

## **BAB II DASAR TEORI**

### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Penelitian dan observasi yang digunakan sebagai acuan dalam pembangunan dan perbedaan sistem yang dirancang sebagai berikut:

#### **2.1.1 Desain Sepeda Statis dan Generator Magnet Permanen Sebagai Penghasil Energi Listrik Terbarukan**

Dalam jurnal yang berjudul “Desain Sepeda Statis dan Generator Magnet Permanen Sebagai Penghasil Energi Listrik Terbarukan” oleh Hasyim Asy’ari, Muhammad, dan Aris Budiman dijelaskan bahwa listrik yang dihasilkan akan disimpan di akumulator 12Volt 10Ah sebagai sumber listrik. Hasil dari penelitiannya menjelaskan bahwa semakin cepat kayuhan maka akan semakin besar tegangan yang dihasilkan. Pada pengujian ini memakai generator magnet permanen yang memiliki dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator tersebut terdiri dari 8 buah stator core yang terbuat dari bahan baja dengan setiap stator core terdiri dari kawat email 180 lilitan berdiameter 0,8 mm. Untuk bagian rotornya terdiri dari 8 buah magnet permanen berukuran 2 cm x 7 cm x 1 cm. Perubahan fungsi generator menjadi motor atau sebaliknya dilakukan dengan menggunakan sebuah saklar controller 12-24 Volt 60 A. Penelitian ini bertujuan merancang generator magnet permanen untuk sepeda statis dan mengetahui besar tegangan dan arus yang dihasilkan generator magnet permanen dengan kayuhan RPM tertentu yang akan disimpan dalam akumulator [6].

#### **2.1.2 Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Pemanfaatan Alternator Bekas**

Penelitian lain juga dilakuka oleh Mursyid Al Amin, dan Rustam Asnawi Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun yang meliputi beberapa tahapan yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan alat, dan pengujian unjuk kerja alat. Alat ini bekerja menggunakan sumber tenaga manusia dengan cara mengayuh sepeda statis sehingga dapat memutar alternator untuk menghasilkan tegangan yang kemudian disimpan dalam elemen penyimpanan energi listrik (baterai). Energi listrik yang tersimpan dalam

baterai dapat digunakan untuk melayani peralatan elektronik rumah tangga sederhana yang tidak memiliki daya listrik terlalu besar. Berdasarkan hasil pengujian selama 20 menit yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa alat sistem pembangkit energi listrik alternatif ini dapat bekerja dengan baik pada putaran 2000 rpm sampai dengan 3600 rpm dan menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 14,43 volt serta arus pengisian rata-rata sebesar 1,65 ampere. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat alat mekanik pada sepeda statis yang digunakan untuk menggerakkan alternator serta mengetahui kerja alat [7].

### **2.1.3 Analisis Sistem Pembangkit Energi Listrik Pada Sepeda Statis**

Analisis ini dilakukan oleh Alfon Dwi Pratama Napitulupu, I Gede Eka Lesmana, dan Agri Suwandi. Dalam jurnalnya menjelaskan bahwa salah satu energi alternatif dapat dihasilkan dari kerja mekanik. Sepeda statis merupakan alat bantu yang dapat digunakan dalam menghasilkan energi listrik. Setiap ayunan sepeda statis mampu menghasilkan suatu energi kinetik yang dapat diubah menjadi energi listrik, yaitu dengan cara menghubungkan sepeda statis ke alternator untuk menghasilkan tegangan volt DC. Tegangan yang dihasilkan akan disimpan pada akumulator (battery/aki), lalu tegangan volt DC battery dihubungkan dengan menggunakan boost converter (voltage regulator) untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi. Tegangan keluaran boost converter akan dihubungkan dengan single phase fullbridge inverter untuk mengubah tegangan menjadi volt AC. Analisis sistem pembangkit energi listrik pada sepeda statis bertujuan untuk mendapatkan parameter kecepatan putaran pedal yang optimal agar waktu pengisian battery cepat penuh. Berdasarkan hasil perhitungan, kecepatan pedal yang didapat adalah 2000 rpm dengan kapasitas listrik sebesar 50 VA[8].

### **2.1.4 Modul Pembelajaran Pembangkit Listrik Dengan Sepeda Statis**

Pada penelitian ini memanfaatkan sepeda statis sebagai sumber utama untuk menggerakkan generator yang dihubungkan melalui gear sepeda dengan rantai. Sepeda statis yang digunakan merupakan modifikasi dari sepeda mountain bike yang diberikan dudukan kusus.

