

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Hot plate magnetic stirrer dengan pengendali berbasis *microcontroller* ATmega16 yang dirancang oleh Muhammad Nasrulloh, dari Jurusan Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dibangun menggunakan sistem pemrograman basic/bascom dan *heater* beserta rangkaian sensor suhu LM35. Berdasarkan hasil ujicoba yang sudah dilakukan, alat tersebut memiliki menu *timer*, RPM dan menampilkan suhu pada *output LCD*. Kekurangan dari alat ini yaitu motor tidak stabil hingga RPM pada *display* masih berubah-ubah.

Stirrer Magnetik Berbasis Mikrokontroler AT8535 yang dirancang oleh Heri Prasdiantara, dari Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya. Dibangun menggunakan sistem pemrograman bahasa C dan menggunakan IC AT8535, alat ini tidak menggunakan *heater*. Alat ini menampilkan *timer* dan RPM pada *display LCD*. Kekurangan dari alat ini sama seperti milik Nasrulloh, motor masih tidak stabil karena hanya menggunakan 1 sensor RPM.

Stirrer Magnetic Hot Plate dilengkapi sensor *infrared* yang dirancang oleh Augesta Nanda Pradana, dari Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya, dibangun menggunakan motor AC, dan sensor *infrared* MLX90614, dan pemilihan kecepatan RPM dari 500 hingga 1500 RPM. Alat ini menampilkan suhu, dan kecepatan RPM pada

display LCD 2X16. Kekurangan dari alat *stirrer* milik saudara Augesta adalah sensor suhu yang kurang peka sehingga nilai *error* masih tinggi (1,05 %).

2.2 Dasar Teori *Stirrer* magnetik

Stirrer magnetik adalah alat yang digunakan untuk mencampur larutan dari dua zat atau lebih agar larutan menjadi lebih homogen. Alat *stirrer* magnetik mempunyai kecepatan 100 – 1000 rpm. Dibawah ini adalah gambar *stirrer* magnetik yang di tunjukan pada gambar 2.1 Pengaduk magnetik.



Gambar 2.1 Pengaduk magnetik.

Sebuah pengaduk magnetik atau *mixer* magnetik adalah perangkat laboratorium yang menggunakan medan magnet berputar menyebabkan sebuah bar aduk (juga disebut "kutu") direndam dalam cairan berputar sangat cepat, sehingga aduk. Bidang berputar dapat dibuat baik oleh magnet berputar atau serangkaian elektromagnet stasioner, ditempatkan di bawah kapal dengan cairan. Karena kaca tidak mempengaruhi medan magnet, dan reaksi kimia yang terjadi dalam pembuluh kaca, bar pengaduk magnetik bekerja dengan baik dalam pembuluh kaca. Di sisi lain, ukuran terbatas bar berarti bahwa pengaduk magnetik hanya dapat digunakan untuk percobaan relatif kecil (di bawah 4 liter). Mereka juga mengalami kesulitan berurusan dengan cairan kental atau

suspensi tebal. Untuk *volume* yang lebih besar atau cairan lebih kental, semacam pengadukan mekanik biasanya diperlukan.

2.3 Magnet Bar atau Stir Bar

Sebuah bar pengaduk adalah magnet ditempatkan dalam cairan *which* memberikan tindakan pengadukan. Gerak batang pengaduk yang didorong oleh lain magnet berputar atau perakitan elektromagnet dalam perangkat pengaduk, di bawah kapal yang berisi cairan. Stir bar di masukan ke dalam gelas breker sebelum menuang reagen ke dalamnya. Stir bar biasanya dilapisi teflon, atau kurang sering dalam gelas. Pelapis kaca digunakan untuk logam alkali cair (kecuali alkali, yang akan makan melalui kaca) dan solusi logam alkali dalam amonia. Kedua pelapis kimia inert dan tidak mengotori atau bereaksi dengan campuran reaksi mereka masuk. Berikut ini adalah gambar stir bar di tunjukan pada gambar 2.2 stir bar.



Gambar 2.2 stir bar.

