

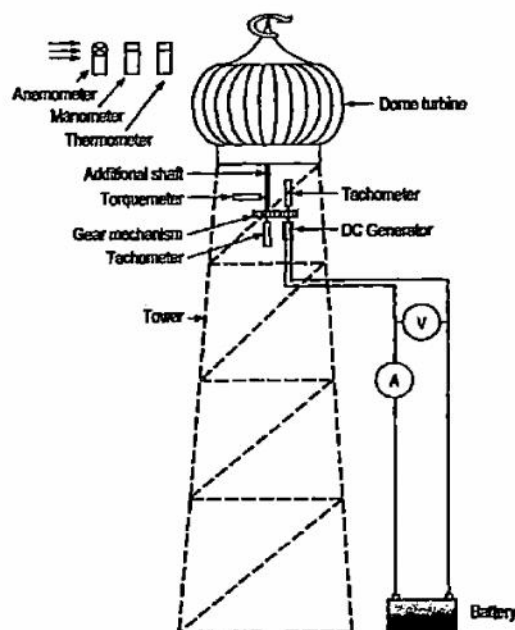
BAB II

STUDI AWAL

2.1. Karya Berkaitan

Pembangkit listrik tenaga angin alternatif memanfaatkan putaran kubah masjid

Pembangkit listrik tenaga angin dengan memanfaatkan putaran kubah masjid sebagai kincir angin merupakan salah satu eksperimen dalam mengkonversi energi angin menjadi listrik. Dimana dalam sistem pembangkitan listrik ini putaran kubah masjid dimanfaatkan sebagai penggerak mula untuk memutar generator, sehingga dihasilkan energi listrik. Berikut ini adalah konfigurasi sistem pembangkitan listrik tenaga angin memanfaatkan putaran kubah masjid:



Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kubah

2.2. Dasar - Dasar Teori

2.2.1. Umum

Dalam usaha mencukupi kebutuhan hidup, manusia berusaha agar setiap pekerjaannya dapat dilaksanakan dengan mudah. Oleh karena itu manusia membutuhkan bantuan, baik berbentuk alat maupun tenaga untuk melakukan pekerjaannya. Semula manusia memakai peralatan sederhana yang terbuat dari bahan-bahan yang ada di sekitarnya seperti: batu, kayu, bambu atau logam. Seiring dengan perkembangan zaman, peralatan itu pun berkembang kegunaannya untuk mencukupi kebutuhan manusia. Tenaga manusia pun akhirnya memiliki keterbatasan untuk melakukan segala aktifitasnya, kemudian manusia memanfaatkan tenaga disekitarnya yaitu baik tenaga dari hewan ataupun dari alam.

Tenaga dari alam tersebut antara lain tenaga sinar matahari, tenaga air, tenaga angin, tenaga panas bumi, tenaga uap dan masih banyak lagi yang lainnya. Tenaga tersebut tidak semua dapat dimanfaatkan secara langsung, namun harus diubah dahulu ke dalam bentuk tenaga lain agar dapat dimanfaatkan secara maksimal.

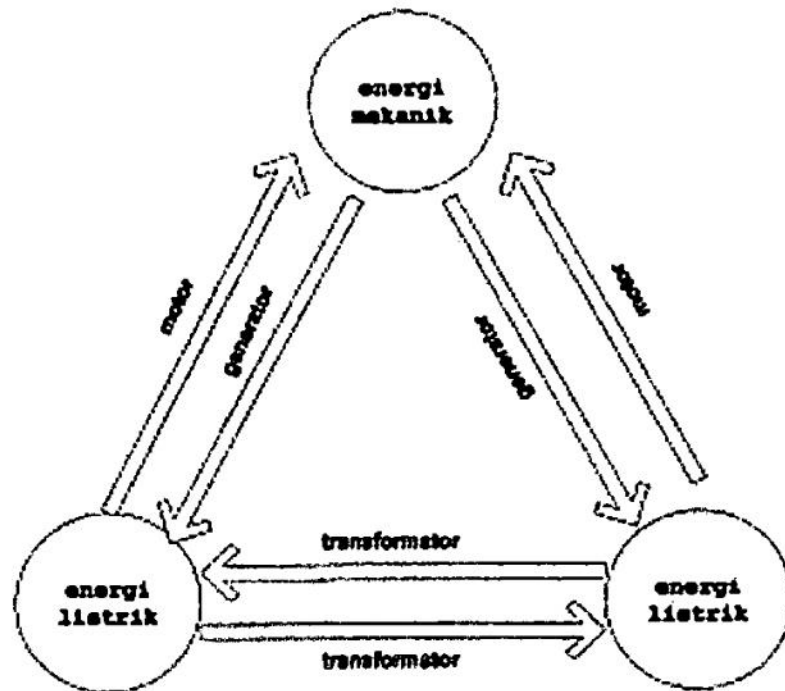
Dengan munculnya eksperimen pembangkit listrik tenaga angin dengan kubah masjid sebagai kincir anginnya ini, merupakan suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia semakin berkembang, dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari

seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan. Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik, serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat terlaksananya penyediaan energi listrik dalam skala nasional.

2.2.2. Konversi Energi

Melalui media medan magnet, energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik. Alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut *generator*, sedangkan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik disebut *motor*. Melalui media medan magnet, energi listrik dapat juga dipindahkan. Pemindahan ini biasanya disertai dengan perubahan tegangan, arus maupun impedansi. Alatnya disebut **transformator** (*transformer*). Gambar

2.2 menunjukkan diagram blok konversi energi



Gambar 2.2 Diagram Blok Konversi energi

Sesuai dengan jenis arus listrik yang digunakan ataupun yang dihasilkan, dikenal beberapa mesin listrik sebagai berikut:

1. Generator Arus Bolak-balik (Generator AC)
2. Generator Arus Searah (Generator DC)
3. Motor Arus Bolak-balik (Motor AC)
4. Motor Arus Searah (Motor DC)
5. Transformator.

Hukum yang mendasari konversi energi pada generator, motor dan transformator adalah Hukum Faraday. Hukum Faraday menyatakan bahwa apabila kawat penghantar bergerak memotong medan magnet maka pada kawat penghantar diangkitkan gaya

gerak listrik (ggl) atau emf (electromotive force). Gaya gerak listrik ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).

Berdasarkan hukum Faraday, dapat dinyatakan bahwa mesin listrik dapat bekerja apabila dipenuhi adanya:

1. Medan magnet
2. Kawat penghantar
3. Gerakan relatif (boleh kawat penghantar yang bergerak, boleh kutub magnet yang bergerak).

Pada konstruksi sebenarnya, kawat penghantar tidak hanya terdiri dari 1 (satu) batang saja, tetapi terdiri dari banyak kawat penghantar yang dililit pada stator ataupun rotor (untuk generator dan motor) atau dililit pada inti (untuk transformator). Demikian pula kutub magnet, dapat terdiri lebih dari sepasang kutub. Untuk generator yang besar, kutub magnet dikuatkan dengan lilitan penguat magnet.

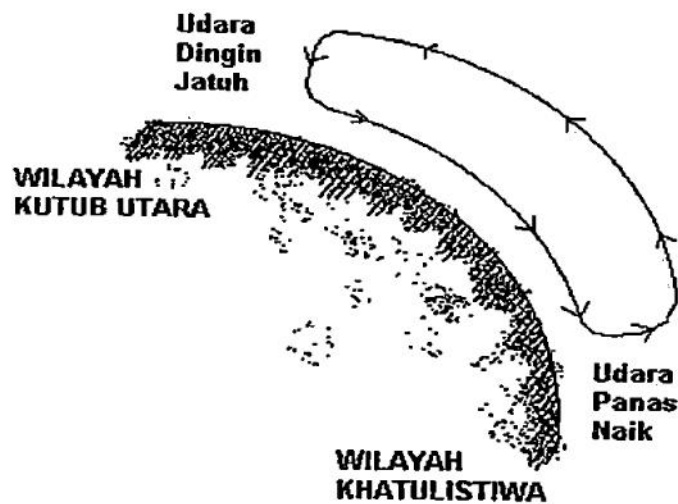
Hukum Faraday dapat juga diterapkan pada motor listrik. Bila kawat penghantar yang terlatak di medan magnet dialiri arus, maka kawat penghantar akan ditolak/didorong. Pada motor listrik terdapat kawat penghantar yang jumlahnya banyak dan melingkar pada jangkar, sehingga dorongan pada kawat penghantar akan menyebabkan jangkar berputar.

