada generator motor dc, dan keluaran dari generator motor dc masuk ke sistem program Arduino. Berikut ini *flowchart* sistem Arduino yang digunakan :



Gambar 3.9 Flowchart sistem program arduino

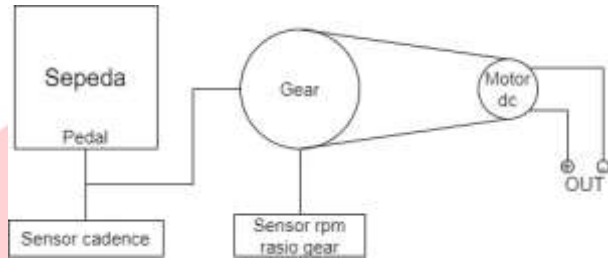
Dengan menggunakan input yang dihasilkan dari sepeda, kemudian akan dideteksi arus dan tegangan pada input yang sudah diberikan tegangan dari hasil pembangkit sepeda statis. Pada boost ditentukan tegangan keluaran stabil untuk mencapai 4 parameter daya yaitu 25 watt, 20 watt, 15 watt, dan 10 watt. Kemudian pendeteksian output pada arus dan tegangan yang keluar dari boost, setelah itu melakukan pengisian baterai aki, dan menampilkan semua data pada LCD.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dipaparkan hasil pengujian serta analisa dari alat yang sudah dirancang pada bab sebelumnya. Pengujian ini bertujuan untuk melihat keberhasilan dari alat yang sudah dirancang dan melihat seberapa baik alat tersebut memenuhi tujuan yang sudah dibuat. Berikut parameter yang akan diuji yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian generator motor dc
2. Pengujian sensor tegangan
3. Pengujian sensor arus
4. Pengujian konverter *boost*
5. Pengujian konverter *boost* dengan generator motor dc

4.1 Pengujian generator motor dc

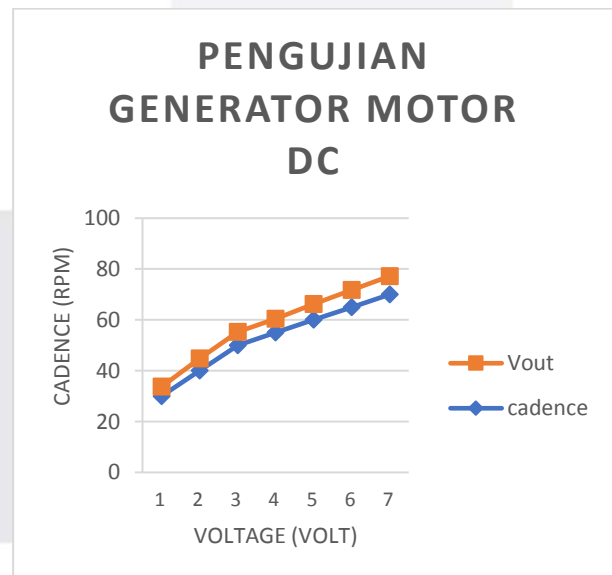


Gambar 4.1 Pengujian keluaran dari generator motor dc sepeda statis

Berikut ini adalah hasil pengujian generator motor dc yang digunakan dan keluaranya akan menjadi input tegangan bagi konverter *boost*. Hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengukuran energi listrik dari sepeda statis

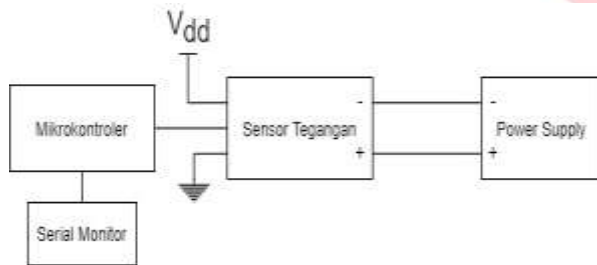
cadence	Vout	Ia
30	3,7	1,6
40	4,8	3,06
50	5,2	5,02
55	5,4	5,3
60	6,2	6,3
65	6,8	6,7
70	7,2	7,1



Gambar 4.2 Grafik pengujian keluaran generator motor dc

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran dari motor dc dengan parameter pada cadence 30,40,50,55,60,65, dan 70. Berdasarkan data dari pengujian maka hasil keluaran tegangan memiliki nilai dengan satuan depan dari nilai cadence, seperti 30 cadence, maka hasil outputnya 3,7 volt, 40 cadence outputnya 4,8 volt, 50 cadence outputnya 5,2 volt dan yang lainnya. Kemudian dari hasil grafik memiliki grafik yang linear, sehingga semakin tinggi cadence maka semakin tinggi tegangan.