Mereka adalah bar berbentuk segi delapan dan sering dalam penampang (kadang-kadang melingkar), meskipun berbagai bentuk khusus ada untuk pengadukan yang lebih efisien. Kebanyakan aduk bar memiliki punggung bukit di sekitar pusat (disebut cincin poros) yang mereka memutar. Terkecil hanya beberapa milimeter panjang dan terbesar beberapa

sentimeter. Sebuah bar aduk *retriever* adalah magnet terpisah di ujung tongkat panjang (biasanya dilapisi dengan teflon) yang dapat digunakan untuk menghapus aduk bar dari kapal.

2.4 Teori Dasar Larutan

Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik. Larutan terdiri atas zat terlarut dan pelarut.

Berdasarkan daya hantar listriknya (daya ionisasinya), larutan dibedakan dalam dua macam, yaitu larutan elektrolit dan larutan *non* elektrolit. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.

Larutan ini dibedakan atas:

1. Elektrolit kuat

Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang mempunyai daya hantar listrik yang kuat, karena zat terlarutnya didalam pelarut (umumnya air), seluruhnya berubah menjadi ion-ion ($\alpha = 1$).

Yang tergolong elektrolit kuat adalah:

- a) Asam-asam kuat, seperti : HCl, HClO₃, H₂SO₄, HNO₃ dan lain-lain.
- b) Basa-basa kuat, yaitu basa-basa golongan alkali dan alkali tanah, seperti: NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂ dan lain-lain.
- c) Garam-garam yang mudah larut, seperti: NaCl, KI, Al₂(SO₄)₃ dan lain-lain.

2. Elektrolit lemah

Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang daya hantar listriknya lemah dengan harga derajat ionisasi sebesar: $0 < \alpha < 1$.

Yang tergolong elektrolit lemah:

- a. Asam-asam lemah, seperti : CH_3COOH , HCN , H_2CO_3 , H_2S dan lain-lain

2.5 LCD Karakter

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama pada setiap rangkaian elektronika saat ini, seperti komputer, kalkulator, dll. *LCD* kependekan dari *Liquid Crystal Display*. Pada kali ini penulis menggunakan *LCD* seri 2x16, maka pada tampilan yang muncul sebanyak 16 karakter dan 2 baris. Susunan dari titik-titik inilah yang nantinya dapat menampilkan karakter yang beraneka ragam. Dibawah ini data dari pin *LCD* 2x16. Dibawah ini merupakan tampilan dari *LCD* 2x16.



Gambar 2.3 Skematik LCD 2x16.

Didalam *LCD* ada beberapa perintah dasar yang harus dipahami, yaitu adalah inisialisasi *LCD character*.

Tabel 2.1. Pin LCD

PIN	Name	Function
1	Vss	Ground voltage
2	Vcc	+5V
3	Vee	Contras voltage
4	RS	Register select, 0 = Instruction Register, 1 = Data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode, 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable, 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	I.SB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground Voltage

Penjelasan mengenai EN, RS, RW, yaitu untuk jalur EN dinamakan *enable*. Jalur ini difungsikan untuk memberitahu *LCD* bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke *LCD*, maka melalui program EN harus dibuat logika *low* "0" dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *datasheet* dari *LCD* tersebut) dan berikutnya set EN ke logika *low* "0" lagi. Kemudian untuk jalur RS adalah jalur *register select*. Ketika RS berlogika *low* "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor, dll). Ketika RS berlogika high "1", data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display *LCD*. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus diset logika high "1".

Selanjutnya yang terakhir jalur RW adalah jalur kontrol *read/write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar *LCD*. Ketika RW berlogika high "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari *LCD*. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* "0".

2.6 Contoh larutan

Dibawah ini adalah beberapa contoh larutan yang dapat di campur atau di aduk menggunakan *stirrer* berkecepatan 500, 800 dan 1000 RPM :

Tabel 2.2. Contoh larutan

No	Kec/RPM	HcL	CuSO4	Waktu/Menit
1	500	0,53L	0,91L	2
2	800	0,53L	0,91L	2
3	1000	NaOH	Span-80	5

2.7 Optocoupler

Optocoupler disebut juga optoisolator atau isolator yang terganggu optik, yaitu menggabungkan *LED* dan *phototransistor* dalam satu kemasan.