Pada transformator, ada 2 kelompok kumparan kawat yang memiliki satu inti yang tertutup. Kumparan pertama disebut

kumparan primer dan kumparan kedua disebut kumparan sekunder. Bila pada kumparan primer mengalir arus bolak-balik, maka pada inti terbentuk garis-garis gaya magnet yang berbolak-balik pula. Garis-garis gaya magnet yang berbolak-balik memotong kumparan sekunder, sehingga pada kumparan sekunder timbul ggl.

2.2.3. Angin

Energi angin merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan. Pada dasarnya angin terjadi karena perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah katulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik keatas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub dingin, udaranya menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian terjadi suatu perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis katulistiwa menyusuri permukaan bumi, dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis katulistiwa kembali ke kutub utara melalui lapisan udara yang lebih tinggi



Gambar 2.3 Skema terjadinya angin pasat

Gambar 2.3 melukiskan terjadinya angin pasat secara skematik. Dimana angin berjalan dari daerah katulistiwa naik ke atas menuju kutub, dari kutub angin turun kebawah menuju daerah katulistiwa dan seterusnya.

Pergerakan angin ini memiliki energi potensial yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonversikan menjadi energi listrik. Tentunya untuk mengkonversi energi angin tersebut menjadi listrik dibutuhkan sebuah sistem pembangkitan listrik dan memenuhi syarat tertentu. Adapun syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut:

Kelas Angin	Kecepatan Angin m/d	Kondisi Alam di daratan
1	0.00– 0.02	_____
2	0.3 – 1.5	Angin tenang, asap lurus ke atas
3	1.6-3.3	Asap bergerak mengikuti arah angin

4	3.4-5.4	Wajah terasa ada angin, daun-daun bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5.5-7.9	Debu jalan, kertas berterbangan, ranting pohon bergoyang
6	8.0-10.7	Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10.8-13.8	Ranting pohon besar bergoyang, air plampung berombak kecil
8	13.8-17.1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17.2-20.7	Dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20.8-24.4	Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24.5-28.4	Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28.5-32.6	Menimbulkan kerusakan parah
13	32.7-36.9	Tornado

Tabel 2.1 Syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik.

Dari data tabel diatas angin kelas 3 adalah batas minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

2.2.4. Generator

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, yaitu dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak

menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, energi surya atau matahari, udara yang dimanfaatkan untuk memutar turbin angin, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.

2.2.5. Charger

Charger adalah alat yang digunakan untuk mentransfer energi listrik ke dalam baterai. Pada dasarnya rangkaian charger dirancang supaya tidak terjadi short circuit atau hubungan pendek antara tegangan supply dengan baterai yang akan di-charge. Dengan demikian, melalui charger energi listrik dialirkan ke dalam baterai. Charger sendiri mempunyai jenis yang beraneka ragam, tergantung dengan spesifikasi baterai yang digunakan. Al-hasil, charger dan baterai menjadi dua sejoli yang tidak terpisahkan.

2.2.6. Battery atau Accumulator

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat

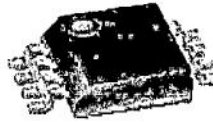
berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

2.2.7. Sensor Arus ACS712ELC-20A

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau meraba sesuatu yang berbentuk stimulus (mekanis, magnetis, panas, sinar, atau kimiawi) dan mengubah stimulus tersebut menjadi tegangan dan arus listrik.

Pada perancangan alat ini digunakan sensor arus ACS712ELCTR-20A. Sensor ini memiliki ketepatan pembacaan yang tinggi karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang melewati kabel tembaga menghasilkan medan magnet, kemudian medan magnet ini di deteksi oleh *integrated hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Sensor

- Akurasi 100 mV/A
- Range arus yang dibaca 1-20 A (Sumber: Data Sheet ACS712)