4.2 Pengujian sensor tegangan



Gambar 4.3 Pengujian rangkaian kalibrasi sensor tegangan

Berikut ini adalah hasil pengujian sensor tegangan yang digunakan dan sensor tegangan akan menjadi pengukur tegangan input dan output bagi konverter *boost*. Hasil pengujian sebagai berikut :

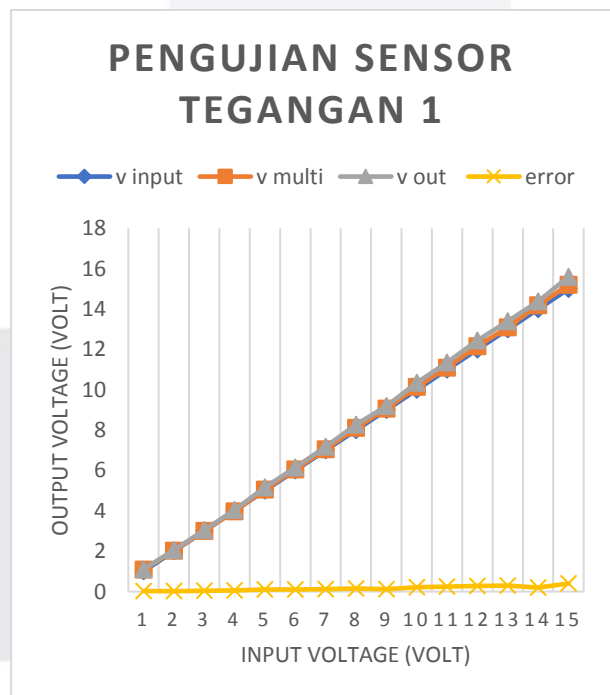
Tabel 4.2 Hasil pengujian kalibrasi sensor tegangan 1

v input	v multi	v out	error	% error
1	1,08	1,11	0,03	2,78
2	2,03	2,05	0,02	0,99
3	3,01	3,05	0,04	1,33
4	3,98	4,04	0,06	1,51
5	5,06	5,16	0,1	1,98
6	6,05	6,15	0,1	1,65
7	7,05	7,17	0,12	1,70
8	8,12	8,27	0,15	1,85
9	9,07	9,19	0,12	1,32
10	10,14	10,35	0,21	2,07
11	11,1	11,35	0,25	2,25
12	12,16	12,44	0,28	2,30
13	13,09	13,39	0,3	2,29

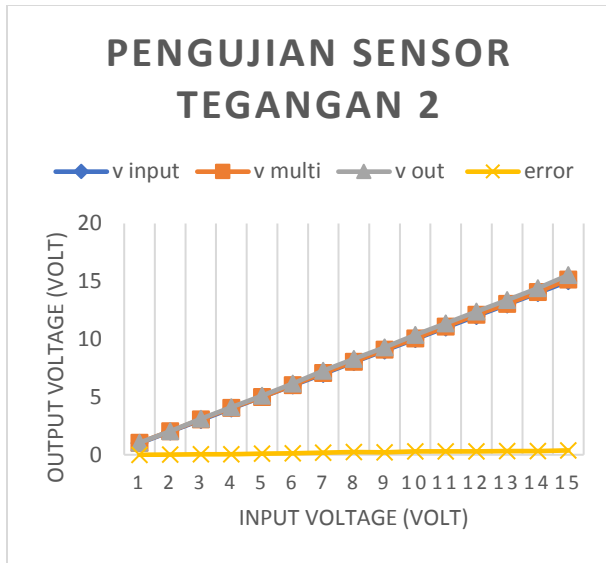
14	14,18	14,38	0,2	1,41
15	15,2	15,6	0,4	2,63

Tabel 4.3 Hasil pengujian kalibrasi sensor tegangan 2

v input	v multi	v out	error	% eror
1	1,05	1,05	0	0,00
2	2,04	2,05	0,01	0,49
3	3,06	3,11	0,05	1,63
4	4,05	4,1	0,05	1,23
5	5,01	5,12	0,11	2,20
6	6,03	6,16	0,13	2,16
7	7,08	7,26	0,18	2,54
8	8,04	8,29	0,25	3,11
9	9,08	9,3	0,22	2,42
10	10,06	10,36	0,3	2,98
11	11,08	11,36	0,28	2,53
12	12,1	12,39	0,29	2,40
13	13,06	13,38	0,32	2,45
14	14,08	14,41	0,33	2,34
15	15,16	15,54	0,38	2,51