Kelebihan dari *optocoupler* :

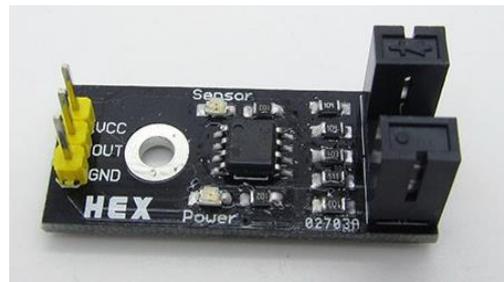
Pemisah fisik antara rangkaian yang masuk dengan rangkaian yang keluar (hubungan antara masukan dan keluaran hanya seberkas cahaya). Dan kecepatan operasinya lebih cepat. Tidak mudah terpengaruh oleh guncangan dan getaran. Bagian-bagian dari *optocoupler* :

1. Dioda Pemancar Cahaya (*Light Emitting Diode*)

Pada dioda berprategangan maju, elektron-elektron bebas melintasi persambungan dan jatuh kedalam lubang (*hole*). Pada saat elektron jatuh dari tingkat energi yang tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah, pada dioda biasa energi ini akan keluar dalam bentuk panas, tetapi pada dioda pancar cahaya, energi tersebut akan memancarkan cahaya.

2. *Phototransistor*

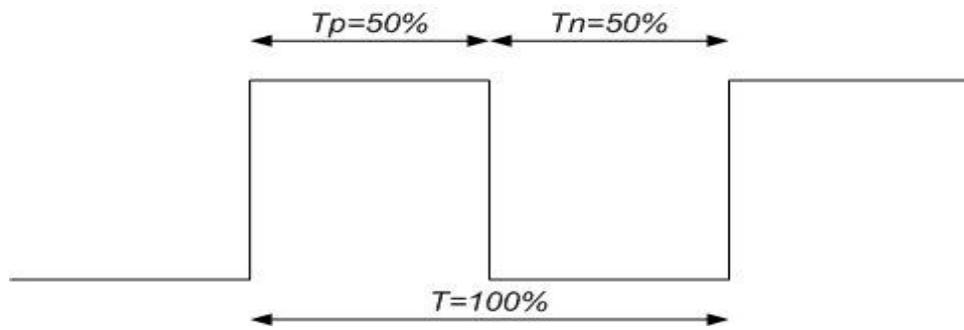
Phototransistor adalah transistor yang peka terhadap cahaya, cara kerja phototransistor hampir sama dengan transistor biasa, yang membedakan adalah arus yang masuk kedalam basis dalam bentuk panas (cahaya). Seperti dijelaskan diatas, pada *phototransistor*, cahaya lewat melalui sebuah jendela dan bertemu pada sambungan kolektor-basis. Jika intensitas cahaya bertambah, maka IR pun bertambah sehingga I_c pun ikut bertambah. Di bawah ini adalah gambar rangkaian optocoupler di tunjukan pada gambar 2.4. optocoupler.



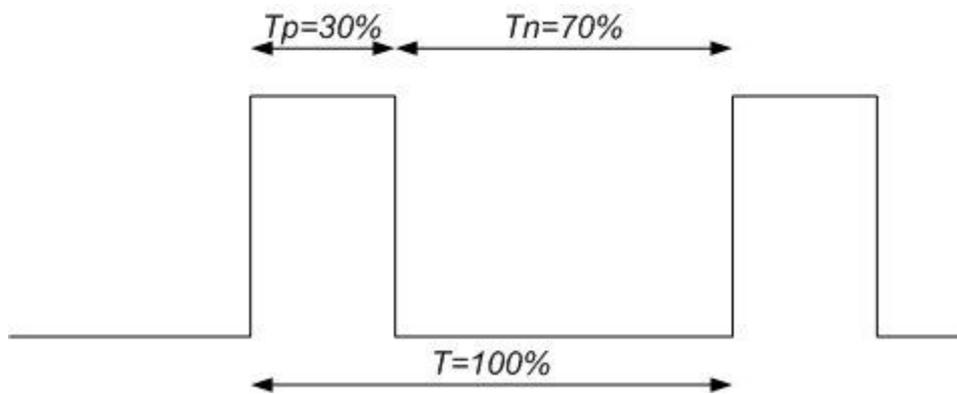
Gambar 2.4. Optocoupler.

