

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pada saat ini pemanfaatan energi angin sangat gencar dilakukan di dunia. Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang menggencarkan dalam pemanfaatan energi angin. Hal ini dikarenakan energi angin sendiri merupakan energi yang berkelanjutan yang senantiasa tersedia di alam dalam waktu yang sangat panjang sehingga tidak dikhawatirkan energi tersebut akan habis. Di sisi lain energi angin tersebut juga tidak menimbulkan polusi udara. Kemudian untuk angin di Indonesia memiliki kecepatan rata-rata lebih besar dari 4,16 m/s terutama pada wilayah selatan katulistiwa. Lokasi-lokasi yang sangat potensial adalah Laut Hindia hingga Nusa Tenggara, Laut Arafuru hingga Laut Banda, Selat Karimata, Laut Jawa dan selatan Sulawesi Selatan (Dida, Suparman, Widhiyanuriyawan 2016:95-101).

Salah satu penerapan energi angin ini adalah diimplementasikan pada PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu). Cara kerja PLTB sendiri memanfaatkan tiupan angin untuk menggerakkan turbin yang telah tersinkron dengan generator DC. Generator merupakan sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari energi kinetik dan biasanya menggunakan induksi electromagnet dalam sistem kerjanya. Sehingga dengan adanya tiupan angin tersebut maka turbin akan berputar dan menggerakkan generator yang menghasilkan energi listrik Terdapat dua jenis generator

yaitu generator alternator AC dan generator listrik DC. Pada pembangkit ini digunakan sebuah generator listrik DC. Dari konversi energi kinetik yang diubah generator menjadi energi listrik yang kemudian disimpan di baterai.

Selanjutnya energi listrik yang tersimpan pada baterai tadi dikirim ke konsumen. Namun pada perangkat elektronik rumah tangga memanfaatkan sumber listrik AC yang bertegangan 220 V. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dibutuhkan sebuah inverter. Inverter sendiri berfungsi untuk mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik bolak-balik AC. Arus listrik AC sendiri digunakan untuk menyuplai energi ke perangkat elektronik.

B. Komponen

1. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah prosesor yang digunakan khusus untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk lebih kecil dari komputer pribadi dan mainframe, mikrokontroler dibangun dengan elemen-elemen yang sama. Mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan, artinya bagian utama dari suatu sistem otomatis/terkomputerisasi adalah program di dalamnya yang dibuat oleh programmer. Program mengintruksikan mikrokontroler untuk melakukan jalinan yang Panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks sesuai keinginan programmer (Barnet 203, p83).

Arduino adalah salah satu sistem mikrokontroler yang bersifat *open-source*, penggunaannya pun cukup mudah untuk dipelajari untuk para

pemula. *Hardware*-nya memanfaatkan prosesor Atmel AVR dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C.

Arduino UNO R3 (Rev 3) merupakan sebuah board mikrokontroler yang memiliki inti processor ATmega328. Dalam Bahasa Italia kata UNO berarti satu, hal ini digunakan untuk menandai produk tersebut yang terus berkembang. Untuk kebutuhan daya Arduino UNO sendiri memanfaatkan tegangan DC sebagai suplai energi listriknya. Tegangan input yang digunakan sendiri berkisar 7-12 volt. Kemudian untuk prosesor ATmega328 sendiri mempunyai kapasitas memori 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader. ATmega3218 juga memiliki 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis).



Gambar 1. Arduino UNO
Sumber : www.crazypi.com

Tabel 2. Spesifikasi Arduino UNO R3

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Masukan (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan masukan (batas maksimal)	6-20 V
Digital I/O pins	14 (6 keluaran PWM)
Analog input pins	6
Arus DC per I/O Pin	40 Ma
Arus DC untuk 3.3 V Pin	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328) sebesar 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan Baca	16 MHz

Fungsi *input* dan *output* pada setiap 14 pin digital pada Arduino UNO dapat digunakan sebagai masukan dan keluaran, menggunakan rumus fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Kemudian untuk tegangan kerjanya sendiri berkisar 5 volt dengan arus maksimum 40 mA.

Untuk mengakses fungsi komunikasi Arduino UNO juga mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada *board* kanal serial komunikasinya melalui driver USB COM standar, tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. *Software* Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan

data tekstual terkirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip *USB-to-serial* dan koneksi USB pada computer.

2. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Menurut Lingga Wardhana (2006), LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.

Material LCD terdiri dari lapisan campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen.

Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Display LCD 16x2 berfungsi sebagai penampil karakter yang di input melalui keypad. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 16x2, dengan 16 pin konektor.



Gambar 2. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2
Sumber : www.skpang.co.uk

3. Sensor Tegangan AC

Menurut Dickson Kho (2016), sebuah Transformator yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada kebanyakan Transformator, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan Inti Besi (*Core*). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan magnet (densitas Fluks Magnet) tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan pertama (primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah perubahan taraf tegangan listrik baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah.

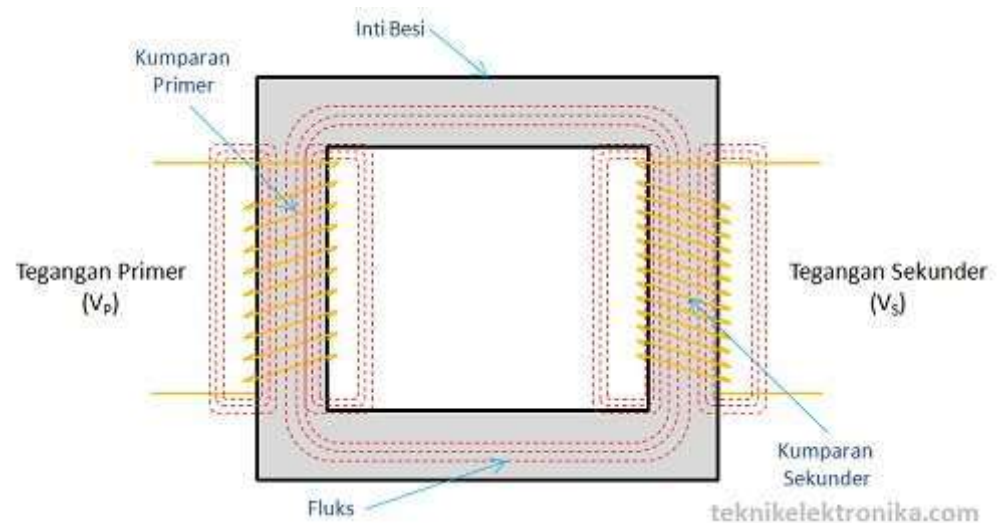
Sedangkan Inti besi pada Transformator atau Trafo pada umumnya adalah kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan

ditempel berlapis-lapis dengan kegunaannya untuk mempermudah jalannya Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan serta untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan.

Beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk Inti Transformator tersebut di antaranya seperti :

- 1) E – I Lamination
- 2) E – E Lamination
- 3) L – L Lamination
- 4) U – I Lamination

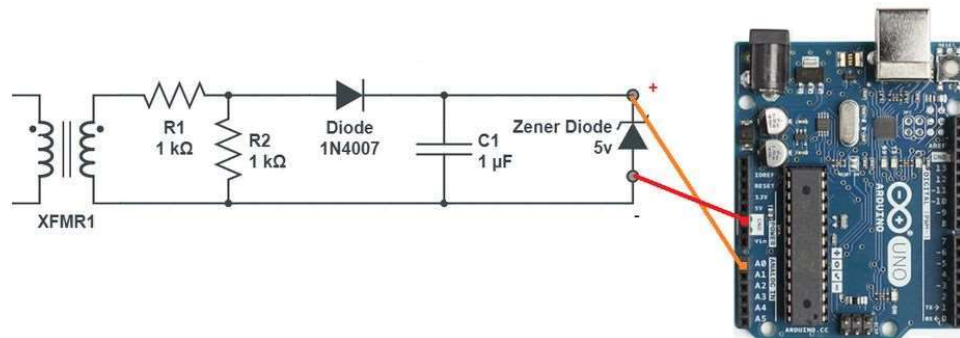
Berikut ini adalah gambar fluks pada transformator :



Gambar 3. Fluks Pada Transformator
Sumber : www.teknikelektronika.com

Pada pembuatan alat ini menggunakan trafo *step-down* 220 volt ke 12 volt. Kemudian untuk mendukung sistem kerja dari sensor tegangan AC tersebut pada trafo ditambahkan beberapa komponen untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC yang bisa diubah menjadi sinyal ADC

pada sistem Arduino. Komponen tersebut antara lain : Dioda, resistor dan kapasitor. Untuk rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Tegangan AC
Sumber : www.instructables.com

4. Sensor Tegangan DC

Tegangan atau seringkali orang menyebut dengan beda potensial dalam bahasa Inggris *voltage* adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu coulomb) pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan/memindahkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian di atas dapat dipersingkat bahwa tegangan adalah energi per satuan muatan (Mohamad Ramdhani, 2005:3).