Gambar 4.4 Grafik kalibrasi sensor tegangan 1



Gambar 4.5 Grafik kalibrasi sensor tegangan 2

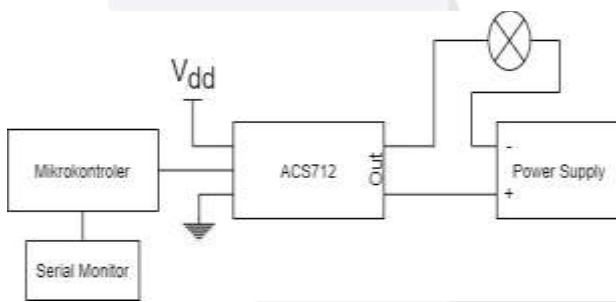
Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran dari sensor tegangan dengan tegangan yang diukur melalui multimeter menggunakan tegangan input power supply. maka hasil keluaran tegangan memiliki nilai kesalahan yang kecil sehingga hasil pengukuran pada multimeter dan hasil kalibrasi program sensor tegangan tidak beda jauh dengan tegangan input dari power supply, sehingga mendapatkan hasil grafik yang sama dan linear baik itu pada kalibrasi sensor tegangan 1 maupun kalibrasi sensor tegangan 2.

Vin	Sensor Arus I beban	arus multi	Error
12.09	0,33	0,31	0,02
12.11	0,34	0,32	0,02
12.23	0,34	0,32	0,02
12.31	0,35	0,33	0,02
12.42	0,36	0,33	0,03
12.52	0,37	0,34	0,03
12.61	0,37	0,35	0,02
12.73	0,38	0,36	0,02
12.81	0,38	0,37	0,01
12.92	0,39	0,38	0,01
13.05	0,43	0,41	0,02

Tabel 4.5 Hasil pengujian kalibrasi sensor arus 2

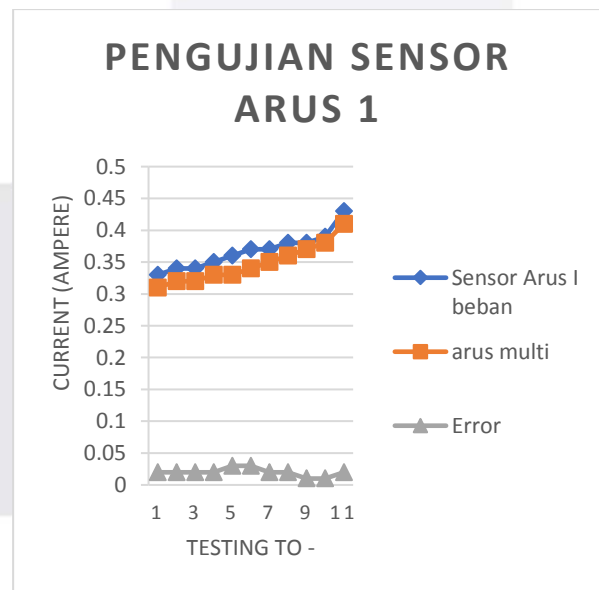
Vin	Sensor Arus II beban	arus multi	Error
12.09	0,32	0,31	0,01
12.11	0,33	0,32	0,01
12.23	0,34	0,33	0,01
12.31	0,34	0,33	0,01
12.42	0,35	0,34	0,01
12.52	0,36	0,35	0,01
12.61	0,37	0,36	0,01
12.73	0,38	0,37	0,01
12.81	0,38	0,37	0,01
12.92	0,39	0,38	0,01
13.05	0,42	0,41	0,01