2.8 PWM

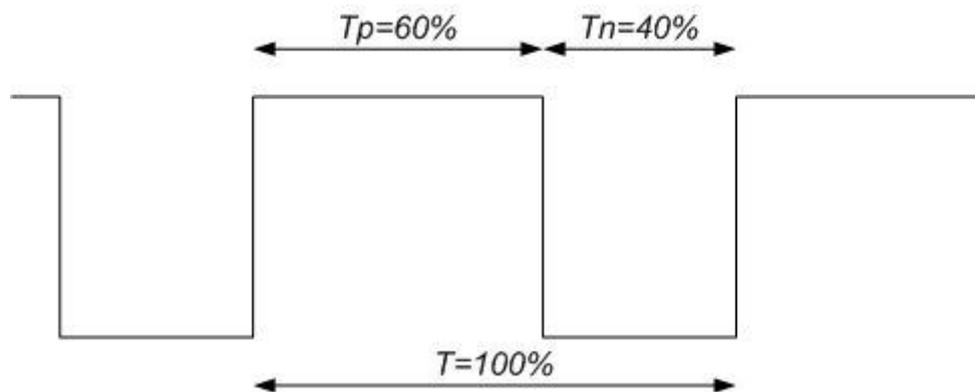
PWM, *Pulse-Width Modulation*, adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi PWM dilakukan dengan cara merubah lebar pulsa dari suatu pulsa data. Total 1 perioda (T) pulsa dalam PWM adalah tetap, dan data PWM pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa. Dibawah ini adalah gambar pulsa dari PWM di tunjukan pada gambar 2.5 PWM = 50%, gambar 2.6. PWM = 30%, gambar 2.7. PWM = 60%.



Gambar 2.5 PWM = 50%.



Gambar 2.6. PWM = 30%.



Gambar 2.7. PWM = 60%

Penggunaan PWM:

1. PWM sebagai data keluaran suatu perangkat. PWM dapat digunakan sebagai data dari suatu perangkat, data direpresentasikan dengan lebar pulsa positif (Tp).
2. PWM sebagai data masukan kendali suatu perangkat. Selain sebagai data keluaran, PWM pun dapat digunakan sebagai data masukan sebagai pengendali suatu perangkat. Salah satu perangkat yang menggunakan data PWM sebagai data masukannya adalah *motor DC servo*. *Motor DC servo* itu sendiri memiliki dua tipe: 1. Kontinyu, 2. Sudut. Pada tipe 1., PWM digunakan untuk menentukan arah *motor DC servo*, sedangkan pada tipe 2. PWM digunakan untuk menentukan posisi sudut *motor DC servo*.
3. PWM sebagai pengendali kecepatan *motor DC* bersikat. *motor DC* bersikat atau *motor DC* yang biasa ditemui di pasaran yang memiliki kutub A dan kutub B yang jika diberikan beda potensial diantara kedua-nya, maka *motor DC* akan berputar. Pada prinsipnya motor DC jenis ini akan ada waktu antara saat beda potensial diantara keduanya dihilangkan dan waktu berhentinya. Prinsip inilah yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan *motor DC* jenis ini dengan PWM, semakin besar lebar pulsa positif dari PWM maka akan semakin cepat putaran *motor DC*. Untuk mendapatkan putaran *motor DC* yang halus, maka perlu dilakukan penyesuaian *frekuensi* (Periode Total) PWM-nya.

