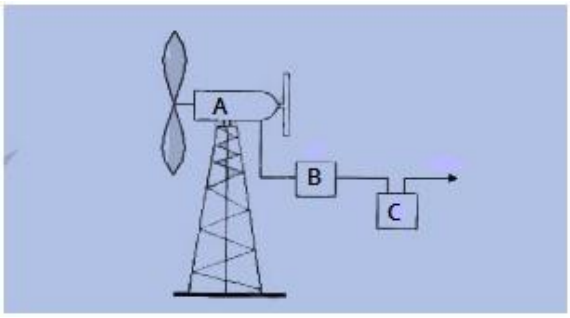
BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 Berdasarkan Perangkat Mekanik

Pada subbab ini akan dipaparkan beberapa teori penunjang dari segi mekanik pada sistem yang di bangun.

2.1.1 Turbin (kincir) Pembangkit listrik tenaga angin

Pembangkit listrik tenaga angin adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan angin sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Sistem pembangkitan listrik menggunakan angin sebagai sumber energi merupakan sistem alternatif yang sangat berkembang pesat, mengingat angin merupakan salah satu energi yang tidak terbatas di alam. Umumnya kincir angin digolongkan ke dalam dua macam tipe (horizontal dan vertikal), pada penelitian ini menggunakan sumbu horizontal.



Gambar 2. 1 Blok besar kincir angin

1. Blok A merupakan penghasil energi listrik. Berupa bilah dengan generator (motor DC/AC).
2. Blok B merupakan kontroler kincir angin, berupak mikrokontroler dan sensor – sensor.
3. Blok C merupakan sistem bank baterai penyimpan energi listrik dari generator kincir angin.
4. Energi listrik yang disimpan dapat langsung didistribusikan ke beban rumah atau melalui *inverter* terlebih dahulu [8].

2.1.2 Cara kerja dari kincir pembangkit listrik tenaga angin

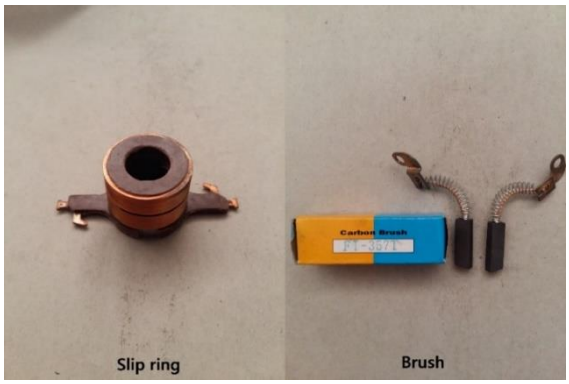
Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga angin yaitu mengubah energi potensial dari angin menjadi energi mekanik dan energi mekanik ini diubah oleh generator menjadi energi listrik.

Pertama energi potensial angin memutar turbin angin. Turbin angin bekerja berkebalikan dengan kipas angin (bukan menggunakan listrik untuk menghasilkan energi gerak, namun menggunakan energi gerak untuk menghasilkan listrik). Kemudian angin akan memutar sudut turbin, lalu diteruskan untuk memutar rotor pada generator di bagian belakang turbin angin. Generator mengubah energi gerak menjadi energi listrik dengan teori medan elektromagnetik, yaitu poros pada generator dipasang dengan material *ferromagnetik* permanen. Setelah itu di sekeliling poros terdapat stator yang bentuk fisiknya adalah kumparan-kumparan kawat yang membentuk *loop*. Ketika poros generator mulai berputar maka akan terjadi perubahan fluks pada stator yang akhirnya karena terjadi perubahan fluks ini akan dihasilkan tegangan dan arus listrik tertentu [4].