Pada penelitian berfokus untuk membuat modul pembelajaran mengenai pembangkit listrik dan sarana berolahraga.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1. Sepeda

Sepeda merupakan salah satu alat transportasi darat yang tidak menggunakan bahan bakar minyak untuk menjalarkannya. Karena itu sepeda bisa dibilang salah satu kendaraan yang ramah lingkungan dan menyehatkan. Secara garis besar sepeda terdiri dari beberapa komponen penyusun. Mulai dari bagian terbesar yang disebut dengan *frame* atau orang jawa biasa menyebutnya dengan gawangan. Kemudian ada *handlebar* atau biasa disebut sebagai stir atau stang yang menjadi kendali pada sepeda itu sendiri. Ada bagian lagi sadel sebagai tempat duduk pengendara sepeda, dan roda dimana menjadi bagian penggerak pada sepeda.



**Gambar 2. 1** Sepeda

### 2.2.2. Roller

*Roller* adalah sebuah alat bantu untuk berolahraga dalam ruang khususnya untuk olahraga sepeda. *Roller* berbentuk persegi panjang bagian kerangkannya, dan memiliki 3 buah roll yang nantinya digunakan sebagai tempat dimana sepeda akan ditempatkan. *Roller* biasanya terbuat dari besi ataupun aluminium.



**Gambar 2. 2** Roller

### **2.2.3. Generator DC 24 Volt**

Generator DC adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanik berfungsi untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Menurut 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[9]. Generator DC memiliki perbedaan dengan generator AC yaitu tidak mempunyai slip ring. Generator DC hanya memiliki dua buah brush yang terletak dibagian kanan dan kiri kumparan. Generator akan menghasilkan arus saat kedua kumparan yang berpolaritas menyentuh brush secara bergantian.

Pada motor DC apabila tegangan yang diberikan lebih rendah dari tegangan oprasionalnya makan putaran motor akan melambat, namun jika tegangan yang diberikan lebih tinggi akan mempercepat putaran motor. Namun motor DC juga mempunyai batasan tegangan, jika sangat rendah maka motor tidak akan bergerak, dan jika terlalu tinggi motor DC akan mengalami panas berlebih.



**Gambar 2. 3** Generator DC 24 Volt

#### **2.2.4. Step Down LM2596**

digunakan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan range DC 3.2V-46V dengan selisih minimum input - output 1.5V DC.Keunggulan modul step down LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Tegangan output bisa distel dengan memutar potensiometer warna biru dengan menggunakan obeng minus. Gunakan multimeter pada bagian output untuk membaca tegangan output yang diinginkan [10].



**Gambar 2. 4** Step Down

### 2.2.5. Solar Charge Controller

*Battery Controller* adalah pengatur baterai dari penambahan arus listrik untuk melindungi dari kelebihan beban listrik, pengisian daya yang berlebihan, dan dapat melindungi dari tegangan lebih. Fitur dan fungsi seperti saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka controller akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama.

Kondisi kedua adalah saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh controller, maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi. Pada controller tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut [11].



**Gambar 2. 5** Solar Charge Controller

**Tabel 2. 1** Spesifikasi Solar Charge Controller

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Dual USB</i>	5V
2	<i>Rated Voltage</i>	12 V 24 V Auto
3	<i>Current</i>	10 A

### 2.2.6. ACCU 12 Volt

*ACCU 12 Volt* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menyimpan daya listrik yang nantinya akan digunakan. Aki menggunakan reaksi kimia untuk melakukan pengisian atau pemakaian. Saat aki digunakan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan arus listrik, dan saat pengisian reaksi kimia akan kembali seperti semula. Dalam prosesnya akan ada proses yang dinamakan dengan elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel [12].

Baterai terdiri dari dua jenis, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.



**Gambar 2. 6 ACCU**

**Tabel 2. 2 Spesifikasi ACCU**

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Kapasitas	7 Ah
2	Tegangan	12 V

### **2.2.7. Inverter 12 VDC/220 VAC**

Inverter adalah alat yang dapat mengubah arus DC menjadi arus AC. Sumber tegangan inverter biasanya didapatkan dari accumulator, solar cell panel, aki kering dan sumber tegangan DC lainnya. Pada dasarnya inverter adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan bolak-balik yang awalnya adalah tegangan searah yang dilakukan dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Gelombang yang dihasilkan dari perubahan yang terjadi tidak berbentuk gelombang sinusoida, melainkan gelombang persegi [13].