2.9 Microcontroller ATmega16 AVR

AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)* yang ditingkatkan. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 *register general purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial *UART*, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Mempunyai *ADC* dan *PWM* internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial *SPI*. ATmega16 adalah *microcontroller* CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur *RISC* yang ditingkatkan. Untuk lebih jelas tentang arsitektur dari ATmega16 ditunjukkan pada gambar 1.1 ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi komsumsi daya versus kecepatan proses.

Beberapa keistimewaan dari AVR ATmega16 antara lain:

1. Keuntungan arsitektur *RISC*

- a) 130 instruksi yang hebat kebanyakan satu detak untuk satu instruksi.
- b) 32 x 8 *general purpose fully static operation*.
- c) Up to 16 MIPS *throughput at 16 MHz*.
- d) *On-chip 2-cycle multiplier*.

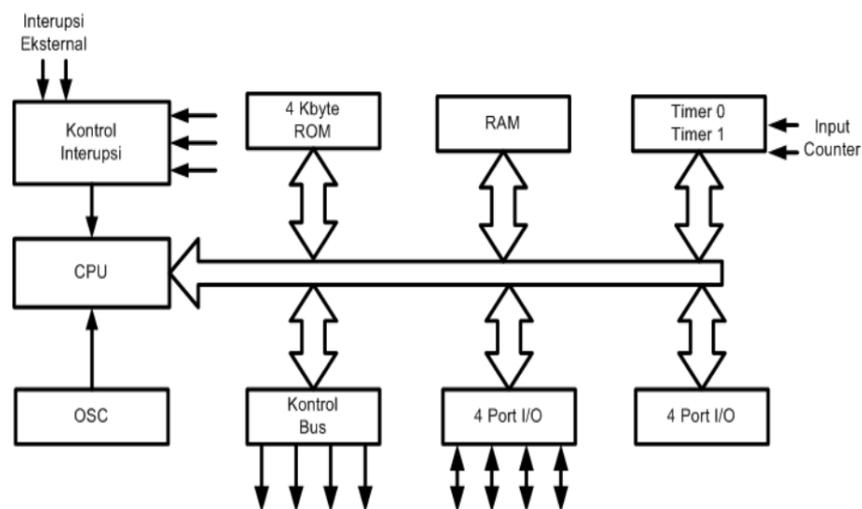
2. *Nonvolatile program and data memories*.

- a) 8K Bytes of *in-system self-programmable flash*.

- b) *Optional boot code section with independent lock bits.*
- c) *512 Bytes EEPROM.*
- d) *512 Bytes internal SRAM.*
- e) *Programming lock for software security*

3. Operating Voltages

ATMega16 bekerja pada tegangan 4,5Volt sampai dengan 5,5 Volt. Berbeda dengan ATMega16L yang bekerja pada tegangan negatif - 5,5Volt. Dibawah ini adalah gambar arsitektur avr atmega 16 yang di tunjukan pada gambar 2.8. arsitektur AVR ATMega 16.



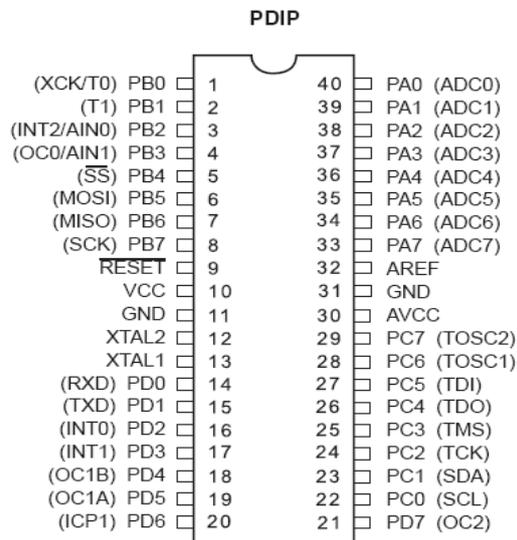
Gambar 2.8. Arsitektur AVR ATMega 16

4. Konfigurasi PIN AVR ATMega 16

Pin-pin pada ATMega16 dengan kemasan 40-pin *DIP (dual inline package)* ditunjukkan oleh Gambar 2.7. Kemasan pin tersebut terdiri dari 4 Port yaitu *Port A, Port B, Port C, Port D* yang masing masing Port terdiri dari 8 buah pin. Selain itu juga terdapat *RESET, VCC, GND*

