

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 IP Camera Mini

IP Camera Mini adalah sebuah kamera mini yang dapat menampilkan hasil rekaman *live streaming* dari mana saja dengan jaringan internet. IP Camera Mini memiliki desain yang *portable* dengan dimensi yang cukup mini sekitar 55mm x 28mm x 20 mm. Desainnya yang mini memungkinkan untuk dapat ditaruh maupun dibawa kemana saja sesuai kebutuhan. Untuk mengetahui bentuk dari IP Camera Mini dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini.



**Gambar 2.1** IP Camera Mini Wifi P2P

(Sumber : <https://tokokomputer007.com> )

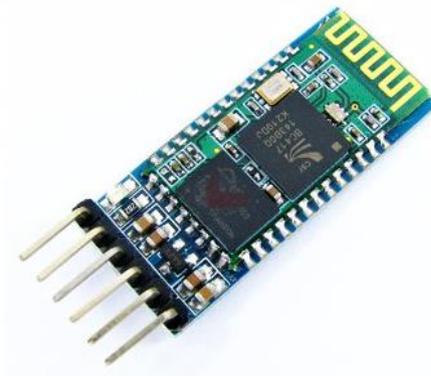
Kamera jenis ini dapat terkoneksi dengan *gadget* secara *peer to peer*, dan mendukung jenis *software* seperti PC, Laptop, IOS, Windows, Tablet maupun Android. Selain itu kamera ini juga dapat menggunakan jaringan *wifi* ruangan agar dapat melakukan pemantauan selama 24 jam dari mana saja, baik luar kota maupun dalam kota.

Untuk sumber tegangannya kamera ini menggunakan *battery lithium* 300mA dengan besar tegangan yang dibutuhkan sekitar 5V/1A. Kamera ini dilengkapi dengan *TF Card* hingga 32GB yang dapat menyimpan hasil rekaman dengan mudah tanpa harus terhubung dengan Laptop atau PC yang merepotkan.

*IP Camera Mini* memiliki hasil rekaman beresolusi yang cukup tinggi hingga 640 *pixel*. *IP Camera Mini* yang *portable* ini juga sudah dibekali dengan fitur *night vision* dengan jarak hingga 1 meter, yang memudahkan kita untuk merekam gambar baik siang maupun malam. Jadi untuk mengambil gambar maupun video dari kamera ini cukup dengan menghubungkan jaringan *wifi* ke *Android* maupun Laptop secara langsung.

## 2.2 *Bluetooth Module HC-05*

HC-05 adalah sebuah modul *bluetooth SPP (Serial Port Protocol)* yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless* (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke *bluetooth*. HC-05 menggunakan modulasi *bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)* 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz.



**Gambar 2.2** *Bluetooth Module HC-05*

(Sumber : <https://splashtronic.wordpress.com>)

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.

Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan *driver* khusus. Untuk berkomunikasi antar *bluetooth*, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara *master* dan *slave*.
2. *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*).

Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan.

### **2.3 Mikrokontroler**

Mikrokontroler atau kadang dinamakan pengontrol tertanam (*embedded controller*) adalah suatu sistem yang mengandung masukan/keluaran, memori, dan prosesor yang digunakan pada produk seperti mesin cuci, pemutar video, mobil dan telepon. Pada prinsipnya, mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang bersifat berulang, dan dapat berinteraksi dengan peranti-peranti eksternal, seperti sensor ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap suatu objek, penerima GPS untuk memperoleh data posisi kebumian dari satelit, dan motor untuk mengontrol gerakan pada robot. Sebagai komputer yang berukuran kecil, mikrokontroler cocok diaplikasikan pada benda-benda yang berukuran kecil, misalnya sebagai pengendali pada *QuadCopter* ataupun robot. (Kadir, A. 2014)

#### **2.3.1 Arduino**

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah

*software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.

Arduino sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Jenis-jenis arduino tersebut, diantaranya adalah :

- Arduino UNO
- Arduino MEGA
- Arduino Yun
- Arduino Esplora
- Arduino Lilypad
- Arduino Promini
- Arduino Nano
- Arduino Fio
- Arduino Due

Dengan begitu beragamnya papan Arduino yang ada di pasaran, tipe papan yang paling banyak digunakan oleh para aktivis Arduino saat ini adalah tipe *Duemilanove* atau *Uno*. Arduino Uno adalah generasi yang terakhir setelah *Duemilanove* dan dari sisi harganya sedikit lebih mahal karena memiliki spesifikasi yang lebih tinggi (mikrokontroler: Atmega328 dan flash memory: 32 KB).

