

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sensor PIR (Passive Infrared Receiver)**

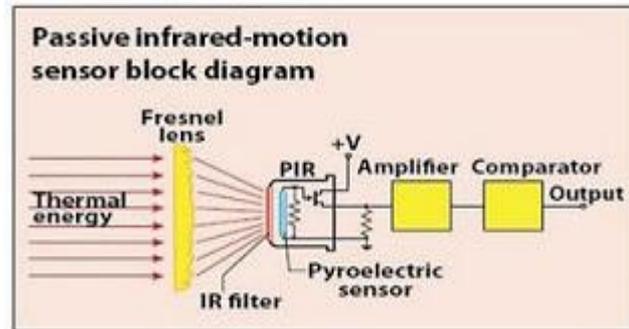
PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infrared (inframerah). Akan tetapi, tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya 'Passive', sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar infrared pasif yang dimiliki olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia.

Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar infrared pasif yang dimiliki setiap benda. Pancaran sinar infrared inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric* sensor yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *Pyroelectric* sensor yang terdiri dari galium nitrida, caesium nitrat dan litium tantalate menghasilkan arus listrik. (Sumber : *wordpress.com*)



**Gambar 2.1 Sensor PIR**  
(Sumber : *futurlec.com*)

Sensor PIR dapat menghasilkan arus listrik karena pancaran sinar inframerah pasif ini membawa energi panas. Prosesnya hampir sama seperti arus listrik yang terbentuk ketika sinar matahari mengenai *solar cell*. Berikut Gambar 2.2 blok diagram sensor PIR.



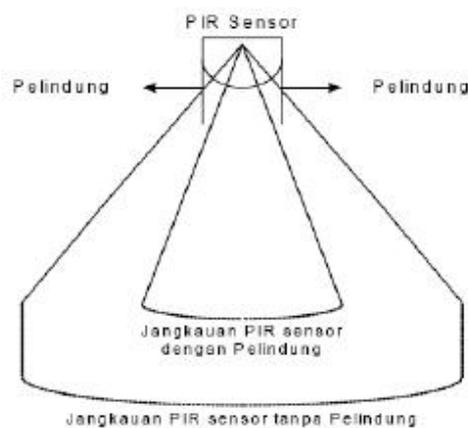
**Gambar 2.2 Blok diagram Sensor PIR**  
(Sumber : [Block.diagram.pir.com](http://Block.diagram.pir.com))

Ketika manusia berada di depan sensor PIR dengan kondisi diam, maka sensor PIR akan menghitung panjang gelombang yang dihasilkan oleh tubuh manusia tersebut. Panjang gelombang yang dihasilkan dapat digambarkan hampir sama pada kondisi lingkungan disekitarnya. Ketika manusia itu melakukan gerakan, maka tubuh manusia itu akan menghasilkan pancaran sinar infrared pasif dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas berbeda yang menyebabkan sensor merespon dengan cara menghasilkan arus pada material *Pyroelectric* dengan besaran yang berbeda.

Karena besaran yang berbeda inilah comparator menghasilkan output. Jadi sensor PIR tidak akan menghasilkan output apabila sensor ini dihadapkan dengan benda panas yang tidak memiliki panjang gelombang infrared antar 8 sampai 14 mikrometer dan benda yang diam seperti sinar lampu yang sangat terang yang mampu menghasilkan panas, pantulan objek benda dari cermin dan suhu panas ketika musim panas. (Sumber : [www.scary-terry.com](http://www.scary-terry.com))

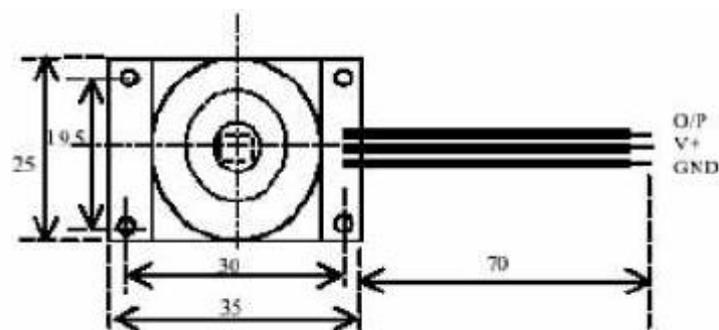
### 2.1.1. Perancangan Sensor PIR

Sensor PIR merupakan komponen produksi COMedia Ltd., Sensor tersebut sudah dipabrikasi dan dikemas dengan baik, sehingga dapat mengurangi interferensi sinyal yang diterima. Pada perancangan ini dibatasi area atau daerah yang dapat dideteksi oleh sensor PIR dengan cara memberikan pelindung pada masing-masing sisi kiri dan kanan sensor PIR. Hal dilakukan agar tidak terjadi gangguan terhadap sensor untuk kran yang lain karena arah jangkauan sensor PIR dapat mencapai sudut  $60^\circ$  seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