Pada alat ini juga menggunakan sensor tegangan DC yang berguna untuk mengukur tegangan keluaran dari generator DC. Untuk menggunakan

sensor ini dibutuhkan tegangan masukan sebesar 5V untuk pembacaan 25 V dan jika tegangan 3,3 V maka pembacaan sensor tersebut tidak lebih dari 16,5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk ADC bilangan dari 0 sampai 1023, karena sistem Arduino memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari (5 V / 1023), dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00498 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$. untuk menggunakan modul ini harus dipasang secara parallel pada objek yang akan diukur.



Gambar 5. Sensor Tegangan DC
 Sumber : <http://electricityofdream.blogspot.com>

Tabel 3. Fitur dan Kelebihan Sensor Tegangan DC

Tegangan Masukan	DC 0-25 V
Deteksi jangkauan tegangan	DC 0,02445 V – 25 V
Tegangan resolusi analog	0,00489 V
Tegangan DC masukan antarmuka	Terminal positif dengan VCC, negative dengan GND
Output Interface	“+” Koneksi 5/3.3 V, “-” terhubung Arduino pin A0
Antarmuka masukan sensor tegangan DC	(Terminal merah) positif dengan VCC, negative dengan GND

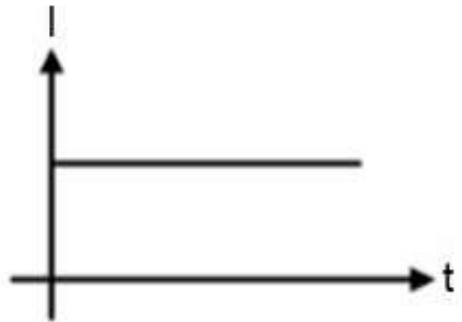
5. Sensor Arus ACS712

Arus merupakan perubahan kecepatan muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu dengan simbol i (dari kata Perancis : *intensite*), dengan kata lain arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus tetapi ketika muatan tersebut diam maka arus pun akan hilang. Muatan akan bergerak jika ada energi luar yang memengaruhinya. Muatan adalah satuan terkecil dari atom atau sub bagian dari atom. Dimana dalam teori atom modern menyatakan atom terdiri dari partikel inti (proton bermuatan + dan neutron bersifat netral) yang dikelilingi oleh muatan elektron (-), normalnya atom bermuatan netral. Muatan terdiri dari dua jenis yaitu muatan positif dan muatan negatif Arah arus searah dengan arah muatan positif (arah arus listrik) atau berlawanan dengan arah aliran elektron. Suatu partikel dapat menjadi muatan positif apabila kehilangan elektron dan menjadi muatan negatif apabila menerima elektron dari partikel lain (Mohamad Ramdhani, 2005:2).

Macam–macam arus :

a. Arus searah (*Direct Current/DC*)

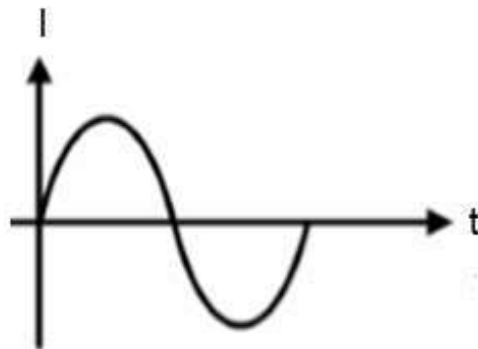
Arus DC adalah arus yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu, artinya di mana pun kita meninjau arus tersebut pada waktu berbeda akan mendapatkan nilai yang sama.