4.3 Pengujian sensor arus

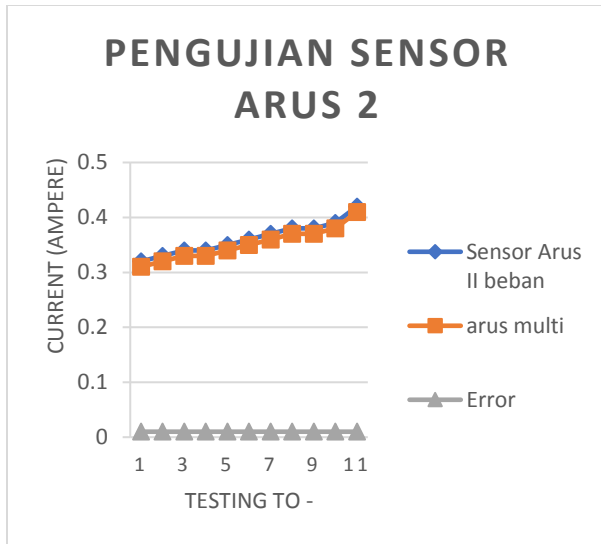


Gambar 4.6 Pengujian rangkaian kalibrasi sensor arus

Berikut ini adalah hasil pengujian sensor tegangan yang digunakan dan sensor arus akan menjadi pengukur arus input dan output bagi konverter *boost*. Hasil pengujian sebagai berikut :
Tabel 4.4 Hasil pengujian kalibrasi sensor arus 1



Gambar 4.6 Grafik kalibrasi sensor arus 1



Gambar 4.7 Grafik kalibrasi sensor arus 2

Pengujian dilakukan untuk mengetahui arus keluaran dari sensor arus dengan arus yang diukur melalui multimeter menggunakan tegangan input power supply. maka hasil keluaran arus memiliki nilai kesalahan yang kecil sehingga hasil pengukuran pada multimeter dan hasil kalibrasi program sensor arus tidak beda jauh dengan tegangan input dari power supply, sehingga mendapatkan hasil grafik yang sama dan linear baik itu pada kalibrasi sensor arus 1 maupun kalibrasi sensor arus 2.

4.4 Pengujian converter boost

Pada sub bab ini dilakukan pengujian konverter boost. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan dari konverter boost. Untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan dari konverter boost. Berikut ini adalah hasil pengujian konverter boost yang digunakan dan konverter boost akan menjadi keluaran tegangan dari pembangkit sepeda statis. Hasil pengujian sebagai berikut :

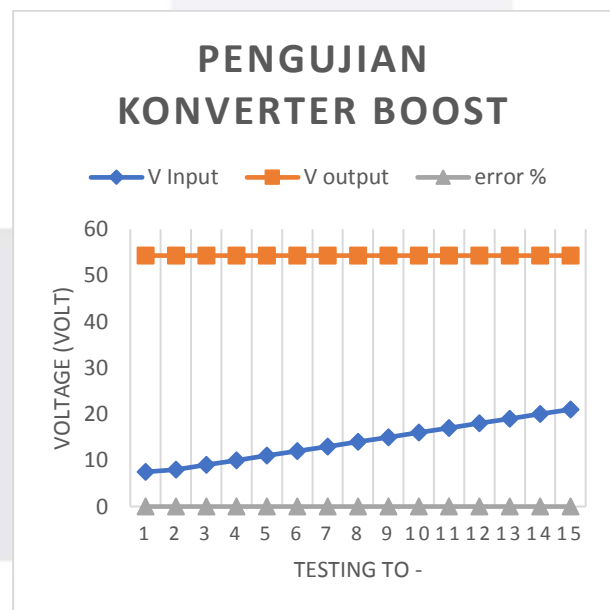
Tabel 4.6 Hasil pengujian converter boost

PWM duty cycle	V Input	V output	error %
1023,00	7,5	54,3	0
1023,00	8	54,3	0
1023,00	9	54,3	0
1023,00	10	54,3	0

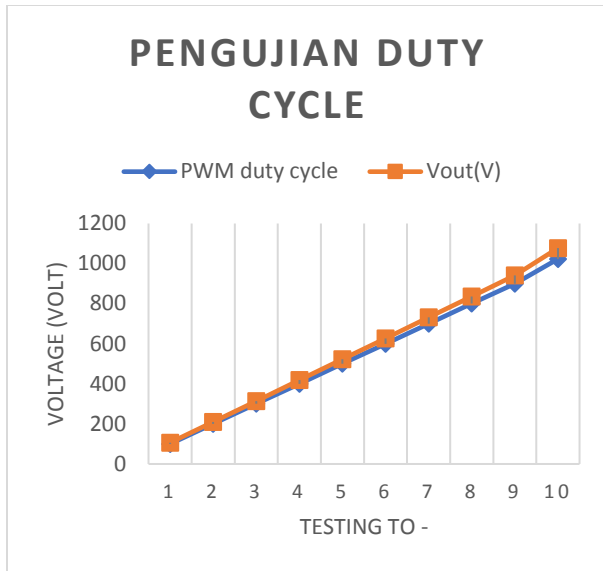
1023,00	11	54,3	0
1023,00	12	54,3	0
1023,00	13	54,3	0
1023,00	14	54,3	0
1023,00	15	54,3	0
1023,00	16	54,3	0
1023,00	17	54,3	0
1023,00	18	54,3	0
1023,00	19	54,3	0
1023,00	20	54,3	0
1023,00	21	54,3	0