2.1.3 Slip Ring

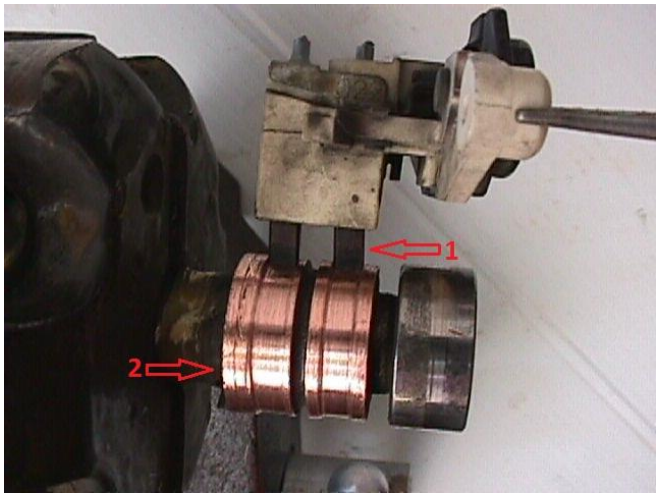
Motor rotor lilit atau motor cincin geser (slip ring), adalah rotor motor yang dililit dengan lilitan kawat berisolasi yang serupa dengan lilitan strator. Lilitan rotor dihubungkan bintang (Y) dan ujung lilitan dihubungkan dengan resistansi luar melalui cincin slip yang terpasang pada poros rotor.

Umumnya, slip ring terdiri dari cincin logam yang berputar dan terdapat kontak logam atau arang (brush) yang menggosok bagian luar dari cincin luar yang berputar tersebut. Slip ring biasa ditemukan pada slip ring motors, sistem generator listrik untuk arus AC, alternator, mesin pengemasan dan lain-lain [6].



Gambar 2. 2 Slip ring dan brush

Cara kerja slip ring sebenarnya cukup sederhana seperti konektor aliran listrik pada umumnya, namun perbedaannya pada slip ring jalur atau media di salah satu ujungnya berupa madia yang berputar.



Gambar 2. 3 Cara kerja slip ring

Pada Gambar 2.3 slipring ditunjukan oleh nomor 2 dan brush ditunjukan oleh nomor 1. Cara kerja slipring ada dua jenis tergantung aplikasi penerapannya . Cara kerja pertama yaitu daya atau sinyal listrik di kirimkan dari brush yang medianya diam ke slip ring yang berputar jika mendapatkan daya atau sinyal listrik. Cara ini biasanya digunakan pada sistem slip ring motor. Cara kerja yang kedua yaitu daya atau sinyal listrik dikirimkan dari media yang berputar (slip ring) ke media yang diam (brush). Cara ini biasanya digunakan pada sistem generator pembangkit listrik.

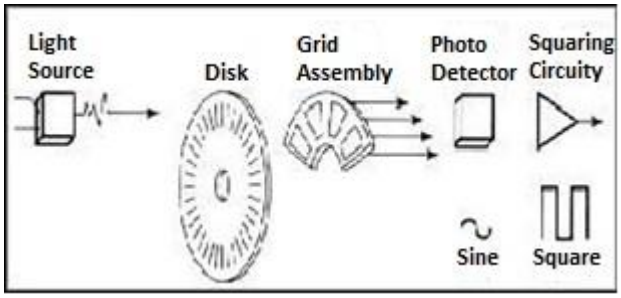
Pada penggunaannya, brush harus dicek keadaannya secara berkala. Karena untuk penggunaan yang terlalu lama, brush akan terkikis habis dan jika brush habis maka aliran atau sinyal listrik akan terputus [7].

2.1.4 *Rotary Encoder*

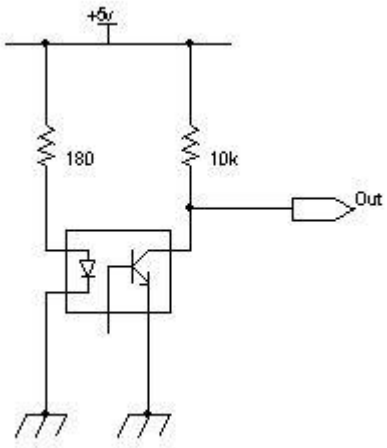
Rotary encoder adalah perangkat elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. Rotary encoder umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder untuk diteruskan oleh rangkaian kendali.