### **2.3.2 Arduino UNO**

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

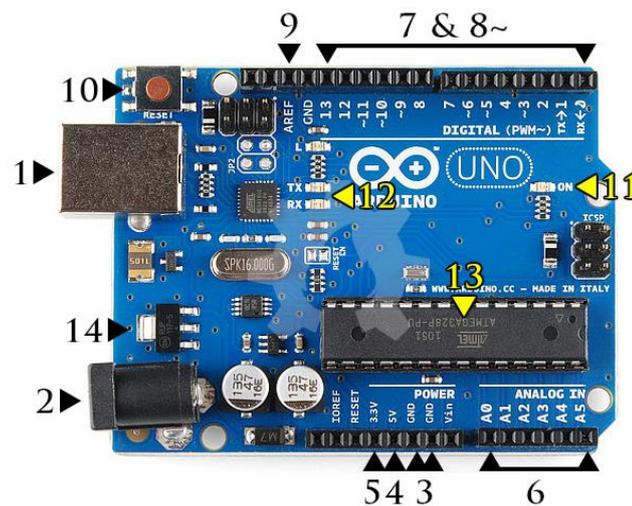


**Gambar 2.3** Arduino UNO

(Sumber : [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian *board* USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk *platform* Arduino.

### 2.3.3 Bagian-bagian dari Arduino Uno



**Gambar 2.4** Bagian-bagian Arduino UNO

(Sumber : <https://indoware.com>)

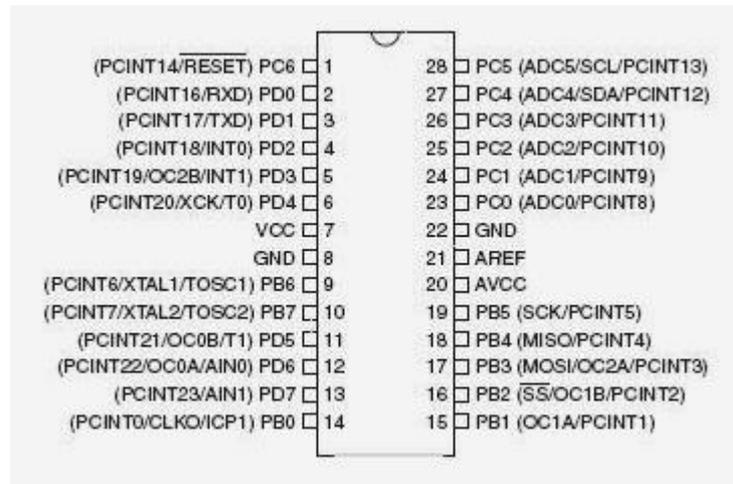
**Tabel 2.1** Konfigurasi Pin Arduino UNO

No	Nama	Deskripsi
1	USB <i>Female Type-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan <i>Arduino</i>
2	<i>Barrel Jack</i>	Sebagai <i>input</i> sumber antara 5-12 V
3	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan ( <i>Ground</i> )
4	Pin 5V	Sebagai sumber tegangan 5V
5	Pin 3.3V	Sebagai sumber tegangan 3.3V
6	A0-A5	Sebagai <i>analog input</i>
7	2 -13	Sebagai <i>I/O digital</i>
8	0 – 1	Sebagai <i>I/O</i> sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9	AREF	Sebagai <i>analog</i> referensi untuk fungsi ADC
10	Tombol RESET	Sebagai perintah <i>Reset Arduino</i>
11	LED	Sebagai indikator daya
12	LED Rx Tx	Sebagai indikator Rx Tx saat pengisian program
13	Mikrokontroler	Sebagai otak <i>arduino</i> dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui <i>barrel jack</i> dengan tegangan yang masuk melalui <i>barrel jack</i> dengan tegangan maksimal <i>input</i> sebesar 20V

#### 2.3.4 Komponen Utama Arduino Uno

Komponen utama pada papan Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merek **ATmega** yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, pada Arduino Uno menggunakan ATmega328.