Gambar 6. Grafik Arus DC

b. Arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*)

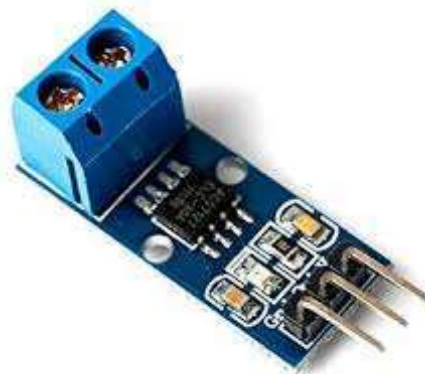
Arus AC adalah arus yang mempunyai nilai yang berubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk perioda waktu tertentu (mempunyai perida waktu : T).



Gambar 5. Grafik Arus AC

Alat ini menggunakan sensor arus ACS712 (*Allegro Current Sensor*). Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi arus DC maupun AC yang mengalir melalui blok terminal. Kemudian sinyal arus sendiri dapat dibaca melalui analog IO port Arduino. Modul sensor ini memiliki tingkat sensitifitas yang baik untuk mengukur arus yang sangat kecil. Untuk karakteristik sensor ACS712 sebagai berikut :

- 1) Memiliki sinyal analog dengan *low-noise* atau gangguan rendah.
- 2) *Bandwidth* 80 kHz.
- 3) Untuk *output* memiliki *error* 1,5% pada $T_a = 25^\circ\text{C}$.
- 4) *Range* sensitivitas antara 66-185 mV/A.
- 5) Memiliki resistansi sebesar 1,2 m Ω .
- 6) Tegangan kerja pada 5,0 V.
- 7) Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil.
- 8) *Hysteresis* yang diakibatkan oleh medan magnet mendekati nol.
- 9) Perbandingan rasio keluaran sesuai tegangan sumber.



Gambar 8. Sensor arus AC/DC
 Sumber : www.amazon.co.uk

Table 4. Pin-Out Sensor ACS712

Nama	Deskripsi
IP+	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekering didalamnya
IP-	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring didalamnya
GND	Terminal sinyal ground
FILTER	Terminal untuk kapasitor eksternal yang berfungsi sebagai pembatas bandwidth
VIOUT	Terminal keluaran sinyal analog
VCC	Terminal masukan catu daya

6. Sensor Kecepatan *IR Obstacle Avoidance* Module

Pada alat ini menggunakan Sensor *IR Obstacle Avoidance* modul. Kepanjangan *IR* sendiri adalah *Infra Red*. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi benda yang berada didepan sensor ini dan membedakan antara warna hitam dengan warna putih. Kemudian sensor ini memiliki 2 bagian inti yaitu *IR emitter* dan *IR receiver*. *IR emitter* digunakan untuk menembakkan sinar infra merah terhadap benda kemudian dari hasil pantulan benda tersebut diterima oleh *IR Receiver*.



Gambar 9. Sensor *IR Obstacle Avoidance* Module
Sumber : www.robu.in

Spesifikasi Sensor *IR Obstacle Avoidance* modul :

- 1) Tegangan kerja : 3.3 sampai 5 Volt
- 2) Ground : masukan ground
- 3) Proses kerja : Output yang rendah saat halangan berada dalam jangkauan.
- 4) Daya LED : menyala ketika daya diterapkan.
- 5) Hambatan LED : Menyala ketika terdapat hambatan terdeteksi.

- 6) Pengaturan jarak : sesuaikan jarak deteksi.
- 7) CCW (*Counter Clock Wise*) mengurangi jarak.
- 8) CW (*Clock Wise*) menambah jarak.
- 9) *IR Emitter* : LED emitter LED.
- 10) *IR Receiver* : penerima inframerah yang menerima sinyal yang ditransmisikan oleh *IR Emitter*.

7. Modul wifi ESP8266-01

ESP8266-01 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan pada perangkat Arduino yang digunakan untuk menghubungkan dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Sehingga memungkinkan untuk mengakses mikrokontroler melalui internet.

Modul ini tergolong *StandAlone* atau *Sistem on Chip* yang tidak selalu membutuhkan mikrokontroler untuk mengontrol *Input* dan *Output* yang biasa dilakukan pada Arduino dikarenakan ESP8266-01 dapat bertindak sebagai mini computer, tetapi dengan kondisi jumlah GPIO yang terbatas.