Rotary encoder umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor *drive*, dan sebagainya.

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Di sisi yang lain suatu photo-transistor diletakkan sehingga photo-transistor ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau perangkat berputar lainnya yang ingin kita ketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dari LED dapat mencapai photo-transistor melalui lubang-lubang yang ada, maka photo-transistor akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi. Gambar 2.4 menunjukkan bagan skematik sederhana dari rotary encoder. Semakin banyak deretan pulsa yang dihasilkan pada satu putaran menentukan akurasi *rotary encoder* tersebut, akibatnya semakin banyak jumlah lubang yang dapat dibuat pada piringan maka akurasi *rotary encoder* semakin baik.



Gambar 2. 4 Blok penyusun *rotary encoder*



Gambar 2. 5 Rangkaian penghasil pulsa pada rotary encoder

Rangkaian penghasil pulsa yang digunakan umumnya memiliki output yang berubah dari +5V menjadi 0.5V ketika cahaya diblok oleh piringan dan ketika diteruskan ke photo-transistor. Karena perangkat ini umumnya bekerja dekat dengan motor DC maka banyak noise yang timbul sehingga biasanya output akan dimasukkan ke low-pass filter dahulu. Apabila low-pass filter digunakan, frekuensi cut-off yang dipakai umumnya ditentukan oleh jumlah slot yang ada pada piringan dan seberapa cepat piringan tersebut berputar, dinyatakan dengan:

$$f_c = \frac{s_w n}{60} \quad \text{..... 2.1}$$

Dimana f_c adalah frekuensi cut-off filter, s_w adalah kecepatan piringan dan n adalah jumlah slot pada piringan. Sedangkan untuk menentukan kecepatan piringan adalah:

$$s_w = (\frac{nScan}{nDisk})\ x\ 60 \quad \text{..... 2.2}$$

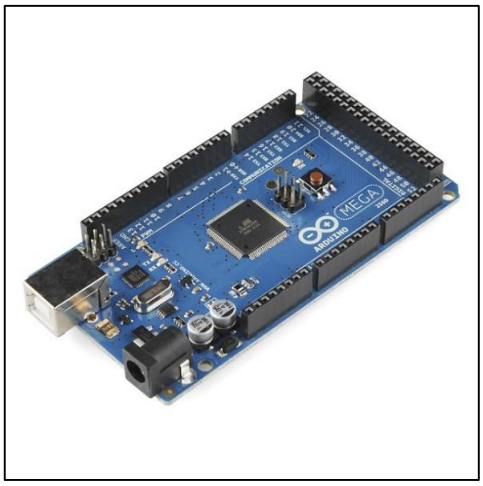
Dimana s_w adalah kecepatan putaran permenit, $nScan$ adalah jumlah lubang yang terbaca dalam satu detik dan $nDisk$ adalah jumlah lubang pada disk encoder[5].

2.2 Bedasarkan perangkat keras

Pada subbab ini akan dijabarkan teori yang berkaitan dengan perangkat keras seperti sensor-sensor, mikrokontroler, aktuator dan perangkat keras lainnya yang digunakan pada sistem ini.

2.2.1 Arduino Mega 2560

Mikrokontroler yang dipakai dalam sitem ini yaitu mikrokontroler Atmega 2560 yang telah terintegrasi dengan *board* Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 dipilih karena memiliki flash memory lebih besar dari 36,1 kb (size program dari kontroler). Arduino adalah papan rangkaian elektronik (*electronic board*) open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler. Mikrokontroler itu sendiri adalah suatu chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa di program menggunakan komputer. Program yang dimasukan kedalam chip ini bertujuan agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memprosess dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan.



