

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kipas Angin Berteknologi *Air Multiplier*

Seperti yang kita ketahui kipas angin pada umumnya menggunakan baling untuk menghasilkan hembusan udara, kipas yang menggunakan baling-baling dapat membahayakan jari tangan kita apabila terkena baling tersebut apalagi jika kita mempunyai anak kecil dirumah, biasanya anak kecil suka memasukkan jari tangan nya kecelah-celah kawat pelindung yang terdapat pada kipas angin.

Kipas angin dengan baling yang sudah lama tidak dibersihkan juga akan berdebu dan jika ingin membersihkan debu yang melekat pada baling tersebut kita harus membuka terlebih dahulu kawat pelindungnya. Hal ini tentu tidak efisien waktu. Jika baling tersebut dibiarkan kotor dan tidak dibersihkan dapat mengganggu kesehatan pernafasan kita karena aliran udara yang dihasilkan dari kipas, akan bercampur dengan debu yang kotor dan tidak higienis.

Teknologi berkembang sangat pesat dan semakin canggih seiring berkembangnya teknologi itu kipas angin juga mengalami perkembangan. Para insinyur di perusahaan *home technology* asal Inggris, Dyson menciptakan kipas angin Berteknologi *AirMultiplier* untuk mengatasi masalah klasik kipas angin konvensional.

Kipas angin berteknologi *Air Multiplier* ini prinsipnya mengikuti hukum fisika Bernoulli “Tekanan udara yang dihasilkan di sekeliling lingkaran lebih tinggi dibanding udara yang bergerak, maka udara bertekanan rendah di belakang kipas akan tersedot ke dalam lingkaran dan didorong ke depan dengan demikian udara yang dihembuskan lebih kuat”.

(Sumber: <http://bladeless-fan.html>)



Gambar 2.1 Contoh Kipas Angin Berteknologi *AirMultiplier*
(Sumber: <http://kipas-angin-tanpa-baling-baling.html>)

2.2 Prinsip Hukum Bernoulli

2.2.1 Prinsip Bernoulli

Prinsip Bernoulli adalah sebuah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Prinsip ini diambil dari nama ilmuwan Belanda/Swiss yang bernama Daniel Bernoulli. Dalam bentuknya yang sudah disederhanakan, secara umum terdapat dua bentuk persamaan Bernoulli, yang pertama berlaku untuk aliran tak termampatkan (*incompressible flow*), dan yang lain adalah untuk fluida termampatkan (*compressible flow*).

2.2.2 Aliran Tak-termampatkan dan Aliran Termampatkan

a. Aliran Tak-termampatkan

Aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan tidak berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut.

Contoh fluida tak-termampatkan adalah: air, berbagai jenis minyak, emulsi, dll.

$$P + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = \text{konstanta} \quad \dots(2.1)$$

(Sumber : Bruce R. Munson,2006)

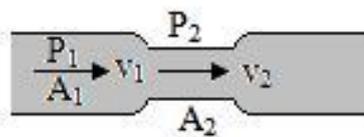
b. Aliran Termampatkan

Aliran termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida termampatkan adalah: udara, gas alam, dll.

Contoh dari aplikasi Persamaan Bernoulli untuk aliran termampatkan dan aliran tak-termampatkan adalah sebagai berikut:

- Efek Venturi

Selain teorema Torricelli, persamaan Bernoulli juga bisa diterapkan pada kasus khusus lain yakni ketika fluida mengalir dalam bagian pipa yang ketinggiannya hampir sama (perbedaan ketinggian kecil) seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Contoh Efek Venturi
(Sumber: <https://www.Fisikazone.com>)

Pada Gambar 2.1 di atas tampak bahwa ketinggian pipa, baik bagian pipa yang penampangnya besar maupun bagian pipa yang penampangnya kecil, hampir sama sehingga dianggap ketinggian alias h sama. Jika diterapkan pada kasus ini, maka persamaan Bernoulli berubah menjadi :

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \rightarrow h_1 = h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

.....(2.2)

(Sumber : Bruce R. Munson,2006)

Ketetapan untuk $\frac{1}{2} \rho$ konstanta adalah : $P_1 > P_2$

$$v_2 > v_1$$

Keterangan:

 v = Kecepatan Fluida g = Percepatan Gravitasi Bumi h = Ketinggian Relatif terhadap suatu Referensi P = Tekanan Fluida ρ = Densitas Fluida

(Sumber : Zoeb Husain,2008)

Ketika fluida melewati bagian pipa yang penampangnya kecil (A_2), maka laju fluida bertambah (ingat persamaan kontinuitas). Menurut prinsip Bernoulli, jika kelajuan fluida bertambah, maka tekanan fluida tersebut menjadi kecil. Jadi tekanan fluida di bagian pipa yang sempit lebih kecil tetapi laju aliran fluida lebih besar. Ini dikenal dengan julukan Efek Venturi dan menunjukkan secara kuantitatif bahwa jika laju aliran fluida tinggi, maka tekanan fluida menjadi kecil. Demikian pula sebaliknya, jika laju aliran fluida rendah maka tekanan fluida menjadi besar. Seperti persamaan berikut :

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{A_1 \cdot V_1}{A_2}$$

$$V_1 = \frac{A_2 \cdot V_2}{A_1}$$

$$\text{Maka : } V_2 > V_1 \quad \text{.....(2.3)}$$

2.3 Sensor Suhu LM35

Sensor suhu adalah komponen yang biasanya digunakan untuk merubah panas menjadi listrik untuk mempermudah dalam menganalisa besarnya. Untuk membuatnya ada dua cara yaitu dengan menggunakan bahan logam dan bahan

LM35 dapat disuplai dengan tegangan mulai 4V-20V DC dengan arus pengurasan 60 mikro ampere sehingga sangat mudah diaplikasikan pada sistem berbasis tegangan digital maupun analog. LM35 memiliki tingkat efek *self-heating* yang rendah yakni 0,08 derajat *Celcius*.