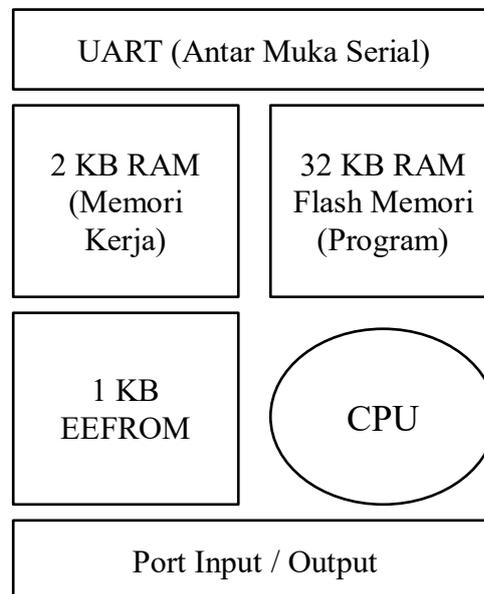
ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai alternatif lainnya.



**Gambar 2.5** Pin Mikrokontroler ATMEGA 328

(Sumber : Gravitech\_Atmega328\_datasheet.pdf)

Berikut ini adalah contoh diagram blok sederhana dari mikrokontroler ATmega328 yang dipakai pada Arduino Uno.



**Gambar 2.6** Blok Diagram Mikrokontroler ATmega328 pada Arduino

Penjelasan dari blok-blok diatas adalah sebagai berikut:

- *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- 2KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- 32KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*.

**Bootloader** adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.

- 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
- *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- *Port input/output*, pin-pin untuk menerima data (*input*) *digital* atau *analog*, dan mengeluarkan data (*output*) *digital* atau *analog*.

### 2.3.5 Software Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, 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 dibenamkan 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.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

#### 2.4 Motor Driver L293D

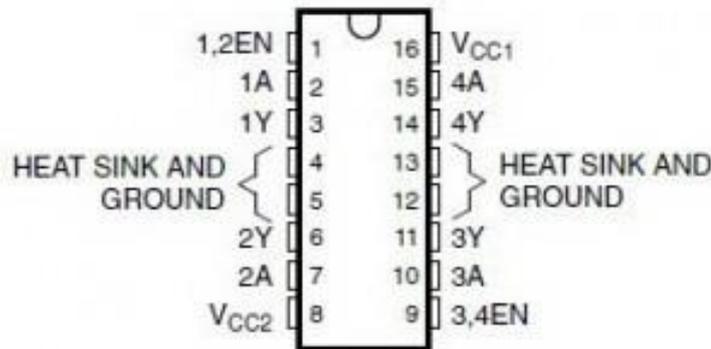
IC L293D merupakan sebuah IC yang didesain khusus sebagai *driver motor* dan dapat dikendalikan oleh rangkaian TTL maupun mikrokontroler. *Driver Motor DC* ini dapat digunakan untuk mengendalikan motor DC secara kontinyu ataupun dengan teknik PWM. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah *driver motor* DC yang berdiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap *driver*-nya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver H-bridge* untuk 2 buah motor DC.



**Gambar 2.7** Bentuk Fisik IC L293D

(Sumber : <http://www.leselektronika.com/>)

Konstruksi pin dari *driver motor* DC IC L293D adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.8** Kontruksi Pin IC L293D

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/>)

*Driver motor* DC IC L293D ini memiliki 16 pin yang dimana dibagi menjadi dua bagian untuk mengontrol 2 buah motor DC. Masing-masing bagian terdiri dari pin 1 pin EN (Enabled), 2 buah pin Input dan 2 buah pin Output. Serta memiliki 2 buah pin VCC dan 4 buah pin GND (Ground). Motor DC yang dikontrol dengan *driver* IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif (Vcc) karena di dalam *driver* L293D sistem *driver* yang digunakan adalah *totem pool*.