Gambar 2. 6 Arduino Mega 2560

Arduino Mega memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramanya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika membuat program didalam arduino. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial dan sumber power.

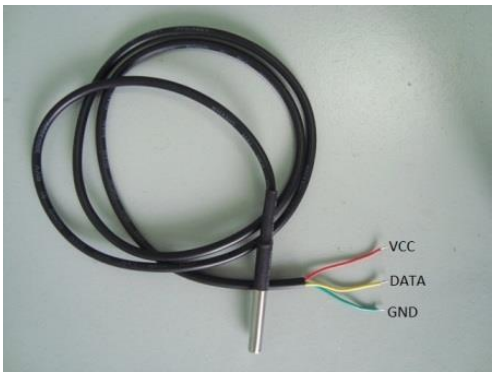
Beberapa fitur yang ada pada Arduino Mega yaitu**:**

- Mikrokontrolernya menggunakan Atmega2560
- Input voltage antara 7-12 Volt
- Tegangan operasinya 5 Volt
- Memiliki 54 digital I/O pins (15 PWM outputs)
- Menyediakan 16 analog inputs
- Memiliki 256 kb flash memory
- SRAM 8 kb
- 16Mhz Clock Speed [13].

2.2.2 Sensor suhu D18S20

Sensor DS18S20 merupakan sensor suhu dengan output digital dan memiliki 12-bit ADC internal. Sensor ini sangat presisi, sebab jika tegangan referensi sebesar 5 Volt, maka akibat perubahan suhu, sensor ini dapat merasakan perubahan terkecil sebesar $5/(2^{12}-1) = 0.0012$ Volt. Pada rentang suhu -10 sampai

+85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi +/- 0.5 derajat. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (one-wire).



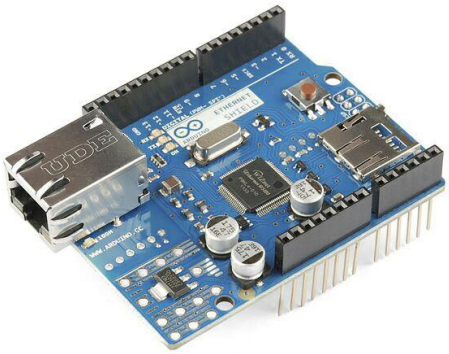
Gambar 2. 7 Sensor Suhu D18S20

Spesifikasi sensor suhu ini yaitu:

- Menggunakan power atau data antara 3.0V sampai 5.5V
- Akurasi ±0.5°C dari -10°C sampai +85°C
- Range pembacaannya antara -55 sampai 125°C (-67°F sampai +257°F)
- Memiliki resolusi sebesar 9 sampai 12 bit
- Hanya membutuhkan satu pin digital untuk melakukan komunikasi data
- Waktu tunggu setiap perubahan datanya kurang dari 750ms
- Kabel merah - VCC
- Kabel hitam – GND
- Kabel kuning – DATA
- Anti air [9].

2.2.3 Ethernet shield

Ethernet shield adalah modul yang dapat menambahkan kemampuan board arduino agar bisa terhubung ke jaringan Internet. Ethernet shield berbasiskan chip ethernet Wiznet W5100. Ethernet library digunakan dalam menulis program agar board arduino dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield. Pada ethernet shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan.



Gambar 2. 8 Ethernet Shield

Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan SD library. Board arduino berkominikasi dengan W5100 dan SD card mengunakan bus SPI (Serial Peripheral Interface). Komunikasi ini diatur oleh library SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih W5100 dan pin digital 4 digunakan untuk memilih SD card. Pin-pin yang digunakan untuk configurasi ethernet ini tidak dapat digunakan untuk pin input / output umum ketika menggunakan ethernet shield.

Karena W5100 dan SD card berbagi bus SPI, hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu. Jika kita menggunakan kedua perangkat dalam program, hal ini bisa diatasi oleh library yang sesuai. Jika program yang dibuat tidak menggunakan salah satu perangkat, maka program harus menonaktifkan perangkat yang tidak terpakai. Untuk melakukan hal ini pada SD card, set pin 4 sebagai output dan menuliskan logika tinggi padanya, sedangkan untuk W5100 yang digunakan adalah pin 10.