2.3.1 Karakteristik Sensor Suhu LM35

- Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
- Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu $0,5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C .
- Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai $+150^\circ\text{C}$.
- Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
- Memiliki arus rendah yaitu kurang dari $60 \mu\text{A}$.
- Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari $0,1^\circ\text{C}$ pada udara diam.
- Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1 \text{ W}$ untuk beban 1 mA
- Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}^\circ\text{C}$.

2.3.2 Akurasi Sensor Suhu LM35

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*selfheating*) kurang dari $0,1^\circ\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian kontrol yang sangat mudah.

IC LM35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai penguah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 Mv .

IC LM35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat *celcius* pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C , IC

LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM35 dapat dialiri arus $60 \mu A$ dari *supply* sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari $0^\circ C$ di dalam suhu ruangan.

Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam C (*celcius*), LM35 ini difungsikan sebagai *basic temperature sensor*. Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

- Kalibrasi dalam satuan derajat *celcius*.
- Lineritas $+10 \text{ mV}/^\circ C$.
- Akurasi $0,5^\circ C$ pada suhu ruang.
- Range $+2^\circ C - 150^\circ C$.
- Dioperasikan pada catu daya $4 \text{ V} - 30 \text{ V}$.
- Arus yang mengalir kurang dari $60 \mu A$

2.3.3 Prinsip Kerja Sensor Suhu LM35

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan $100^\circ C$ setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*selfheating*) kurang dari $0,1^\circ C$, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian kontrol yang sangat mudah.

IC LM35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^\circ C$ yang berarti bahwa kenaikan suhu $1^\circ C$ maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .

Rangkaian Sensor suhu LM35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat *celcius* pada *temperature* ruang. Jangka sensor mulai dari $-55^\circ C$ sampai dengan $150^\circ C$. IC LM35 dapat dialiri arus $60 \mu A$ dari *supply* sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari $0^\circ C$ di dalam suhu ruangan.

2.3.4 Jenis-jenis Sensor Suhu LM35

- LM35, LM35A memiliki *range* pengukuran *temperature*-55°C hingga +150°C.
 - LM35C, LM35CA memiliki *range* pengukuran *temperature* -40°C hingga +110°C.
 - LM35D memiliki *range* pengukuran *temperature* 0°C hingga +100°C.
- LM35

2.3.5 Kelebihan dan Kekurangan Sensor Suhu LM35

a. Kelebihan:

- Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai +150°C
- *Low self-heating*, sebesar 0.08°C
- Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30 V
- Rangkaian tidak rumit
- Tidak memerlukan pengkondisian sinyal

b. Kekurangan:

- Membutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi

(Sumber : [https://fti.uajy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2014/\(71\).pdf](https://fti.uajy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2014/(71).pdf))

2.4 Mikrokontroler ATmega328P

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital *input/output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan *power* USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai.



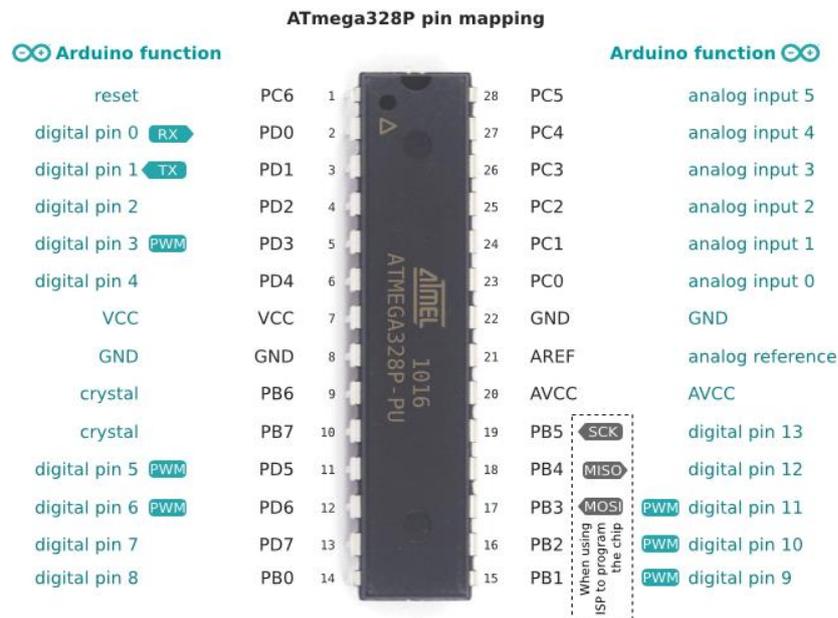
Gambar 2.5 Modul Arduino Uno
(Sumber: www.belajarduino.blogspot.co.id)