Adapun fungsi dari masing-masing pin tersebut adalah :

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

### 2.4.1 Konfigurasi Kontrol Rangkaian dengan IC L293D

Untuk megoperasikan rangkaian *Driver Motor DC* dengan IC L293D ini adalah dengan memberikan logika HIGH dan LOW atau dengan pulsa PWM pada teminal input 1A – 1B dan terminal 2A – 2B. Jalur input Enable 1 dan Enable 2 digunakan untuk mengaktifkan *driver motor DC H-Bridge* pada IC L293D. Konfigurasi kontrol rangkaian *driver motor DC* dengan IC L293D dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.2** Kontrol *Driver Motor* dengan IC L293D

Enable	Input A	Input B	Status Motor DC
0	X	X	Motor Diam
1	0	1	Bergerak berlawanan arah jarum jam
1	1	0	Bergerak searah jarum jam
1	1	1	Break
1	0	0	Break

Prinsip kerja *driver motor* IC L293D dapat dilihat dari masing-masing fungsi pin Enable yaitu pin EN1 berfungsi untuk mengenablekan motor 1 (ON/OFF) yang biasanya dihubungkan dengan PWM untuk mengontrol kecepatan motor. Sedangkan untuk EN2 fungsinya sama dengan EN1 hanya saja EN2 ini bertugas untuk mengontrol motor DC 2. Sementara untuk mengontrol arah putar dari masing-masing motor dapat dilihat pada table 2.3 berikut ini :

**Tabel 2.3** Kontrol *Driver Motor* IC L293D Pada Masing-masing *Enable*

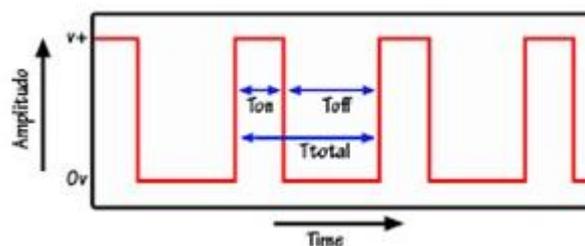
IN 1	IN 2	Kondisi Motor 1
0	0	Stop
1	0	Putar berlawanan jarum jam (CCW)
0	1	Putar searah jarum jam (CW)
1	1	Stop

IN 3	IN 4	Kondisi Motor 2
0	0	Stop
1	0	Putar berlawanan jarum jam (CCW)
0	1	Putar searah jarum jam (CW)
1	1	Stop

Jika IN1 diberi logika 1 dan IN2 diberi logika 0, maka motor A akan berputar berlawanan arah jarum jam. Dan sebaliknya jika IN1 diberi logika 0 dan IN2 diberi logika 1, maka motor akan berputar searah jarum jam. Jika memberi logika 1 atau 0 pada IN1 dan IN2 secara bersamaan, maka motor A akan berhenti (pengereman secara cepat). Begitu juga dengan motor B. Sementara untuk mengatur kecepatan motornya adalah dengan mengatur input dari enable 1 (pin 1) dan enable 2 (pin 9) menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*).

#### 2.4.2 PWM (*Pulse Width Modulation*)

*Pulse Width Modulation* (PWM) atau modulasi lebar pulsa, adalah teknik pengubahan sinyal *digital* berupa gelombang kotak (*square wave*) dimana *duty cycle* dari gelombang kotak tersebut dapat diatur sesuai dengan kebutuhan sistem. *Duty cycle* adalah perbandingan lama waktu suatu sinyal berada dalam kondisi *high* dengan lama waktu suatu sinyal tersebut dalam kondisi (*high+low*). Untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 2.12 berikut.



**Gambar 2.9** Gelombang Kotak (Pulsa)

(Sumber : <http://kl801.ilearning.me/>)

**Ton** adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca : *high* atau 1). **Toff** adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca : *low* atau 0). Anggap **Ttotal** adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara **Ton** dengan **Toff**, biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$\mathbf{Ttotal = Ton+Toff} \dots\dots\dots (1)$$

Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang didefinisikan sebagai,

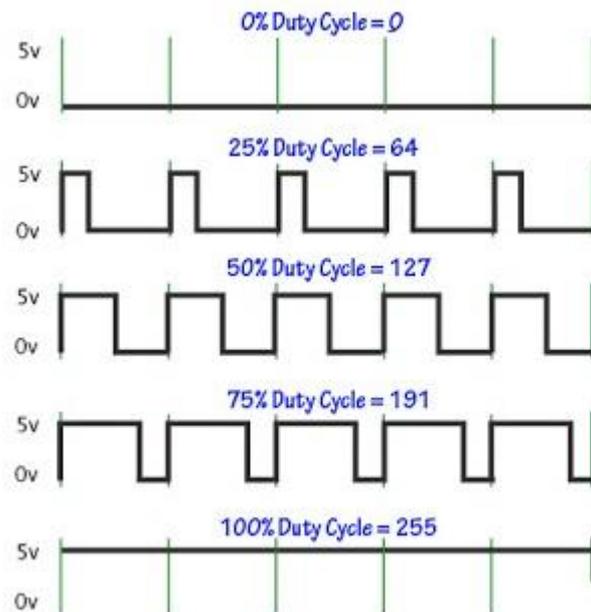
$$\mathbf{D = \frac{Ton}{(Ton+Toff)} = \frac{Ton}{Ttotal}} \dots\dots\dots (2)$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$\mathbf{Vout = D x Vin} \text{ sehingga } \mathbf{Vout = \frac{Ton}{Ttotal} x Vin} \dots\dots\dots (3)$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai Ton. Apabila Ton adalah 0, Vout juga akan 0. Apabila Ton adalah Ttotal maka Vout adalah Vin atau katakanlah nilai maksimumnya.