Gambar 2.4 Sensor Arus ACS712ELC-20A

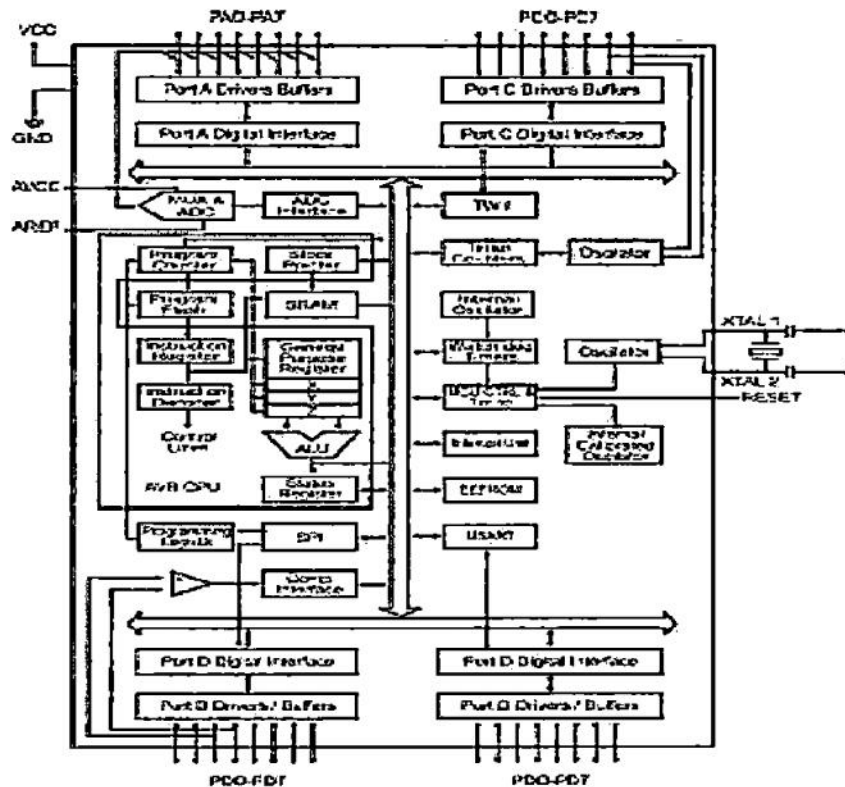
2.2.8. Mikrokontroler ATmega16

Keunggulan mikrokontroler antara lain sudah disediakan port untuk komunikasi serial. Dengan port ini, membuat mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan mudah dengan devais lainnya. Penguasaan pemrograman komunikasi serial mutlak disamping komunikasi *Two wire interface* (TWI), karena banyak aplikasi mikrokontroler yang terhubung ke PC melalui port serial.

Mikrokontroler ATmega16 adalah termasuk keluarga mikrokontroler AVR. Mikrokontroller AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi clock. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 clock. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*.

a. Arsitektur ATmega16

- 1) Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
- 2) ADC 10 bit sebanyak 8 Channel
- 3) Tiga buah timer / counter
- 4) 32 register
- 5) *Watchdog Timer* dengan oscilator internal
- 6) SRAM sebanyak 512 byte
- 7) Memori Flash sebesar 8 kb
- 8) Sumber Interrupt internal dan eksternal
- 9) Port SPI (*Serial Pheriperal Interface*)
- 10) EEPROM on board sebanyak 512 byte
- 11) Komparator analog
- 12) Port USART (*Universal Shynchronous Ashynchronous Receiver Transmitter*)