Manfaat dari penggunaan arduino adalah sebagai berikut :

- *developproject* mikrokontroler akan menjadi lebih dan menyenangkan. Tinggal colok ke USB, dan tidak perlu membuat *downloader* untuk *mendownload* program yang telah kita buat.
- Didukung oleh Arduino IDE, bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap *librarynya*.
- Terdapat modul yang siap pakai/*shield* yang bisa langsung dipasang pada board Arduino dukungan dokumentasi yang bagus dan komunitas yang solid

2.4.1 Konfigurasi Pin ATmega328P

ATmega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), *peripheral* (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin ATmega328P

(Sumber: <http://www.jasonvolk.com/wp-content/uploads/2010/04/mega328p.jpg>)

ATmega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya yaitu:

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini:

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- d. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.

- f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.

2. Port C

PortC merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital. Fungsi alternatif PORTC antara lain sebagai berikut:

- a. ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah *input* yang berupa tegangan analog menjadi data digital.
- b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai *input/output*. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini:

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.

- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan input untuk analog comparator.

2.4.2 Memory ATmega328P

ATmega328P adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

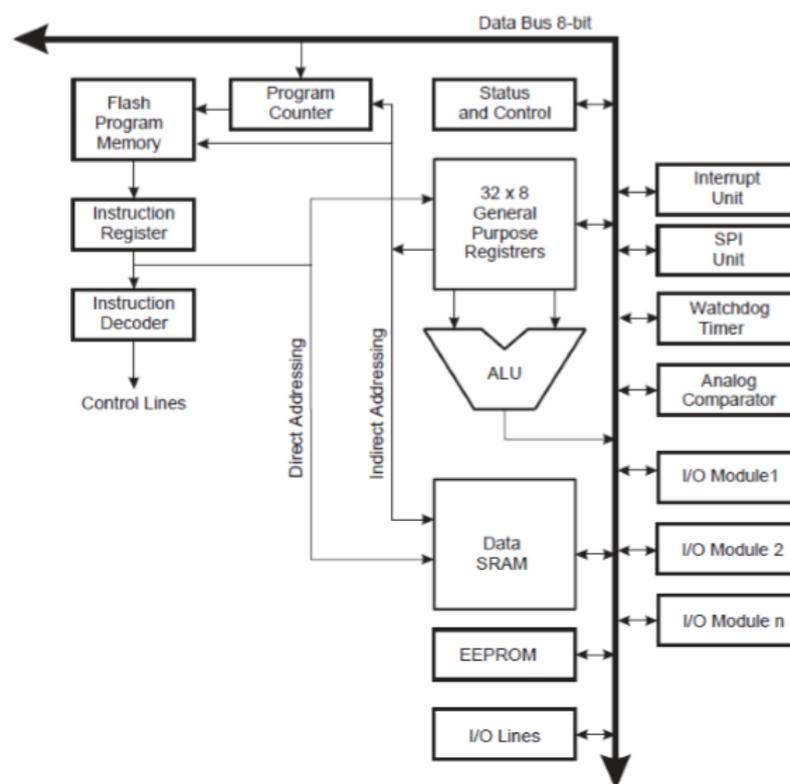
- a. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- b. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- c. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- d. 32 x 8-bit *register* serba guna.
- e. Dengan *clock* 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- f. 32KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- g. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- h. Mikrokontroler ATmega328P memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari *register* serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak

langsung untuk mengambil data pada ruang memori data Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan *register X* (gabungan R26 dan R27), *register Y* (gabungan R28 dan R29), dan *register Z* (gabungan R30 dan R31).

Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit, Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain *register* serba guna di atas, terdapat *register* lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. *Register* – *register* ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

Berikut ini adalah tampilan Arsitektur dari ATmega328P :



Gambar 2.7 Arsitektur ATmega328P

(Sumber : repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/.../4/Chapter%20II.pdf)

2.4.3 *Input dan Output ATmega 328P*

ATmega 328P memiliki 14 pin dan dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi pin *Mode*, digital *Write* dan digital *Read*. Beroperasi pada 5 Volt. Setiap pin memberikan atau menerima arus sebesar 40 mA. Berikut adalah pin input dan output pada arduino uno :

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk mengirim dan menerima TTL serial data. Pin ini terkoneksi untuk menghubungkan ATmega8U2 USB ke TTL serial chip.
- *External Interrupts* : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigusi untuk mentrigger *interrupt* dengan nilai yang rendah.
- PWM : 3,5,6,10,11. Menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan fungsi analog Write()
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) pin ini digunakan untuk membantu komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- LED : 13. Pin yang terdapat LED yang terkoneksi pada pin 13.
- Arduino Uno memiliki 6 input analog, A0 sampai A5, setiap pin menyediakan 10 bit resolusi (1024 nilai yang berbeda).

Tambahan, beberapa pin memiliki fungsi special :

TWI : A4 atau pin SDA dan A5 atau SCL, Ini adalah beberapa pin lain yang ada pada arduino uno :

- AREF. Referensi tegangan untuk analog input. Digunakan dengan fungsi analog Reference.
- Reset. Digunakan untuk menghapus program yang sudah ter upload di dalam modul arduino uno.