Tabel 4.7 Hasil pengujian duty cycle pada boost

No.	PWM duty cycle	Vout(V)
1	100	6,4
2	200	9,1
3	300	13,6
4	400	18,2
5	500	22,7
6	600	27,2
7	700	31,8
8	800	36,3
9	900	40,9
10	1023	54,3



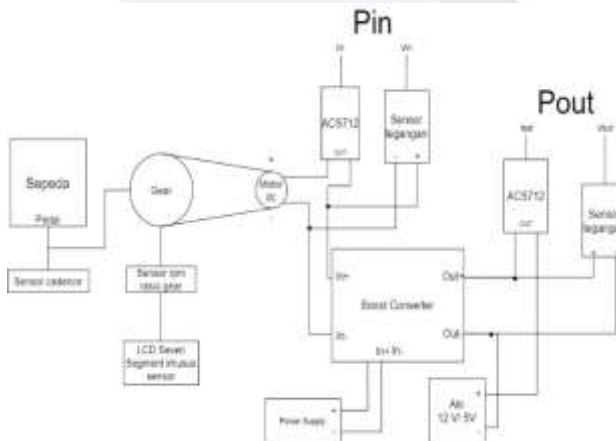
Gambar 4.7 Grafik pengujian tegangan boost



Gambar 4.8 Grafik pengujian duty cycle

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran dari boost agar tegangan output stabil sesuai yang diinginkan, pengujian dilakukan dengan menggunakan tegangan input power supply. maka hasil keluaran tegangan boost stabil walaupun dengan input variable atau variasi input, sehingga mendapatkan hasil grafik yang sama dan linear dengan error yang kecil. Sedangkan duty cycle pada boost konverter memiliki grafik yang linear ketika duty cycle meningkat maka tegangan keluaran semakin bertambah dengan minimal tegangan pada 6,4 volt dan maksimal tegangan pada 54,3 volt.

4.5 Pengujian converter boost dengan generator motor dc



Gambar 4.9 Skematik pengukuran daya input dan daya output

Berikut ini adalah hasil pengujian konverter boost yang digunakan dan konverter boost akan menjadi keluaran tegangan dari pembangkit sepeda statis. Hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil pengujian daya input

Cadence	Vout	Ia	ra	ea	p(vt)
30	3,7	1,6	2,31	7,396	5,92
40	4,8	3,06	1,57	9,6042	14,688
50	5,2	5,02	1,03	10,3706	26,104
55	5,4	5,3	1,02	10,806	28,62
60	6,2	6,3	0,98	12,374	39,06
65	6,8	6,7	1,01	13,567	45,56
70	7,2	7,1	1,01	14,371	51,12

Tabel 4.9 Hasil pengujian daya 25 watt

25 Watt		
Vout(V)	Iout(A)	Pout(W)
21,3	1,22	25,986
21,3	1,21	25,773
21,3	1,22	25,986
21,3	1,21	25,773
21,3	1,2	25,56

Tabel 4.10 Hasil pengujian daya 20 watt

20 watt		
Vout(V)	Iout(A)	Pout(W)
16,7	1,23	20,541
16,7	1,23	20,541
16,7	1,22	20,374
16,7	1,23	20,541
16,7	1,22	20,374

Tabel 4.11 Hasil pengujian daya 15 watt

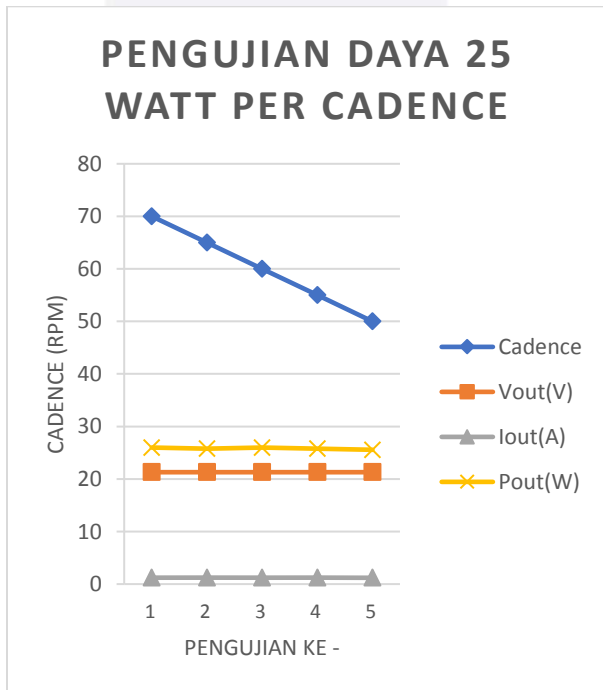
15 watt		
Vout(V)	Iout(A)	Pout(W)
12,6	1,22	15,372
12,6	1,23	15,498
12,6	1,22	15,372
12,6	1,23	15,498
12,6	1,22	15,372