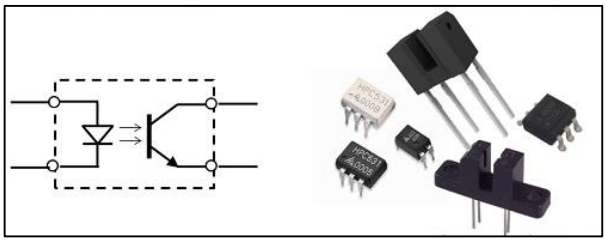
Berikut fitur dari ethernet shield W5100**:**

- Ethernet Controller: W5100 dengan buffer internal 16k.
- Connection Speed: 10 / 100Mb.
- Power supply: 5v DC.
- Interface: SPI (Ethernet & SD card).
- Dapat terkoneksi dengan 4 soket sekaligus.
- Size: 72 x 55 x 32 mm [3].

2.2.4 Sensor Optocoupler

Sensor optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung cahaya optik. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu transmitter yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan receiver yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Masing-masing bagian optocoupler (transmitter dan receiver) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen.

Jenis-jenis optocoupler yang sering ditemukan adalah optocoupler yang terbuat dari bahan semikonduktor dan terdiri dari kombinasi LED (Light Emitting Diode) dan Phototransistor. Dalam kombinasi ini, LED berfungsi sebagai pengirim sinyal cahaya optik (transmitter) sedangkan phototransistor berfungsi sebagai penerima cahaya tersebut (receiver). Jenis-jenis lain dari Optocoupler diantaranya adalah kombinasi LED-Photodiode, LED-LASCR dan juga Lamp-Photoresistor.



Gambar 2. 9 Rangkaian dan bentuk sensor optocoupler

Sensor optocoupler biasanya digunakan sebagai penghitung nilai RPM, dengan cara menambahkan komponen-komponen lain seperti resistor, kapasitor dan op-amp. Pada perhitungan RPM sensor ini akan dipasang *disk encoder* diantara transmiter dan receiver sebagai triger antara sinyal low dan sinyal high. Jumlah lubang pada *disk encoder* harus sesuai dengan persamaan outputnya [8].

$$RPM = \left(\frac{nScan}{nDisk}\right) x\ 60 \quad \text{..... 2.3}$$

Keterangan:

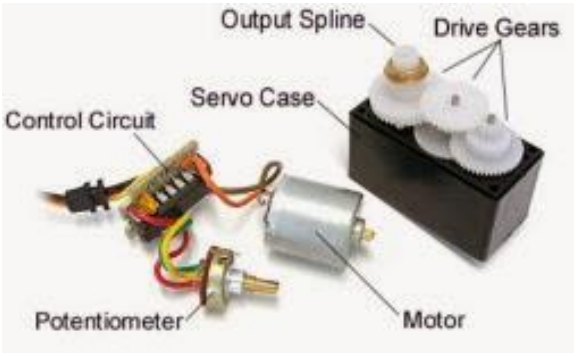
RPM = Rotasi per menit.

nScan = jumlah lubang yang terdeteksi oleh optocoupler dalam satu detik.

nDisk = jumlah lubang pada *disk encoder*.

2.2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi rotornya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.



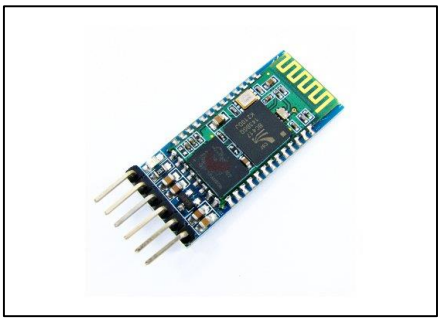
Gambar 2. 10 Komponen motor servo

Umumnya terdapat dua jenis motor servo yang dan terdapat di pasaran, yaitu motor *servo rotation* 180^0 dan *servo rotation continuous*. Motor servo standar (*servo rotation* 180^0) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90^0 kearah kanan dan 90^0 kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180^0. Sedangkan motor *servo rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standar, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri [15].