**Gambar 2. 7** Inverter

**Tabel 2. 3** Spesifikasi Inverter

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Dual USB</i>	5V
2	<i>Rated Voltage</i>	12 V 24 V Auto
3	<i>Current</i>	20 A

### 2.2.8. Miniatur Circuit Breaker (MCB)

MCB (Miniature Circuit Breaker) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus yang melewati MCB melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

Pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban (*Overload*) ataupun Hubung Singkat Rangkaian (*Short Circuit*), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya.

Prinsip kerja dari MCB yaitu ketika adanya arus lebih, maka arus lebih tersebut akan menghasilkan panas pada bimetal, dan saat terkena

panas bimetal akan melengkung sehingga kontak terputus. Selain bimetal, pada MCB juga terdapat solenoid yang akan putus ketika terjadi hubung singkat atau *ground fault*. MCB yang digunakan pada pembuatan alat tugas akhir ditunjukkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



**Gambar 2. 8** MCB 1 Pole



**Gambar 2. 9** MCB 2 Pole

### 2.2.9. Arduino UNO

Arduino adalah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino lebih dari sekedar alat pengembangan, adalah kombinasi dari perangkat keras canggih, bahasa pemrograman, dan Integrated Development Environment (IDE). IDE adalah perangkat lunak memainkan peran yang sangat penting dalam menulis program, mengkompilasinya menjadi kode biner dan mengunduh memori mikrokontroler. Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 input analog, resonator kristal keramik 16MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang diperlukan agar mikrokontroler mudah dihubungkan dengan kabel power USB atau kabel power adaptor AC ke DC atau baterai. Arduino yang dipakai dalam pembuatan alat tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 2.11 [14].



**Gambar 2. 10** *Ardiuno UNO*

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Arduino UNO

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan operasi	5V
2	<i>Input</i> Tegangan	7-12 V
3	<i>Limit</i> Tegangan	6-20 V
4	Pin <i>Digital</i> IO	14 (dimana 6 pin output PWM)
5	<i>Pin Analog Input</i>	6
6	Arus DC per IO	40 mA
7	Arus DC untuk pin	3.33 V 50mA
8	<i>Flash Memory</i>	32 KB (Atmega328), dimana 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>

### 2.2.10.LCD

Liquid Crystal Display (LCD) berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat melalui tampilan layar. LCD dapat menampilkan suatu data, baik karakter, huruf dan grafik. Pada LCD 16×2 dapat ditampilkan 32 karakter, 16 karakter pada baris atas dan 16 karakter pada baris bawah. LCD 16×2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan jalur I2C. melalui I2C maka LCD dapat dikontrol dengan menggunakan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL [15].

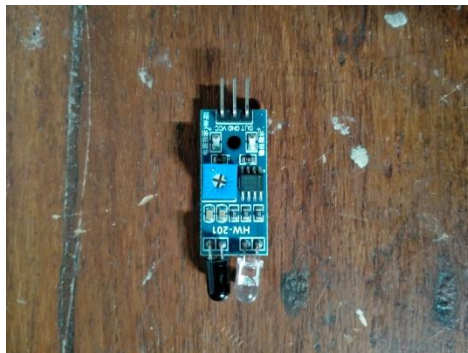
**Gambar 2. 11** LCD

**Tabel 2. 5** Spesifikasi LCD

No.	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Blue backlight</i>	12C
2	<i>Display Format</i>	16 x 2
3	<i>Backlight adjust</i>	Jumper
4	Supply Voltage	5 V
5	<i>Back lit</i>	<i>Blue with white char color</i>

### 2.2.11. Sensor IR Obstacle

Sensor ini terdiri dari LED inframerah dan photodiode yang bekerja sebagai berikut. LED inframerah akan memancarkan cahaya radiasi inframerah yang kemudian akan terpantul jika ada objek didepannya dan cahaya pantulan tersebut akan diterima oleh photodiode. Jika photodiode mendapatkan pantulan cahaya dari LED inframerah maka nilai resistansi photodiode bernilai rendah, jika tidak menerima cahaya maka akan memiliki nilai resistansi yang besar. Pada sensor IR *obstacle* ini memiliki 3 buah pin, pertama pin *output*, kemudian pin VCC, dan pin *ground*[16]. Sensor IR *Obstacle* yang digunakan dalam pembuatan alat tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar.