Tabel 4.12 Hasil pengujian daya 10 watt

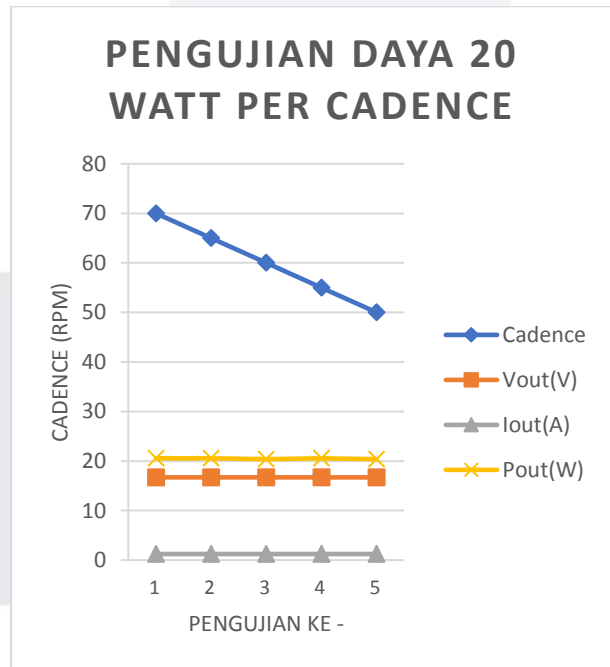
10 watt			Vout (V)	Vout (V)
Vout(V)	Iout(A)	Pout(W)	Aki 12 V	Aki 6 V
8,3	1,22	10,126	11,57	5,67
8,3	1,23	10,209	11,57	5,67
8,3	1,22	10,126	11,58	5,68
8,3	1,23	10,209	11,59	5,69
8,3	1,22	10,126	11,6	5,7

Tabel 4.13 Hasil pengujian efisiensi daya

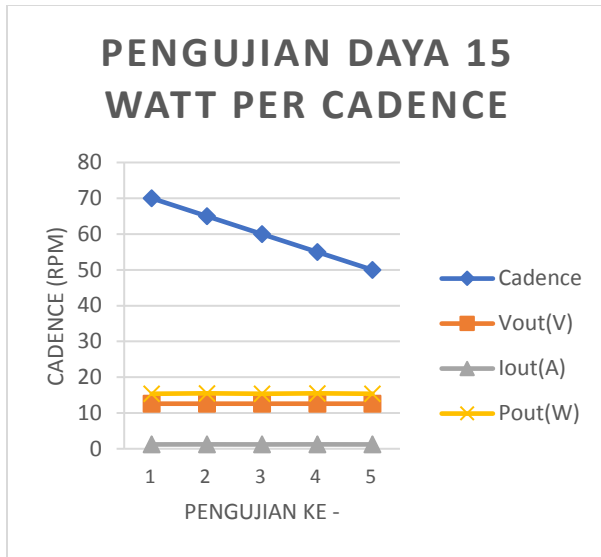
Input		25 watt		20 watt		15 watt		10 watt	
Cadence	Pin (W)	Pout(W)	efisiensi(%)	Pout(W)	efisiensi(%)	Pout(W)	efisiensi(%)	Pout(W)	efisiensi(%)
70	51,12	25,99	50,8	20,541	40,2	15,37	30,07	10,13	19,8
65	45,56	25,77	56,6	20,541	45,1	15,5	34,02	10,21	22,4
60	39,06	25,99	66,5	20,374	52,2	15,37	39,35	10,13	25,9
55	28,62	25,77	90,1	20,541	71,8	15,5	54,15	10,21	35,7
50	26,1	25,56	97,9	20,374	78,1	15,37	58,9	10,13	38,8