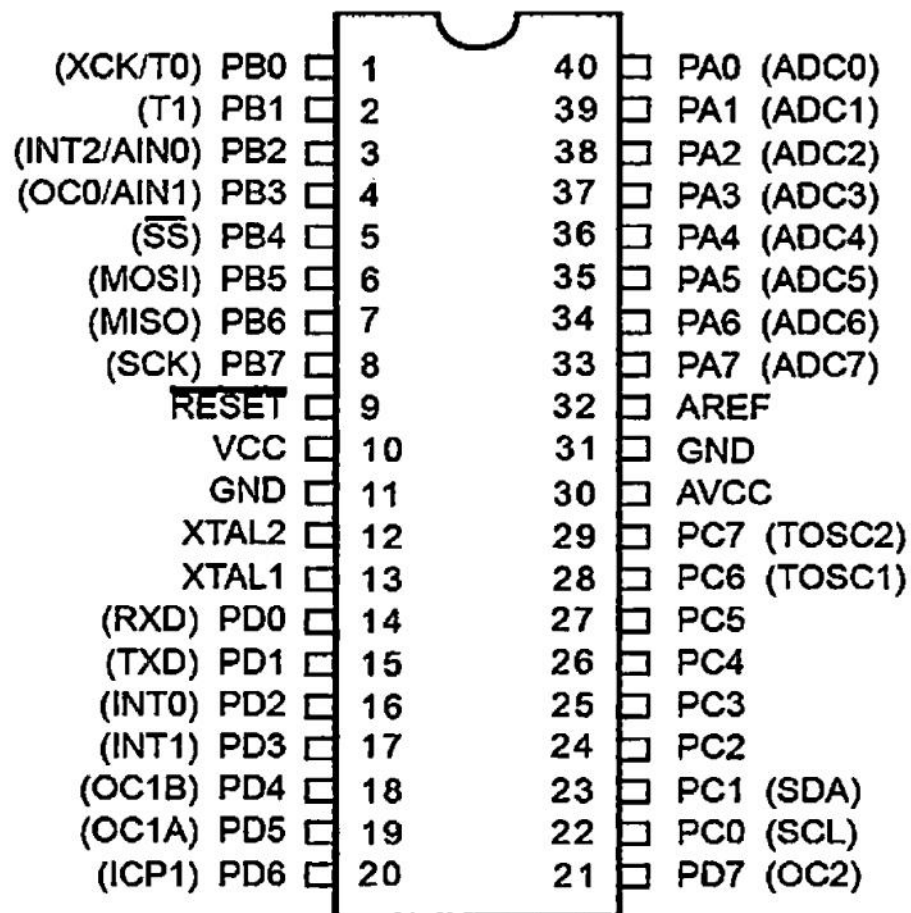
Gambar 2.5 Blok Diagram ATmega16

b. Fitur ATmega16

- 1) Sistem processor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- 2) Ukuran memory *flash* 8KB, *SRAM* sebesar 512 byte, *EEPROM* sebesar 512 byte.
- 3) ADC internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel
- 4) Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps
- 5) Mode Sleep untuk penghematan penggunaan daya listrik

c. Konfigurasi Pin ATmega16

- 1) VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya
 - 2) GND merupakan Pin *Ground*
 - 3) Port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dan pin masukan ADC
 - 4) Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu Timer/Counter, komparator Analog dan SPI
 - 5) Port C (PC0...PC7) merupakan port I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan Timer Oscillator
-
- 1) Port D (PD0...PD1) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan interrupt eksternal serta komunikasi serial
 - 2) RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
 - 3) XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
 - 4) AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC
 - 5) AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC



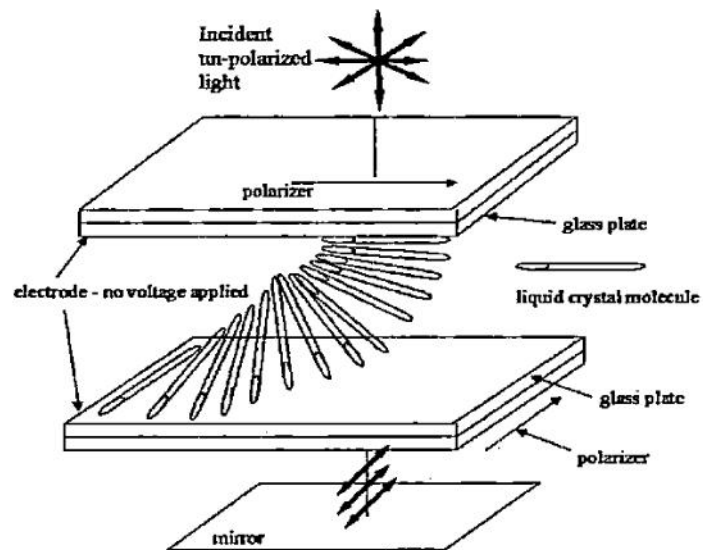
Gambar 2.6 Keterangan pin ATMega16

2.2.9. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah instrument untuk menampilkan hasil dari suatu sistem. Fungsi LCD sebagai media penampil dan interface dengan pengguna. LCD sebenarnya hampir sama dengan 7segment tetapi LCD memiliki kelebihan diantaranya lebih informatif dan konsumsi arusnya relatif kecil, ada kelemahannya yaitu dari sisi harga relatif lebih mahal dari pada 7seg. Tetapi itu semua tergantung kebutuhan pada aplikasi, apakah lebih tepat menggunakan LCD ataukah 7seg. LCD paling sering dipakai