(**Sumber** : modul.mercubuana.ac.id/files/ft/.../Jurnal%20Skripsi.docx)

2.5 **Potensiometer**

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer

terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. Untuk penggunaannya potensiometer pada kipas angin berteknologi air multiplier ini digunakan sebagai sarana untuk mengatur kecepatan dari putaran motor AC dengan derajat putaran putaran 34° untuk mengatur kecepatan motor *Low*, 180° untuk mengatur kecepatan motor dengan keadaan *MEDIUM*, 360° untuk mengatur kecepatan motor dengan keadaan motor *HIGH*.

2.5.1 Jenis-jenis Potensiometer

Berdasarkan bentuknya, Potensiometer dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

- Potensiometer Slider
Potensiometer Silinder yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara menggeserkan *Wiper*-nya dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas sesuai dengan pemasangannya. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk menggeser *wiper*-nya.
- Potensiometer *Rotary*
Potensiometer Rotary yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara memutar *Wiper*-nya sepanjang lintasan yang melingkar. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk memutar wiper tersebut. Oleh karena itu, Potensiometer *Rotary* sering disebut juga dengan Thumbwheel Potentiometer.
- Potensiometer Trimmer
Potensio Motor yaitu Potensiometer yang bentuknya kecil dan harus menggunakan alat khusus seperti Obeng (*screwdriver*) untuk memutarnya. Potensiometer Trimmer ini biasanya dipasangkan di PCB dan jarang dilakukan pengaturannya.

2.5.2 Prinsip Kerja Potensiometer

Sebuah Potensiometer (POT) terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur (*track*) dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal lainnya (biasanya berada di tengah) adalah Penyapu (*Wiper*) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif (*Resistive*). Pergerakan

Penyapu (*Wiper*) pada Jalur Elemen Resistif inilah yang mengatur naik-turunnya Nilai Resistansi sebuah Potensiometer.

Elemen Resistif pada Potensiometer umumnya terbuat dari bahan campuran Metal logam dan Keramik ataupun Bahan Karbon (*Carbon*).

Berdasarkan *Track* (jalur) elemen resistif-nya, Potensiometer dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu Potensiometer Linear (*Linear Potentiometer*) dan Potensiometer Logaritmik (*Logarithmic Potentiometer*).

2.5.3. Fungsi-fungsi Potensiometer

Dengan kemampuan yang dapat mengubah resistansi atau hambatan, Potensiometer sering digunakan dalam rangkaian atau peralatan Elektronika dengan fungsi-fungsi sebagai berikut :

- Sebagai pengatur Volume pada berbagai peralatan Audio/Video seperti Amplifier, Tape Mobil, DVD Player.
- Sebagai Pengatur Tegangan pada Rangkaian *Power Supply*
- Sebagai Pembagi Tegangan
- Aplikasi Switch TRIAC
- Digunakan sebagai *Joystick* pada Transduser
- Sebagai Pengendali Level Sinyal

2.6 Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

(Sumber : <https://industri3601.com/relay/>)

Relay yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut.

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.

Sebagai komponen elektronika, *relay* mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian *relay* dapat berfungsi sebagai pengaman.

(**Sumber** : <https://industri3601.com/relay/>)

Relay berfungsi sebagai saklar yang bekerja berdasarkan *input* yang dimilikinya (Budiharto, 2005).

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan *Normally Close* (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama *relay* yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, yang terdiri dari *Normally Close* dan *Normally Open*.



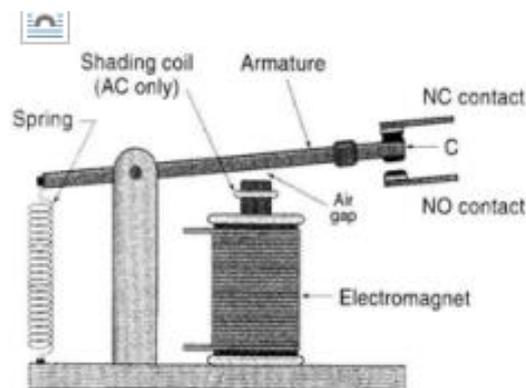
Gambar 2.8 *Relay*

(**Sumber** : <http://www.buildcircuit.com/wp-content/uploads/2014/02/relay-2.jpg>)

2.6.1 Prinsip Kerja *Relay*

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. *Relay* terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

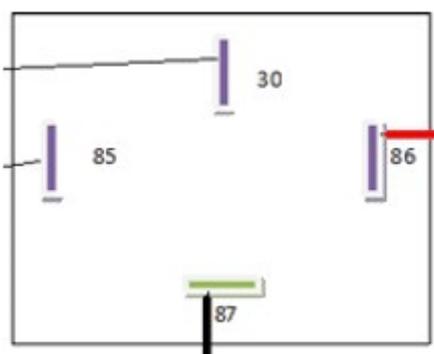
1. *Coil* atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*.
2. *Contact* atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).