2.2.6 Modul Bluetooth HC-05

Modul bluetooth HC-05 Adalah sebuah modul bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless* (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke bluetooth. Perangkat ini menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enchanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. HC-05 memiliki 2 mode konfigurasi, yaitu AT mode dan Communication mode. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan

konfigurasi dari HC-05. Sedangkan Communication mode berfungsi untuk melakukan komunikasi bluetooth dengan piranti lain.



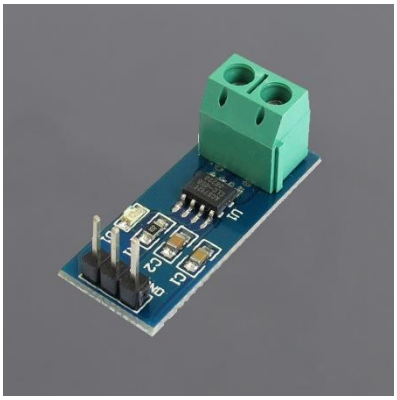
Gambar 2. 11 Modul bluetooth HC-05

Spesifikasi modul bluetooth HC-05:

- Bluetooth protocal: Bluetooth Specification v2.0+EDR.
- Frequency: 2.4GHz ISM band.
- Modulation: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying).
- Emission power: ?4dBm, Class 2.
- Sensitivity: ?-84dBm at 0.1% BER.
- Speed: Asynchronous: 2.1Mbps(Max) / 160 kbps, Synchronous: 1Mbps/1Mbps.
- Security: Authentication and encryption.
- Profiles: Bluetooth serial port.
- Power supply: +3.3VDC 50mA.
- Working temperature: -20 ~ +75 Centigrade.
- Dimension: 3.57cm x 1.52cm [12].

2.2.7 Sensor Arus

Sensor arus digunakan untuk mengukur besar arus yang dihasilkan oleh kincir angin. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator akan dibaca secara analog oleh sensor arus, kemudian mikrokontroler akan membaca data analog tersebut dan mengkonversikan dalam data digital, sehingga data digital tersebut dapat dikirim dan ditampilkan pada halaman website [7].

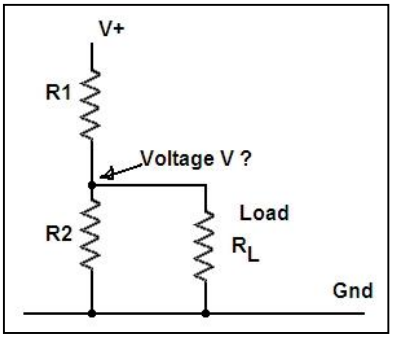


Gambar 2. 12 Sensor Arus ACS712 20A

2.2.8 Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan untuk mengukur besar tegangan yang dihasilkan oleh kincir angin. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator akan dibaca secara analog oleh sensor tegangan, kemudian mikrokontroler akan membaca data analog tersebut dan mengkonversikan dalam data digital, sehingga data digital tersebut dapat dikirim dan ditampilkan pada halaman *website*. Konsep dari sensor tegangan ini menggunakan sensor pembagi tegangan, sehingga besarnya tegangan dapat dibatasi dan dibaca oleh analog mikrokontroler.

Sensor tegangan menggunakan beberapa resistor sebagai pembagi tegangan dan satu resistor sebagai beban untuk penstabil nilai tegangan keluaran.