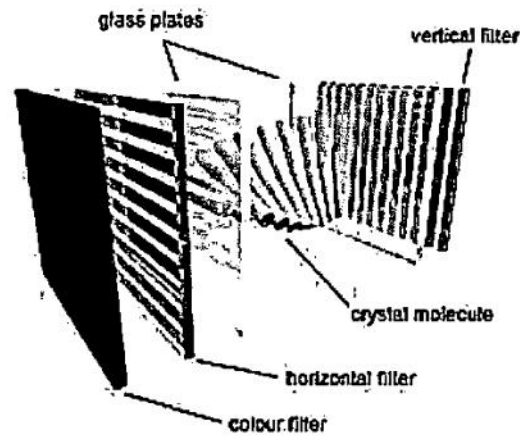
dalam aplikasi mikrokontroler ini adalah LCD 16x2 karakter dengan berbagai macam warna *backlight*.

LCD dibuat dari Kristal cair untuk merespon medan magnet. Kristal tersebut terdiri atas molekul seperti batang yang apabila terkena medan listrik akan menyusun diri agar melewatkan atau menahan cahaya yang mengenainya. Oleh karena itu diperlukan cahaya lain agar tampilan LCD dapat terlihat.



Gambar 2.7 Molekul Batang Dalam LCD

Komponen dasar penyusun LCD adalah berbagai macam jenis "Glass" seperti gambar berikut :



Gambar 2.8 Penyusun LCD

Lapisan film yang berisi Kristal cair yang diletakkan diantara dua lempengan kaca yang telah diwarnai elektroda logam transparan. Saat tegangan dicantumkan pada elektroda, molekul-molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenai akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan tersebut akan dihasilkan sebuah bentuk sesuai dengan bagian yang diaktifkan.

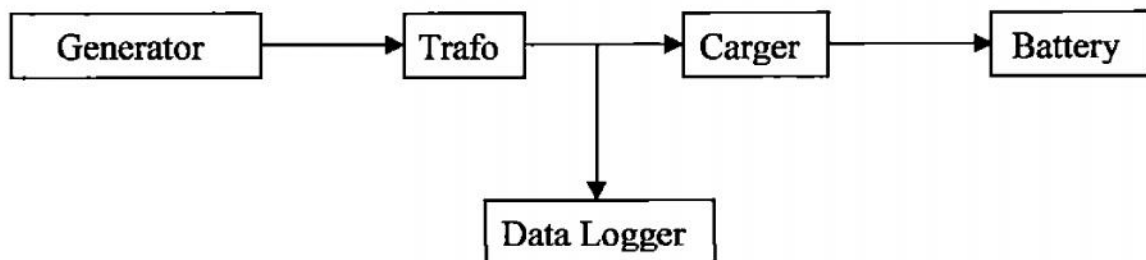
Berbagai macam tipe LCD sudah dikembangkan teknologinya antara lain LCD biasa, Passif Matrik LCD (PMLCD), Thin Film Transistor Aktif Matrik LCD (TFT-AMLCD). Kemampuannya juga sudah dikembangkan dari yang monokrom sampai yang mampu menampilkan ribuan warna

2.3. Spesifikasi Garis - garis Besar dari Penelitian yang Direncanakan

Berdasarkan informasi yang telah diperoleh dan beberapa pertimbangan berikut adalah spesifikasi garis besar penelitian yang direncanakan:

1. Sistem pengisian battery yang dirancang dapat diimplementasikan pada sistem pembangkitan listrik tenaga angin dengan kubah masjid sebagai kincir angin.
2. Mengingat kecepatan angin berubah-ubah menyebabkan tegangan dari generator juga berubah, maka energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pembangkitan listrik tersebut harus disimpan kedalam battery supaya stabil sehingga dapat digunakan untuk melayani beban-beban tertentu ataupun pengembangan lebih lanjut.
3. Rangkaian charger yang dirancang dapat melakukan pemutusan otomatis ketika angin tidak berhembus, supaya generator tidak bekerja sebagai motor.

Berdasarkan dari spesifikasi alat maka gambaran umum dari alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9 Diagram Block Rancangan