Gambar 2.9 Prinsip Kerja *Relay*
(Sumber : <https://industri3601.com/relay/>)

Cara kerja *relay* adalah sebagai berikut :

1. Saat Coil mendapatkan energi listrik (*energized*) akan menimbulkan gaya elektromagnetik.
2. Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (*armature*) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik kontak



Gambar 2.10 *Relay* Segi (contoh : Hella, Bosch dll)
(Sumber : <https://industri3601.com/relay/>)

Relay terdiri dari 2 terminal trigger, 1 terminal input dan 1 terminal *output*, penjelasannya sebagai berikut:

1. Terminal trigger : yaitu terminal yang akan mengaktifkan *relay*, seperti alat elektronik lainnya *relay* akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh *relay* yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86.
2. Terminal *input* : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan.pada contoh adalah terminal 30
3. Terminal *output* : yaitu tempat keluarnya *output* pada contoh adalah terminal 87

2.6.2 Fungsi *Relay*

Fungsi atau kegunaan *relay* dalam dunia elektronika sebenarnya juga sama seperti dalam teknik listrik. Hanya saja kebanyakan *relay* yang digunakan dalam teknik elektronika adalah *relay* dengan voltase kecil seperti 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt berbeda dengan teknik listrik yang memakai *relay* 220 Volt dan 110 Volt. Namun ada juga dalam teknik elektronika yang memakai *relay* dengan voltase tinggi. Walau ada perbedaan pemakaian voltase pada *relay*, sebenarnya *relay* memiliki fungsi atau kegunaan yang sama yakni sebagai alat pengganti saklar yang bekerja untuk mengontrol atau membagi arus listrik ataupun sinyal lain ke sirkuit rangkaian lainnya.

(**Sumber** : <https://industri3601.com/relay/>)

Secara garis besar, fungsi *relay* adalah sebagai berikut.

- Kontrol tegangan tinggi rangkaian dengan sinyal bertegangan rendah, seperti dalam beberapa jenis modem atau audio amplifier.
- Kontrol sebuah rangkaian arus tinggi dengan sinyal arus rendah, seperti pada solenoid starter dari sebuah mobil.
- Mendeteksi dan mengisolasi kesalahan pada jalur transmisi dan distribusi dengan membuka dan menutup pemutus rangkaian (perlindungan *relay*).
- Sebuah kumpulan *relay* DPDT AC dengan kemasan “*icecube*”.
- Isolasi mengendalikan rangkaian dari rangkaian yang dikontrol ketika kedua berada pada potensi yang berbeda, misalnya ketika mengendalikan sebuah perangkat bertenaga utama dari tegangan rendah switch. Yang

terakhir ini sering digunakan untuk mengontrol pencahayaan kantor sebagai kawat tegangan rendah dapat dengan mudah diinstal di partisi, yang dapat dipindahkan sesuai kebutuhan sering berubah. Mereka mungkin juga akan dikendalikan oleh hunian kamar detektor dalam upaya untuk menghemat energi.

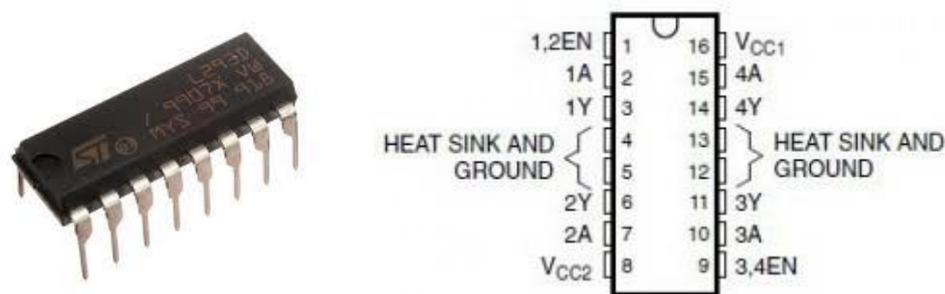
- Logika fungsi, Sebagai contoh, dan fungsi boolean direalisasikan dengan menghubungkan *relay* normal kontak terbuka secara seri, maka fungsi atau dengan menghubungkan normal kontak terbuka secara paralel. Perubahan atas atau Formulir C kontak melakukan XOR fungsi, Fungsi yang sama untuk NAND dan NOR yang dicapai dengan menggunakan kontak normal tertutup. Tangga bahasa pemrograman yang sering digunakan untuk merancang jaringan logika *relay*.
- Awal komputasi, Sebelum tabung vakum dan transistor, *relay* digunakan sebagai unsur-unsur logis dalam komputer digital.
- *Safety* logika kritis, Karena *relay* jauh lebih tahan daripada semikonduktor radiasi nuklir, mereka banyak digunakan dalam keselamatan logika kritis, seperti panel kontrol penanganan limbah radioaktif mesin.
- Waktu tunda fungsi, *Relay* dapat dimodifikasi untuk menunda pembukaan atau penutupan menunda satu set kontak. Yang sangat singkat (sepersekian detik) penundaan ini akan menggunakan tembaga disk antara angker dan bergerak *blade* perakitan. Arus yang mengalir dalam *disk* mempertahankan medan magnet untuk waktu yang singkat, memperpanjang waktu rilis. Untuk sedikit lebih lama (sampai satu menit) keterlambatan, sebuah dashpot digunakan. Sebuah dashpot adalah sebuah piston diisi dengan cairan yang diperbolehkan untuk melarikan diri perlahan-lahan. Jangka waktu dapat divariasikan dengan meningkatkan atau menurunkan laju aliran. Untuk jangka waktu lebih lama, mesin jam mekanik timer diinstal.