Gambar 2. 13 Skema pembagi tegangan

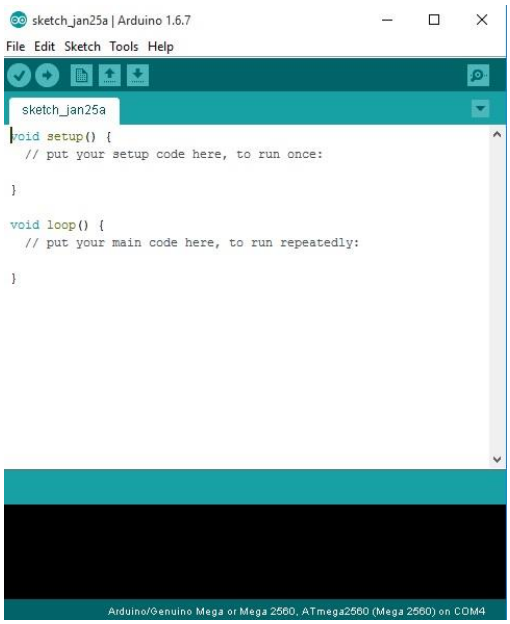
Pembagian tegangan adalah hasil dari penyebaran tegangan input antara komponen pembagi. Sebuah contoh sederhana dari pembagi tegangan dua resistor dihubungkan secara seri, dengan tegangan input diterapkan di pasangan resistor dan tegangan output yang muncul dari hubungan antara dua resistor [8].

2.3 Berdasarkan perangkat lunak

Pada bagian ini akan dipaparkan teori-teori tentang perangkat lunak yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.3.1 Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Enviroenment,* atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang ditanamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler [14].



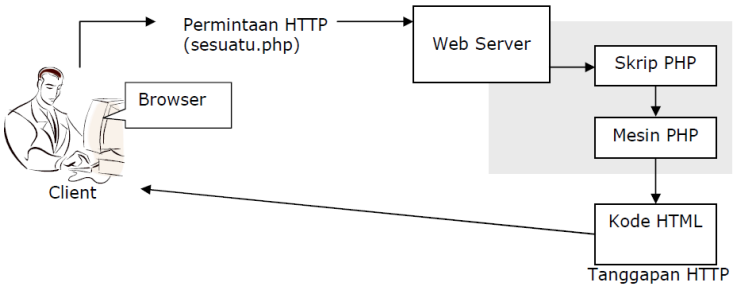
Gambar 2. 14 Tampilan Arduino IDE

2.3.2 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP adalah singkatan dari "*Hypertext Prepocessor*", yaitu bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah situs web dan bisa digunakan bersamaan dengan HTML. PHP disebut bahasa pemrograman server side karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman client-side seperti JavaScript yang diproses pada web browser (*client*). Pada awalnya PHP merupakan singkatan dari *Personal Home Page*. Sesuai dengan namanya, PHP digunakan untuk membuat website pribadi. Dalam beberapa tahun perkembangannya, PHP menjelma menjadi bahasa pemrograman web yang *powerfull* dan tidak hanya digunakan untuk membuat halaman web sederhana, tetapi juga website populer yang digunakan oleh jutaan orang seperti wikipedia, wordpress, joomla, dan lain-lain. Penulisan variabel diawali dengan tanda $, dan bersifat case sensitif [11].

Cara penulisan sintaks php harus diantara aturan berikut:

- <? dan ?>
- <?php dan ?>
- <script language="php"> dan </script>
- <% dan %>

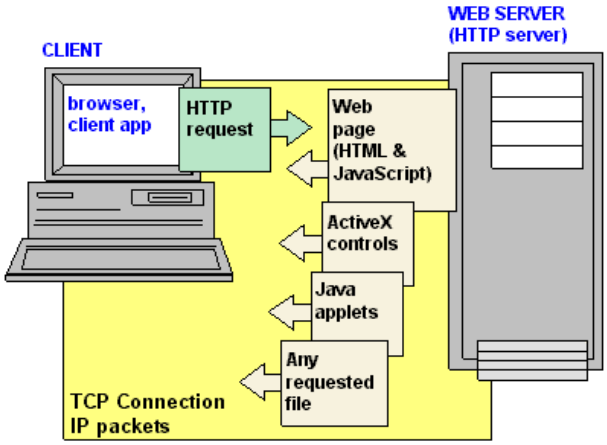


Gambar 2. 15 Konsep kerja PHP

2.3.3 Web Server

Web *server* adalah sebuah program yang menggunakan model *client/server* dan *World Wide Web Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Web server melayani permintaan *client* berupa layanan file dan data lainnya. Web server juga merupakan tempat untuk menampung atau menyimpan data-data yang diperlukan oleh kincir