Gambar 10. Modul Wifi ESP8266-01

Sumber : www.amazon.co.uk

Spesifikasi ESP8266-01 :

- 1) Besar RAM 96 KB, instruction RAM 64 KB
- 2) 32-bit RISC CPU
- 3) External QSPI flash- 512 KiB to 4 MiB
- 4) Tegangan kerja masukan 3.3 Vdc
- 5) Jaringan wifi pada 802.11 b/g/n
- 6) Pada mode 802.11b output power-nya +19,5 dBm
- 7) Menggunakan sistem Wi-Fi direct (P2P), soft-AP
- 8) *Power down leakage current of 10Ua*
- 9) *Wake up and transmit packets in < 2 ms*
- 10) *Integrated TCP/IP protocol stack*
- 11) *Standby power consumption of < 1.0 Mw (DTIM3)*
- 12) SDIO 1.1/2.0, SPI, UART
- 13) 10-bit ADC
- 14) Interface : SPI, I2C
- 15) STBC, 11 MIMO, 21 MIMO
- 16) *A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0,4 ms guard interval*

Kelebihan lain ESP8266-01 adalah memiliki *deep sleep mode*, sehingga penggunaan daya jauh lebih efisien dibandingkan dengan modul wifi. ESP8266-01 beroperasi pada tegangan 3,3 V.

8. *Internet of things* (IoT)

Menurut Wikipedia, *Internet of Things*, atau dikenal juga dengan singkatan IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas

manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan local dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui *Auto-ID Center* di MIT.



Gambar 11. Sistem IoT
Sumber : www.hackernoon.com

Dari Gambar 11, menggambarkan bahwa penerapan IoT dapat di aplikasikan pada berbagai perangkat. Contoh dari penerapannya pada pembuatan alat proyek akhir ini yang diperuntukan untuk memantau sistem

kelistrikan pada prototipe PLTB. Pada alat ini juga dapat memantau lewat *website* dan *smartphone*.

9. Web server

Web Server adalah sebuah perangkat lunak server yang berfungsi menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan web browser dan mengirimkan kembali hasilnya dalam halaman-halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML. Web server yang dimaksud disini adalah simulasi dari sebuah web server secara fisik. Web server biasanya juga disebut HTTP server karena menggunakan protocol HTTP sebagai basisnya. (Kurniawan, 2008).



Gambar 12. Tampilan *Website ThingSpeak*

Kemudian pada proyek akhir ini penulis menggunakan *ThingSpeak.com*. *ThingSpeak* merupakan *open source Internet of Things* (IoT) aplikasi dan API digunakan untuk mengambil dan menyimpan data dari hal menggunakan protocol HTTP melalui Internet secara *real-time*. Dengan adanya *ThingSpeak* memungkinkan pembuatan aplikasi sensor

logging aplikasi lokasi pelcakan, dan jaringan sosial hal dengan update status.

10. Turbin Angin

Menurut Wikipedia, turbin angin adalah sebuah kincir angin yang berguna untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Turbin ini menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. Turbin sendiri dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan dari arah putarannya yaitu turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu tegak. Pada laporan ini penulis menggunakan turbin angin sumbu horizontal. Turbin angin horizontal sendiri memiliki poros rotor dan generator pada posisi di atas Menara. Pada bagian turbin sendiri terdapat *gearbox* yang berguna untuk mengoptimalkan kerja dari turbin itu sendiri apabila tiupan angin itu pelan sehingga turbin tetap bisa berputar. Pada bagian bilah baling-baling terpasang di depan Menara serta memiliki konstruksi yang kuat dan dipasang sedikit miring. Perhitungan daya yang dihasilkan dari turbin angin adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{1}{2} X \rho \pi R^2 V^3$$

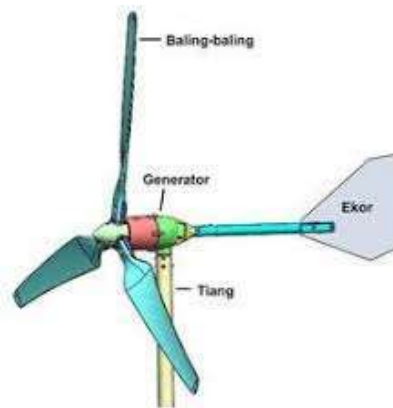
Dimana :