Pada dasarnya, *relay* terdiri dari lilitan kawat pada suatu inti besi lunak berubah dari magnet yang menarik atau menolak suatu pegas sehingga

kontak pun menutup atau membuka. Dalam hal ini *relay* yang akan digunakan jenis *Relay SPST (Single Pole Single Through)*.

2.7 IC L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus untuk *driver* motor dc dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL (*Transistor – transistor logic*) maupun mikrokontroler. Motor dc yang dikontrol dengan *driver* IC L293D dapat dihubungkan ke *ground* maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 *unitchip* IC L293D terdiri dari 4 buah *driver* motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 *Ampere* tiap *drivernya*. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver H-bridge* untuk 2 buah motor DC. Gambar 2.11 memperlihatkan konstruksi pin IC l293D sebagai berikut :



Gambar 2.11 Konstruksi Pin dan Bentuk Fisik IC L293D
(Sumber : www.alldatasheet.com/ICL293D)

Adapun Fungsi Pin IC L293D adalah sebagai berikut :

1. Pin EN (*Enable*, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengizinkan *driver* menerima perintah untuk menggerakkan motor dc.
2. Pin In (*Input*, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor dc.
3. Pin Out (*Output*, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur *output* masing-masing driver yang dihubungkan ke motor dc.
4. Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor dc, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver (biasanya diberikan tegangan 5 volt) dan VCC2 adalah jalur input

sumber tegangan untuk motor dc yang dikendalikan (biasanya diberikan tegangan 12 volt).

5. Pin GND (*Ground*) adalah jalur yang harus dihubungkan ke *ground*, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

IC L293D memiliki fitur yang lengkap untuk sebuah *driver* motor dc sehingga dapat diaplikasikan untuk mengendalikan beberapa jenis motor dc. Fitur yang dimiliki IC L293D sesuai dengan *datasheet* adalah sebagai berikut :

1. *Wide Supply - Voltage Range* : 4.5 V to 36 V.
2. *Separate Input - Logic Supply*.
3. *Internal ESD Protection*.
4. *Thermal Shutdown*.
5. *High – Noise - Immunity Inputs*.
6. *Functionally Similar* to SGS L293 dan SGS L293D.
7. *Output Current* 1 A Per Channel (600 mA for L293D).
8. *Peak Output Current* 2 A Per Channel (1.2 A for L293D).
9. *Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression* (L293D).

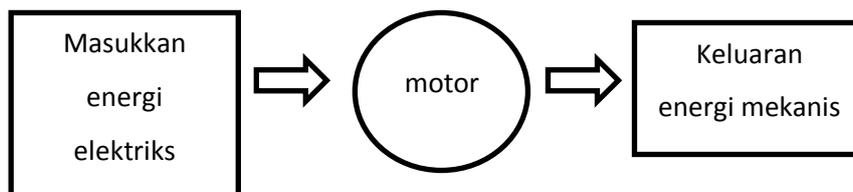
2.8 Motor DC

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC adalah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC.

Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran dan merupakan tegangan bolak-balik.

2.8.1 Sistem Penggerak Motor DC

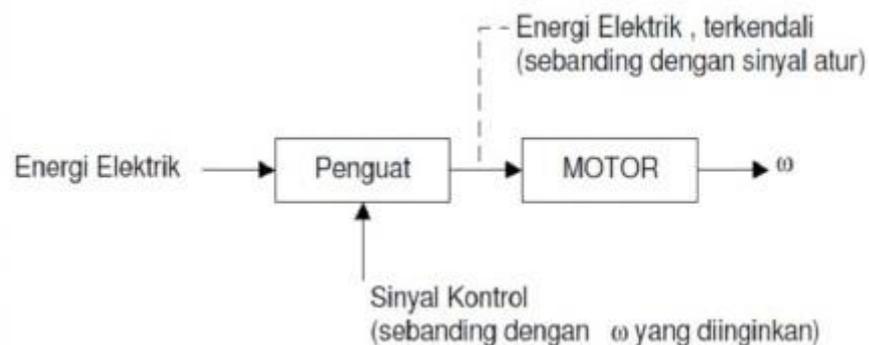
Sistem Penggerak Motor DC mengacu pada konsep pengaturan kecepatan motor sehingga bergerak sesuai dengan sinyal perintah (*Actuating Signal*). Representasi dari sistem kendali kecepatan suatu motor listrik dapat digambarkan dengan sistem dengan satu masukan dan satu keluaran (*Single Input Single output/SISO*) yaitu:



Gambar 2.12 Sistem Penggerak Motor DC

(Sumber: http://www.academia.edu/7321086/Sistem_Penggerak_Motor_DC_DC_Drive_System_Of_DC_Motor)

Agar dapat mengendalikan putaran motor, ditambahkan suatu komponen lain yang mengendalikan besar masukan energi (Kontroler) dimana dapat dipakai *system sensor less* dengan menurunkan persamaan elektris dan mekanis motor atau dengan menggunakan observer/sensor yang dapat mengetahui pergerakan motor untuk kemudian memberikan sinyal kendali (*feedback signal*) agar pergerakan motor dapat dikendalikan.