angin, sehingga dapat diakses lewat browser Internet. Data dapat berupa file, gambar, *e-mail*, aplikasi (program/*scripts*) [8].



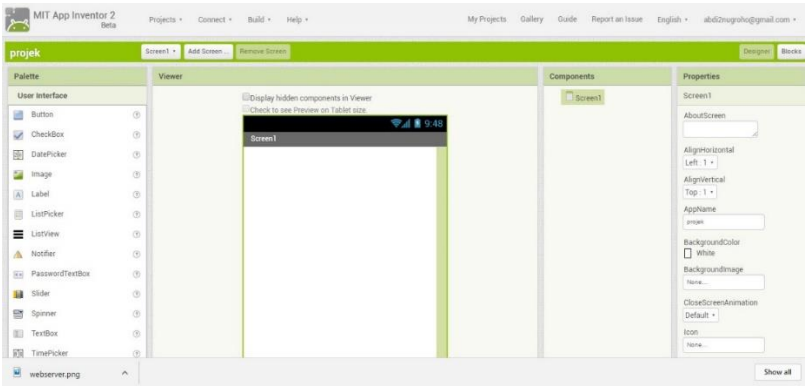
Gambar 2. 16 Skema web server

2.3.4 HTML (Hyper Text Markup Language)

Hyper Text Markup Language (HTML) adalah sebuah bahasa yang digunakan untuk membuat sebuah halaman web, menampilkan berbagai informasi di dalam sebuah penjelajah web Internet dan pemformatan *hypertext* sederhana yang ditulis dalam berkas format ASCII agar dapat menghasilkan tampilan wujud yang terintegerasi. Dengan kata lain, berkas yang dibuat dalam perangkat lunak pengolah kata dan disimpan dalam format ASCII normal sehingga menjadi halaman web dengan perintah-perintah HTML. Bermula dari sebuah bahasa yang sebelumnya banyak digunakan di dunia penerbitan dan percetakan yang disebut dengan SGML (*Standard Generalized Markup Language*), HTML adalah sebuah standar yang digunakan secara luas untuk menampilkan halaman web. HTML saat ini merupakan standar Internet yang didefinisikan dan dikendalikan penggunaannya oleh *World Wide Web Consortium* (W3C). HTML dibuat oleh kolaborasi Caillau TIM dengan Berners-lee Robert ketika mereka bekerja di CERN pada tahun 1989 (CERN adalah lembaga penelitian fisika energi tinggi di Jenewa) [10].

2.3.5 App Inventor

App Inventor adalah aplikasi yang pada dasarnya disediakan oleh Google dan sekarang di-*maintenance* oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). App Inventor memungkinkan semua orang untuk membuat software aplikasi untuk sistem operasi Android. Pengguna dapat menggunakan tampilan grafis GUI dan fitur *drag and drop* visual objek untuk membuat sebuah aplikasi dapat berjalan pada sistem operasi android.



Gambar 2. 17 Antarmuka App Inventor

App Inventor menggunakan Kawa Language Framework dan Kawa's dialect yang dikembangkan oleh Per Brothner. Kedua aplikasi tersebut didistribusikan sebagai bagian dari GNU Operating System oleh Free Software Foundation. Kedua aplikasi tersebut dijadikan sebagai compiler dan menerjemahkan Visual Block Programming untuk di implementasikan pada platform Android [1].