**Gambar 2. 12** Sensor IR

### 2.2.12. Watt Meter

Watt Meter adalah instrumen pengukur daya listrik yang pembacaanya dalam satuan watt. Watt Meter pada dasarnya merupakan penggabungan dari dua alat ukur yaitu Amperemeter dan Volt Meter yang berfungsi untuk mengukur secara langsung daya yang terpakai pada suatu rangkaian listrik. Watt meter yang digunakan pada tugas akhir kali ini yaitu watt meter DC 60V 100A. Dengan spesifikasi Tegangan: (0) V-4V-60V, arus 0-100A, daya 0-6554W, energi 0-6554, isi daya 0-65 Ah. Dalam resistansi sirkuit 0,001Ohm, tegangan daya tambahan 4.0V ~ 60V[17]. Gambar 2.14 merupakan gambar Watt meter yang digunakan pada pembuatan tugas akhir ini.



Gambar 2. 13 Watt Meter

### 2.2.13. Battery VDR

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang bisa merubah energi kimia menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat Elektronik. Di dalam batrai terdapat 2 sel elektrokimia yang bisa mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Tiap baterai memiliki kutub positif dan kutub negatif. Kutub positif artinya memiliki energi potensial yang lebih tinggi dibandingkan kutub negatif. Kutub negatif artinya sumber elektron pada saat disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi listrik ke peralatan eksternal. Dengan adanya Baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis Baterai yaitu Baterai yang

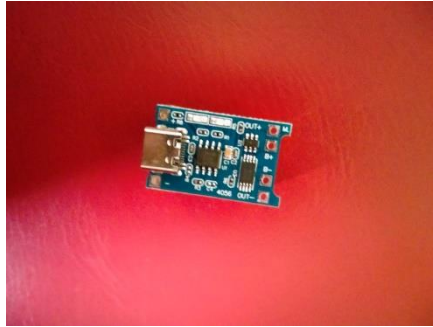
hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan Baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*). Pada tugas akhir kali ini batrai yang digunakan yaitu menggunakan batrai yang dapat diisi ulang (*Rechargeable*).



**Gambar 2. 14** Battery

#### **2.2.14. TP4056 Modul Charging**

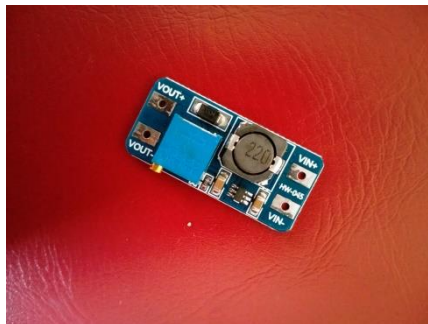
Mini USB 1A Lithium Battery Charger cocok digunakan untuk 1 buah baterai dengan keluaran 3.7 V, dan 1 Ah (Ampere per Hour) atau lebih tinggi, seperti baterai tipe 16550 yang tidak mempunyai sirkuit proteksi didalamnya. Modul ini sangat sederhana dan simple dengan komponen SMD, yang membuat modul ini dapat langsung digunakan dengan mudah tanpa tambahan apapun. Selain bentuk yang simpel, modul ini memiliki sistem proteksi yang baik dan charging dengan presisi yang tinggi. Untuk mengetahui status dari charging baterai, terdapat dua buah LED indicator dimana berfungsi sebagai penanda proses charging (biru) dan baterai full (merah) [18].



**Gambar 2. 15** TP4056 Modul Charging

### **2.2.15. Step Up Module MT3608**

Modul MT3608 adalah suatu alat elektronika yang dimana berfungsi sebagai pengaturan tegangan atau bisa dibilang modul step up. Dimana biasanya modul mt 3608 ini digunakan untuk catu daya. Dengan menambah tegangan maka dipastikan kita dapat menggunakan ke peralatan listrik sesuai tegangan yang diinginkan. Modul mt 3608 ini sebagai penaik tegangan DC katakanlah modul step up DC to DC (V listrik Dc ke V listrik Dc) [19].



**Gambar 2. 16** Step Up Module MT3608