2 buah, *VCC*, *AVCC*, *XTALI*, *XTAL2* dan *AREF*. Pin -pin ATmega16

Kemasan 40 –pin ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Pin -pin ATmega16 Kemasan 40 –pin.

1. Struktur Memori

Untuk memaksimalkan performa dan *paralelisme*, AVR menggunakan arsitektur *Harvard* (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data). Instruksi pada memori program dieksekusi dengan *pipelining single level*. Selagi sebuah instruksi sedang dikerjakan, instruksi berikutnya diambil dari memori program.

2. Flash Memori

ATMega16 memiliki 16K *byte flash* memori dengan lebar 16 atau 32 *bit*. Kapasitas memori itu sendiri terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian boot program dan bagian aplikasi program. *Flash* memori memiliki kemampuan mencapai 10.000 *write* dan *erase*.

3. Memori SRAM

Penempatan memori data yang lebih rendah dari 1120 menunjukkan *register*, I/O memori, dan data internal SRAM. 96 alamat memori pertama untuk file *register* dan memori I/O, dan 1024 alamat memori berikutnya untuk data *internal* SRAM. Lima *mode* pengalamatan yang berbeda pada data memori yaitu *direct*, *indirect*, *indirect displacement*, *indirect pre-decrement* dan *indirect post-increment*. Pada file *register*, *mode indirect* mulai dari *register* R26-R31.

Pengalamatan *mode direct* mencapai keseluruhan kapasitas data. Pengalamatan *mode indirect displacement* mencapai 63 alamat memori dari *register* X atau Y. Ketika menggunakan *mode* pengalamatan *indirect* dengan *predecrement* dan *post increment* *register* X, Y, dan Z akan *decrement*-kan atau *increment*-kan. Pada ATmega16 memiliki 32 *register*, 64 *register* I/O dan 1024 data *internal* SRAM yang dapat mengakses semua *mode-mode* pengalamatan.

4. Memori EEPROM

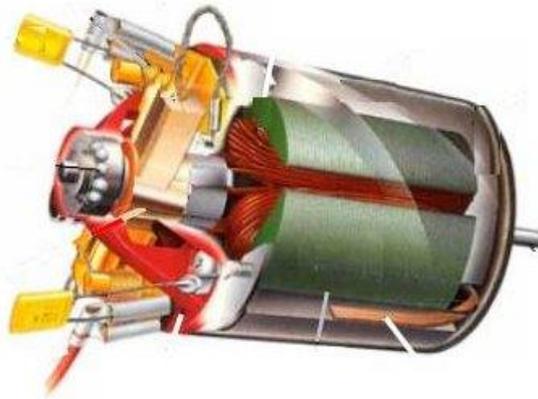
Pada EEPROM ATmega16 memiliki memori. Memori yang dimiliki sebesar 512 *byte*. Memori tersebut memiliki daya tahan 100.000 siklus *write/read*.

2.10 MOTOR DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak *langsung/direct-unidirectional*. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

Bagian atau komponen utama motor DC :

1. Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
2. Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
3. Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya. Motor DC ditunjukkan pada Gambar 2.9. motor dc.



Gambar 2.9. Motor Dc

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

1. Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
2. Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

2.10.1 Jenis-Jenis Motor DC

Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.

Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited, Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :

1. Motor DC Tipe *Shunt*

Pada motor *shunt*, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Karakter kecepatan motor DC tipe *shunt* adalah : Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga *torque* tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

2. Motor DC Tipe Seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah : Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

3. Motor DC Tipe Kompon/Gabungan Motor

Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt)

dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki *torque* penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil.

Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula *torque* penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.