P = tenaga dalam watt (746 watt = 1 hp)

ρ = density udara (1.225 kg/m³ atas permukaan laut)

V = kecepatan angin dalam (m/detik)

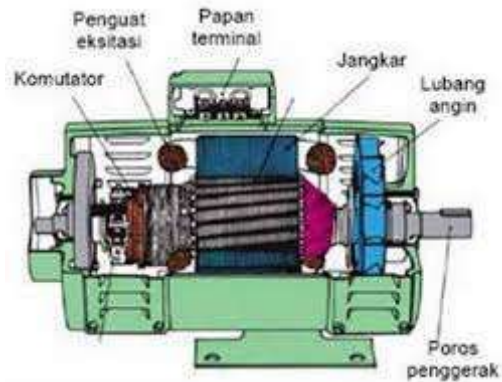
R = Jari-jari baling-baling turbin (m)



Gambar 13. Turbin Angin Sumbu Horizontal
Sumber : mit.ilearning.me

11. Generator DC

Generator DC merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Jenis listrik yang dihasilkan adalah listrik searah. Jenis generator ini tidak diproduksi secara massal karena listrik DC tidak bisa langsung ditransformasi dengan transformator sehingga menimbulkan persoalan rugi daya yang cukup besar jika digunakan untuk mengirimkan sistem tenaga listrik jarak jauh. Penggunaan generator DC ini hanya terbatas pada bengkel, pabrik yang digunakan sebagai peralatan las, mengisi aki dll (Mukhlis, 2015)



Gambar 14. Generator DC
 Sumber : trikueni-desain-sistem.blogspot.com

Berikut ini merupakan bagian konstruksi Generator DC :

1) Rotor

Pada bagian rotor (bagian yang bergerak pada generator) terdapat kumparan jangkar yang berfungsi untuk membangkitkan gaya gerak listrik DC yang kemudian diserahkan melalui unit komutator.

2) Stator

Pada bagian stator generator DC terdapat kumparan yang berfungsi untuk membangkitkan medan magnet, kumparan ini dinamakan kumparan medan. Medan magnet yang dihasilkan diperoleh melalui suatu kumparan yang diberi tegangan DC. Arus yang masuk pada kumparan diatur dengan menggunakan tahanan tahanan geser, besarnya arus yang mengalir pada kumparan sebanding dengan flux magnet yang mengalir pada penampang inti pada kutub magnet.

3) Kumparan jangkar

Kumparan jangkar berfungsi untuk membangkitkan gaya gerak listrik atau EMF melalui kumparan yang berputar sehingga memotong flux magnet yang dihasilkan kumparan medan dari arah kutub utara menuju kutub selatan medan magnet. Jenis kumparan jangkar yang biasanya dijumpai adalah kumparan dengan lilitan gelung dan lilitan gelombang.

4) Komutator

Fungsi dari komutator adalah sebagai penyearah mekanis. Supaya menghasilkan penyearah yang hampir menyerupai tegangan DC murni diperlukan jumlah pasang sikat yang banyak.

12. Akumulator

Menurut Wikipedia, akumulator (*accu*, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor.

Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau *accu*) hanya dimengerti sebagai “baterei” mobil. Sedangkan di Bahasa Inggris kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll. Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. Sehingga aki 12 volt memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell. Secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri

dari electrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄.



Gambar 15. Akumulator
Sumber : product.cpugroup.co.id

13. Inverter

Inverter memiliki fungsi mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Jadi bisa dibilang inverter ini multifungsi, dapat mengubah arus AC ke DC, lalu mengembalikannya lagi ke AC.

Selain itu dikenal juga istilah *Grid Tie Inverter* yang merupakan special inverter yang biasanya digunakan dalam sistem energi listrik terbarukan, yang mengubah arus listrik DC menjadi AC yang kemudian diumpankan ke jaringan listrik yang sudah ada. Grid Tie Inverter juga dikenal sebagai synchronous inverter dan perangkat ini tidak dapat berdiri sendiri, apalagi bila jaringan tenaga listriknya tidak tersedia. Dengan adanya grid tie inverter kelebihan KWh yang diperoleh dari sistem PLTS ini bisa disalurkan kembali ke jaringan listrik PLN untuk dinikmati bersama.



Gambar 16. Inverter
Sumber : www.amazon.com