Secara metode *analog* setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan secara 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.



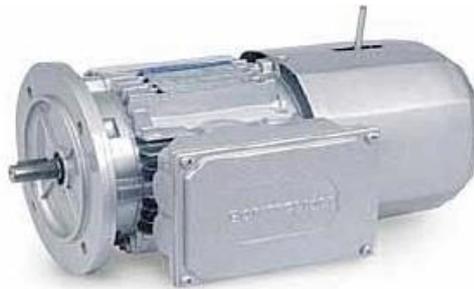
**Gambar 2.10** Perubahan PWM dalam *Duty Cycle* yang Berbeda-beda

(Sumber : <http://kl801.ilearning.me/>)

PWM berfungsi membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya antara *high* dan *low*, dimana kita dapat mengontrol durasi sinyal *high* dan *low* sesuai dengan yang diinginkan sekaligus sebagai pengendali kecepatan motor DC.

## 2.5 Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh *Michael Faraday* lebih dari seabad yang lalu (E. Pitowarno, 2006). Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan.



**Gambar 2.11** Motor DC

(Sumber : <https://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor.

### 2.5.1 Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Ketika kumparan medan dan kumparan jangkar dihubungkan dengan suatu sumber tegangan DC maka pada kumparan medan akan mengalir arus medan ( $I_f$ ) sehingga menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan. Sedangkan pada kumparan jangkar menghasilkan arus jangkar ( $I_a$ ), sehingga pada konduktor jangkar timbul fluksi magnet yang melingkar. Fluksi jangkar ini akan memotong fluksi dari kumparan medan sehingga menyebabkan perubahan kerapatan fluksi dari medan utama. Sesuai dengan Hukum *Lorentz*, interaksi antara kedua fluksi magnet ini akan menimbulkan suatu gaya mekanik pada konduktor jangkar yang disebut Gaya *Lorentz*. Besar gaya ini sesuai dengan persamaan 5.

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{i} \cdot \mathbf{l} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$F$  = gaya yang bekerja pada konduktor (N)

$B$  = kerapatan fluks magnetic ( $\text{Wb/m}^2$ )

$i$  = arus yang mengalir pada konduktor (A)

$l$  = panjang konduktor (m)

Arah gaya ini dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri *Flemming*. Kaidah tangan kiri menyatakan, jika jari telunjuk menyatakan arah dari vektor kerapatan fluks  $B$  dan jari tengah menyatakan arah dari vektor arus  $i$ , maka ibu jari akan menyatakan arah gaya  $F$  yang bekerja pada konduktor tersebut. Gaya yang timbul pada konduktor tersebut akan menghasilkan momen putar atau torsi. Torsi yang dihasilkan oleh motor dapat ditentukan dengan persamaan 6.

$$\mathbf{T}_a = \mathbf{F} \cdot \mathbf{r} \dots\dots\dots (5)$$

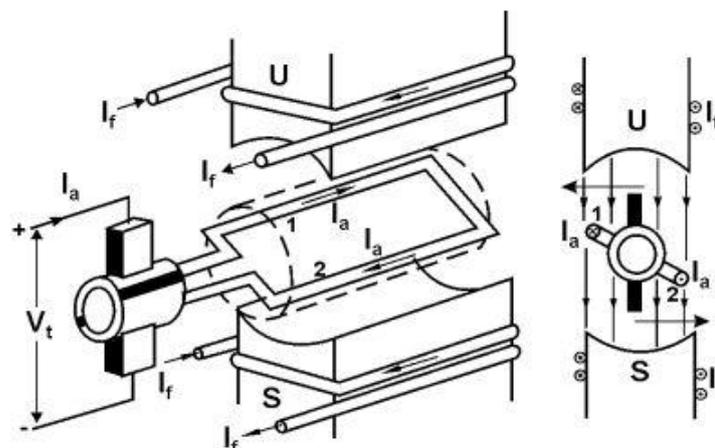
Dimana :

$T_a$  = torsi jangkar ( Newton-meter)

$r$  = jari-jari rotor (meter)

Apabila torsi start lebih besar dari torsi beban, maka jangkar akan berputar.