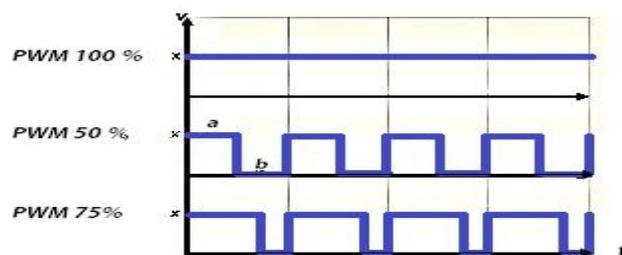
Gambar 2.13 Sistem Kendali

Sistem kendali seperti di atas, dengan masukan *plant* yang tidak tergantung dari keluaran dikenal dengan sistem kontrol lingkaran terbuka (*open - loop control system*).

2.8.2 Pengaturan Motor DC Menggunakan *Pulse-Width Modulation*

Pulse-Width Modulation (PWM) adalah suatu teknik manipulasi dalam pengemudi motor (atau perangkat elektronik berarus besar lainnya) yang menggunakan prinsip *cut-off* dan saturasi. *Pulse-Width Modulation* dapat juga diartikan sebagai sebuah teknik untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang-ulang berupa *high* dan *low* yang dapat mengontrol durasi sinyal *high* dan *low* sesuai dengan yang diinginkan (Endra Pitowarno, 2006 : 90).

Salah satu cara untuk mengatur kecepatan putar motor dc adalah dengan metode modulasi lebar pulsa. Gambar dibawah ini menunjukkan ilustrasi PWM, 100%, 50%, dan 75%. Sumbu vertikal menunjukkan besarnya tegangan dan sumbu horizontal menunjukkan waktu. x menandakan tegangan maksimum dari suatu sistem. Gambar 2.6 menunjukkan ilustrasi dari bentuk gelombang PWM itu sendiri.



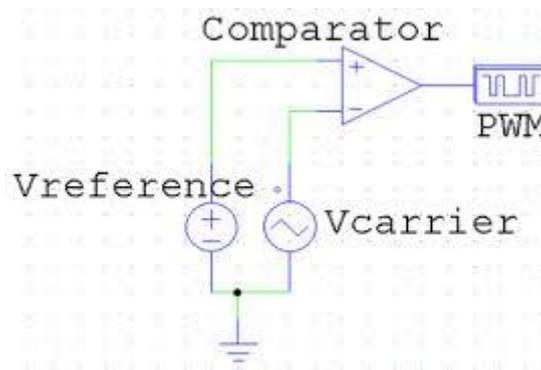
Gambar 2.14 Ilustrasi PWM

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=667&tbn=isc&sa=1&q=l=img.13> di akses tanggal 5 juni 2016 pukul 23.37)

2.8.3 Jenis *Pulse-Width Modulation*

1. Analog

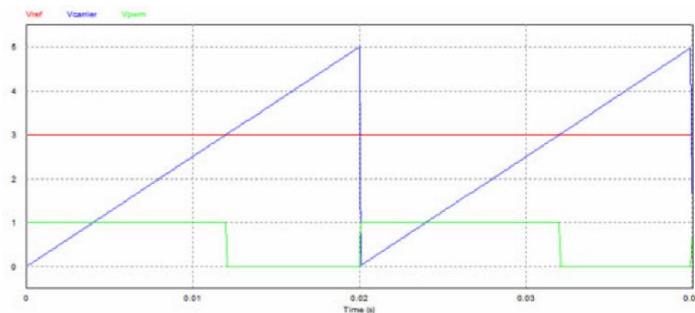
Pembangkitan sinyal PWM yang paling sederhana adalah dengan cara membandingkan sinyal gigi gergaji sebagai tegangan *carrier* dengan tegangan referensi menggunakan rangkaian op-amp comparator.



Gambar 2.15 Rangkaian PWM analog

(sumber: <https://www.google.co.id/search?q=rangkaian+pwm+analog&source>)

Cara kerja dari komparator analog ini adalah membandingkan gelombang tegangan gigi gergaji dengan tegangan referensi seperti yang terlihat pada gambar dibawah. Gambar 2.16 menggambarkan pembentukan sinyal PWM.



Gambar 2.16 Pembentukan sinyal PWM

saat nilai tegangan referensi lebih besar dari tegangan *carrier* (gigi gergaji) maka *output* comparator akan bernilai *high*. Namun saat tegangan referensi bernilai lebih kecil dari tegangan *carrier*, maka *output* comparator akan bernilai *low*. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari komparator inilah, untuk mengubah *duty cycle* dari sinyal *output* cukup dengan mengubah-ubah besar tegangan referensi.