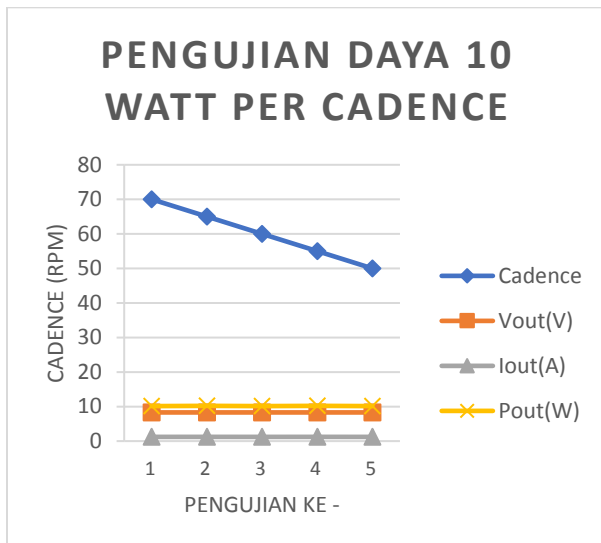
Gambar 4.10 Grafik daya 25 watt



Gambar 4.11 Grafik daya 15 watt

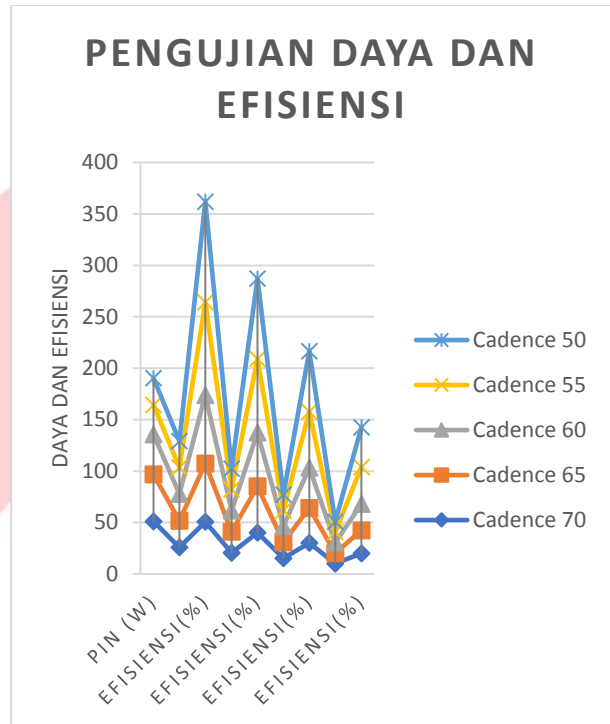


Gambar 4.12 Grafik daya 15 watt



Gambar 4.13 Grafik daya 11 watt

Gambar 4.10 – Gambar 4.13 Merupakan penyajian grafik tegangan masuk dan tegangan keluaran dari tiap cadence atau kecepatan pada pedal, dengan keluaran yang stabil pada penentuan parameter tiap daya keluaran, yaitu pada 25 watt tegangan keluaran stabil di 21,3 volt, pada 20 watt tegangan keluaran stabil di 16,7 volt, pada 15 watt tegangan keluaran stabil di 12,6 volt dan pada 10 watt tegangan keluaran stabil di 8,3 volt. Dengan rata – rata arus output stabil di 1,22 A, sedangkan arus input di 1,47 A.



Gambar 4.14 Grafik daya dan efisiensi

Gambar 4.14 Merupakan penyajian grafik Daya masuk dan Daya keluaran dari tiap cadence atau kecepatan pada pedal, dengan keluaran yang sama dan stabil pada penentuan parameter tiap daya keluaran, yaitu pada 25 watt, 20 watt, 15 watt dan 10 watt, sedangkan daya masuk pada cadence 50 memiliki 26,1 watt, cadence 55 memiliki 28,62 watt, cadence 60 memiliki 39,06 watt, cadence 65 memiliki 45,56 watt, dan cadence 70 memiliki 51,12 watt. Maka pada masing – masing daya output memiliki efisiensi ketika daya output besar maka presentasi efisiensinya mengecil tetapi ketika daya outputnya mengecil maka memiliki presentase efisiensinya besar.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan, serta hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka beberapa hal dapat disimpulkan :

1. Energi dari sepeda bisa dimanfaatkan menggunakan motor dc sebagai generator. Dengan memanfaatkan kayuhan dari sepeda yang mengerakan gear lalu motor dc yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