Prinsip kerja motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Prinsip Perputaran Motor DC

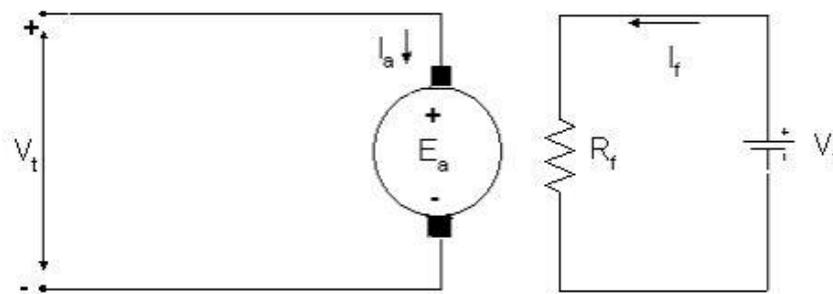
### 2.5.2 Jenis-jenis Motor Arus Searah (Motor DC)

Jenis motor DC dapat dibedakan dari jenis penguatnya, yaitu hubungan rangkaian kumparan medan dengan kumparan jangkar. Jenis-jenis motor DC tersebut adalah :

1. Motor arus searah penguatan bebas
2. Motor arus searah penguatan sendiri

#### 1. Motor Arus Searah (Motor DC) Berpenguatan Bebas

Hal yang khusus dari jenis motor ini yaitu sumber tegangannya berasal dari luar motor, tentunya jenis tegangan yang digunakan sumber tegangan DC. Sehingga rangkaian ekivalennya adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.13** Rangkaian Ekivalen Motor DC Penguatan Bebas

#### 2. Motor Arus Searah (Motor DC) Berpenguat Sendiri

Motor DC dengan penguat sendiri (*self excited*) didefinisikan sebagai motor DC dimana arus kumparan medan diperoleh dari sumber arus DC yang sama dengan arus yang digunakan pada kumparan jangkar. Berdasarkan cara menghubungkan kumparan medan dan kumparan jangkar, secara umum motor DC diklasifikasi dalam 3 macam, yaitu :

1. Motor arus searah berpenguat *shunt* (*paralel*)
2. Motor arus searah berpenguat seri
3. Motor arus searah berpenguat kompon

### 2.5.3 Komponen Utama Motor DC

#### 1. Kutub medan magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang *stasioner* dan kumparan motor DC yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

#### 2. Kumparan motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

#### 3. Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$\text{Gaya elektromagnetik : } E = K \Phi N \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Torque : } T = K \Phi I_a \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

$E$  = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal kumparan motor DC  
(volt)

$\Phi$  = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

$N$  = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

$T$  = torque elektromagnetik

$I_a$  = arus kumparan motor DC

$K$  = konstanta persamaan

## 2.6 Sistem Perpipaan

Pipa digunakan untuk mengalirkan fluida (zat cair atau gas) dari satu atau beberapa titik ke satu titik atau beberapa titik lainnya. Sistem perpipaan (*piping system*) terdiri dari gabungan pipa-pipa yang memiliki panjang total relatif pendek dan digunakan untuk mengalirkan fluida dari suatu peralatan ke peralatan lainnya yang beroperasi pada suatu *plant*. Sistem perpipaan dilengkapi dengan komponen-komponen seperti katup, flens, belokan, percabangan, *nozzle*, *reducer*, tumpuan, isolasi, dan lain-lain.

Dalam dunia industri, biasa dikenal beberapa istilah mengenai sistem perpipaan seperti *piping* dan *pipeline*. *Piping* adalah sistem perpipaan di suatu *plant*, sebagai fasilitas untuk mengantarkan fluida (cairan atau gas) antara satu komponen ke komponen lainnya untuk melewati proses-proses tertentu. *Piping* ini tidak akan keluar dari satu wilayah *plant*. Sedangkan *pipeline* adalah sistem perpipaan untuk mengantarkan fluida antara satu *plant* ke *plant* lainnya yang biasanya melewati beberapa daerah. Ukuran panjang pipa biasanya memiliki panjang lebih dari 1 km bergantung jarak antar *plant*.