2. Digital

Pada metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Misalkan PWM digital 8 bit berarti PWM tersebut memiliki resolusi $2^8 = 256$, maksudnya nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0 – 255 yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

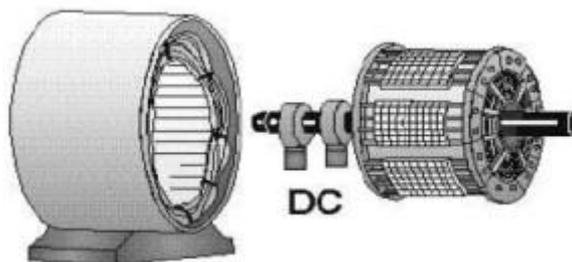
2.9 Motor AC

Motor AC terbagi menjadi dua jenis yaitu:

a. Motor Sinkron

Motor sinkron dan motor induksi, motor sinkron adalah motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap dalam sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki *torque* awal yang rendah, dan oleh karena itu motorsinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-ac/>)



Gambar 2.17 Motor AC sinkron

(Sumber: <http://zoniaelektro.net/motor-ac/>)

Komponen utama motor AC sinkron :

- Rotor

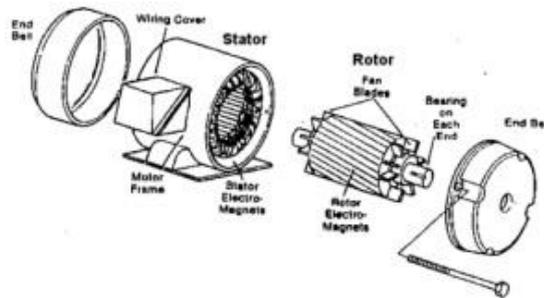
Rotor, Perbedaan utama antarmotor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan, sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi.

- Rotor

Rotor memiliki magnet permanen atau arus *DC-excited*, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dihasilkan.

b. Motor AC Induksi (Motor Induksi)

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.



Gambar 2.18 Motor Induksi
(Sumber: <http://zoniaelektro.net/motor-ac/>)

Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama yaitu rotor dan stator:

- Rotor

Rotor yang terdapat pada motor induksi ini bentuknya menyerupai kandang tupai dan sering disebut rotor kandang tupai, Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.

Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.

- Stator

Stator dibuat dari sejumlah *stampings* dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase, Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.

2.9.1 Sistem Pengaturan Kecepatan Motor AC

Sistem pengaturan kecepatan motor AC menggunakan potensiometer, dimana potensiometer tersebut dapat mengubah nilai resistansi. Jika resistansinya di naikkan maka nilai tegangan pada motor akan naik, dan kecepatan motor akan bertambah cepat.



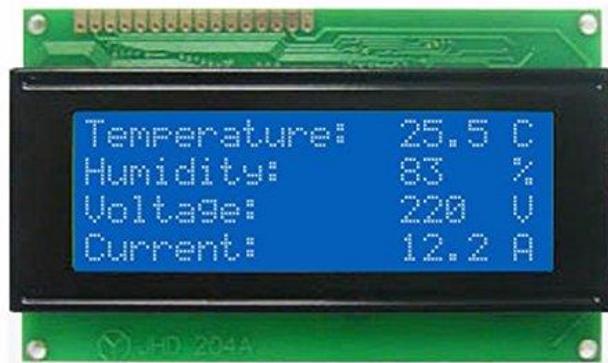
Gambar 2.19 Rangkaian pengaturan Kecepatan Motor AC

(sumber: <https://produkinovatif.com/tag/pengatur-kecepatan-motor-ac-1-fasa-220v/>)

2.10 LCD (*LiquidCrystalDisplay*)

2.10.1 Pengertian dan Fungsi LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, selain itu LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan karakter ataupun gambar.



Gambar 2.20 LCD Display 2x16
(Sumber: www.leselektronika.com)

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register, memori yang digunakan adalah:

- **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan
- **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat berubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD.

Register kontrol yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- Register data yaitu register menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, baik data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk dalam perintah sedangkan logika *high* menunjukkan data.
- **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.10.2 Penulisan Data *Register* Perintah LCD M1632

Penulisan data ke *Register* Perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data*. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke *Register* Perintah, RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. Nibble tinggi (bit 7 sampai bit 4) terlebih dahulu dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada *E Clock*. Kemudian Nibble rendah (bit 3 sampai bit 0) dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada *E Clock* lagi. Untuk mode 8 bit *interface*, proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit (bit 7 sampai bit 0) dan diawali sebuah pulsa logika 1 pada *E Clock*.

(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display-dot-matrix2x16-m1632/>)

2.10.3 Pembacaan Data Register Perintah LCD M1632

Proses pembacaan data pada *register* perintah biasa digunakan untuk melihat status busy dari LCD atau membaca *Address Counter*. RS diatur pada logika 0 untuk akses ke Register Perintah, R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan proses pembacaan data. 4 bit nibble tinggi dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada *E Clock* dan kemudian 4 bit nibble rendah dibaca dengan

LCD akan digunakan pada rangkaian kipas angin berteknologi Air Multiplier untuk menampilkan berapa suhu yang terdeteksi dari sensor saat bekerja. LCD juga berfungsi sebagai monitoring kita untuk menentukan kebenaran dari program bahwa kipas angin akan hidup jika suhu mencapai $25^{\circ}C$ atau lebih tinggi dan kipas angin akan mati apabila suhu mencapai $23^{\circ}C$ atau lebih rendah.