2. Energi listrik dari sepeda kemudian dikendalikan dengan menggunakan boost dan Arduino uno.
3. Energi listrik dijadikan sebagai input yang dapat dideteksi tegangan dan arus yang masuk.
4. Dengan memanfaatkan kayuhan sepeda maka diambil parameter cadence pada 50,55,60,65, dan 70 yang kemudian didapatkan tegangan pada 5,2 volt , 5,4 volt , 6,2 volt , 6,8 volt , dan 7,2 volt . hal ini membuktikan bahwa perbandingan hasil energi listrik tidak beda jauh dengan parameter cadence yang ditentukan.
5. Dengan menggunakan boost maka keluaran daya dapat dikendalikan sesuai parameter yang ditentukan yaitu pada 25 watt dengan duty cycle 80 % , 20 watt dengan duty cycle 60 % , 15 watt dengan duty cycle 40 % dan dengan 10 watt duty cycle 80 % . Dari hasil pengujian membuktikan bahwa tegangan input dari tiap cadence yang memiliki nilai kecil dapat dinaikan menjadi 21,3 volt , 16,7 volt , 12,6 volt dan 8,3 volt agar mendapatkan daya keluaran yang diinginkan.
6. Setelah dilakukan kendali keluaran daya, kemudian energi listrik dari sepeda statis dimanfaatkan untuk pengisian baterai aki dengan 2 variable, yaitu aki 12 volt dan aki 6 volt.
7. Hasil dari pengukuran semuanya ditampilkan dalam LCD agar dapat terus memantau pengisian baterai aki dari pemanfaatan energi listrik menggunakan sepeda statis.

VI. SARAN

1. Kendali pengaturan daya dengan memanfaatkan energi dari sepeda statis tidak harus menggunakan boost saja, namun bisa juga menggunakan kendali yang lain.
2. Kendali pengaturan daya dengan memanfaatkan energi dari sepeda statis bisa menggunakan sistem kendali yang lain agar bisa mendapatkan arus yang dapat dirubah.
3. Kendali pengaturan daya dengan memanfaatkan pengolahan input dengan menggunakan sistem kendali, namun inputnya bisa menggunakan input yang lain untuk mengetahui kestabilan keluaran dayanya.
4. Kendali pengaturan daya pada pembangkit listrik sepeda statis dengan menggunakan

boost konverter, dapat menggunakan driver untuk mosfet dengan komponen atau rangkaian yang lain agar bisa menggunakan resistansi beban yang tepat.

REFERENSI

- [1] P. Ilmiah, A. J. I. Purnomo, P. S. Elektro, U. M. Surakarta, and F. Teknik, "Pemanfaatan Sepeda Statis Dengan Generator Linier Untuk," 2016.
- [2] M. Al Amin and R. Asnawi, "Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Pemanfaatan Alternator Bekas," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 119–128, 2017.
- [3] A. Suwandi, E. Maulana, and F. D. Rhapsody, "ERGONOMIS," vol. III, no. 2, pp. 24–31, 2017.
- [4] "Fundamentals Chapter 3," no. December, 2005.
- [5] A. Budiman, H. Asy'ari, and A. R. Hakim, "Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik," *Publ. Ilm.*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2005.
- [6] W. N. Saputra *et al.*, "Prototype Generator DC Dengan Penggerak," vol. 4, no. 1, 2016.
- [7] A. Satriyo, "Dasar Teori Kompresor," [1] A. Satriyo, "Dasar Teor. Kompresor," pp. 6–35, 2013., pp. 6–35, 2013.
- [8] F. T. Industri, "Halaman judul," 2017.
- [9] P. Studi and P. Teknik, "RANCANG BANGUN MAGNETIC DOOR LOCK MENGGUNAKAN KEYPAD DAN SOLENOID BERBASIS

- MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” vol. 12, no. 1, pp. 39–48, 2013.
- [10] H. Asy’ari and D. A. Widodo, “Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya,” *Edu Elektr. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 91–95, 2019.
- [11] N. I. Akbar, “Modifikasi Dongkrak Mekanik Menjadi Elektromekanik Kapasitas 2 Ton,” 2016.
- [12] T. Pustaka, “BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 2.1 Tinjauan Pustaka,” no. 2010, pp. 5–25, 2007.
- [13] M. A. Assyidiq, B. Winardi, and T. Andromeda, “Perancangan Boost Converter Menggunakan Voltage Feedback Pada Panel Surya,” *Transient*, vol. 6, no. 3, p. 404, 2017, doi: 10.14710/transient.6.3.404-410.
- [14] W. Hart Danial, *Commonly used Power and Converter Equations*. 2010.