Adapun fungsi pipa yang biasa dipakai dalam dunia industri adalah sebagai berikut :

1. Perpipaan untuk pembangkit tenaga
2. Perpipaan untuk industri bahan migas
3. Perpipaan untuk penyulingan minyak mentah

4. Perpipaan untuk pengangkutan minyak
5. Perpipaan untuk proses pendinginan
6. Perpipaan untuk tenaga nuklir
7. Perpipaan untuk distribusi dan transmisi gas dan lain-lain.

### **2.6.1 Pemasangan Pekerjaan Perpipaan**

Sistem perpipaan untuk setiap industri atau pengilangan khususnya di kilang minyak pada dasarnya tidaklah jauh berbeda, perbezaan-perbezaan mungkin terjadi hanya pada konsisi khusus atau batasan tertentu yang diminta pada setiap projek sehingga membutuhkan penyesuaian. Namun kebanyakan sistemnya sesuai dengan ketentuan dan prosedur yang seharusnya.

Pemasangan pekerjaan perpipaan dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian sebagai berikut :

1. Pipa di atas tanah
2. Pipa di bawah tanah
3. Pipa di bawah air (dalam air)

#### **Pemasangan Pipa di Atas Tanah**

Pemasangan pipa di atas tanah dapat dilakukan pada rak pipa (*pipe rack*), di atas penyangga-penyangga pipa atau dudukan pipa (*sleeper*). Berikut ini adalah macam-macam pemasangan sistem perpipaan di atas permukaan tanah.

1. Pemasangan Pipa *Heat Exchanger*
2. Pemasangan Pipa Untuk Pompa dan Turbin
3. Pemasangan Pipa Kompresor
4. Pemasangan Pipa Untuk Keperluan Utilitas

#### **Pemasangan Pipa di Bawah Tanah**

Secara umum, penerapan jalur pipa bawah tanah digolongkan dalam dua bagian, yaitu:

1. Pipa untuk proses.
2. Pipa untuk keperluan utilitas.

Pipa proses yang melalui jalur bawah tanah sebaiknya dihindarkan, sedangkan pipa utilitas bawah tanah dapat diklarifikasikan menjadi dua bagian yaitu:

- Pipa untuk aliran berdasarkan gravitasi.
- Pipa dengan sistem aliran bertekanan.

Sistem aliran gravitasi, tergantung dari pusat gravitasi, sehingga jalur-jalur perpipaan harus mempunyai *slope*. Dalam hal ini, sangat dianjurkan agar perbandingan slopenya 1:1000 untuk katup jalur di bawah permukaan tanah.

Perpipaan di bawah tanah digunakan untuk sistem sebagai berikut:

1. Pengaliran air jernih termasuk air hujan, air pembersih serta air pemadam kebakaran.
2. Proses pembuangan, baik pembuangan air, minyak termasuk pembuangan dari kantung uap dan pembuangan dari pompa. Pada sistem ini, rute menuju ke bagian pemisahan dan hidrokarbonnya biasanya dipisahkan.
3. Kombinasi pembuangan, yaitu suatu pengumpulan dari seluruh pembuangan (utilitas) dengan sistem perpipaan. Ini harus dialirkan menuju ke tempat pemisahan yang berukuran besar untuk membawa serta mengkombinasikan aliran dalam proses pemisahan air dengan zat hidrokarbon.
4. Untuk keperluan pembuangan kotoran manusia, pipa akan diarahkan ke suatu tempat khusus (*septic tank*) yang berlokasi di daerah itu.
5. Pembuangan bahan korosi direncanakan sebagai suatu sistem pemisah pembuangan dari dalam suatu unit. Bahan tersebut bisa berupa amine, acid, karbonats dan larutan kimia lainnya yang dapat menimbulkan korosi. Pada setiap unit aliran tersebut akan dikumpulkan pada suatu jalur pipa utama dan dialirkan ke kolam penampungan khusus. Setelah itu, dari kolam tersebut akan dipompakan ke suatu tempat untuk dinetralisasi.