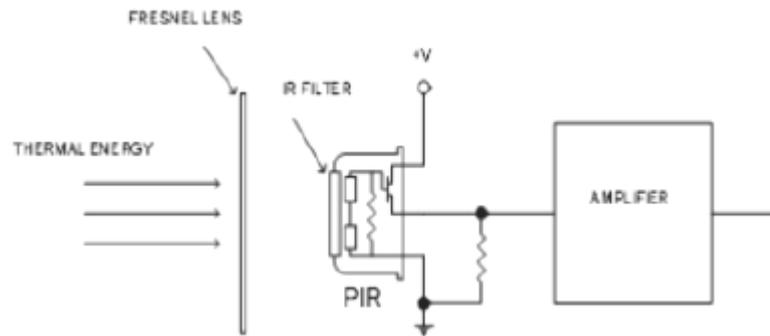
**Gambar 2.3 Ilustrasi Pembatasan Area Sensor**

Rangkaian sensor PIR sudah merupakan suatu kesatuan dari hasil pabrikasi. Konfigurasi pin sensor PIR seperti terlihat pada Gambar 2.4. Sensor ini memiliki 3 pin, yang masing-masingnya dihubungkan ke *Ground*, *Vcc* (5V) dan pin ketiga merupakan pin I/O.



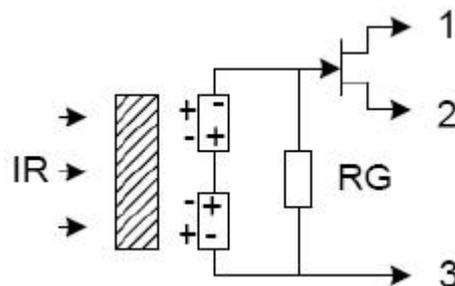
**Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Sensor PIR**

Selain itu sensor tersebut juga sangat mudah digunakan, karena hanya menggunakan 1 pin I/O sebagai penerima informasi sinyal gelombang infra merah yang dapat dihubungkan ke mikrokontroler.



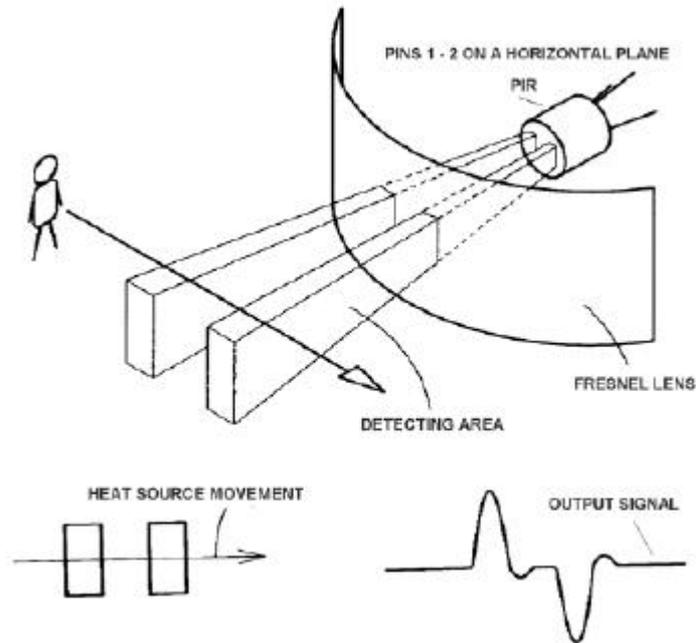
**Gambar 2.5 Blok Rangkaian Penerima Infra Merah**

Gambar di atas menunjukkan blok rangkaian penerima cahaya infra merah. Pada PIR sensor ditambahkan *fresnel lens* yang berfungsi untuk mengumpulkan radiasi infra red tepat ke sensor PIR.



**Gambar 2.6 Diagram Internal Rangkaian Sensor PIR**

PIR sensor mempunyai dua elemen *sensing* yang terhubung dengan masukan dengan susunan seperti yang terdapat dalam Gambar 2.6. Jika ada sumber panas yang lewat di depan sensor tersebut, maka sensor akan mengaktifkan sel pertama dan sel kedua sehingga akan menghasilkan bentuk gelombang seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.7. Sinyal yang dihasilkan sensor PIR mempunyai frekuensi yang rendah yaitu 0,2 – 5 Hz.



**Gambar 2.7 Arah Jangkauan Gelombang Sensor PIR**

Radiasi infra merah berada pada spektrum elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih besar daripada cahaya tampak. Radiasi infra merah tidak dapat dilihat tapi dapat dideteksi. Benda yang dapat memancarkan panas berarti memancarkan radiasi infra merah. Benda – benda ini termasuk makhluk hidup seperti binatang dan tubuh manusia. Tubuh manusia dan binatang dapat memancarkan radiasi infra merah terkuat yaitu pada panjang gelombang  $9,4 \mu\text{m}$ . Radiasi infra merah yang dipancarkan inilah yang menjadi sumber pendeteksian bagi detektor panas yang memanfaatkan radiasi infra merah. (Sumber : [www.ladyada.net](http://www.ladyada.net))

## 2.2. Relay

Relay merupakan suatu komponen (rangkai) elektronika yang bersifat elektronis dan sederhana serta tersusun oleh saklar, lilitan, dan poros besi. Penggunaan relay ini dalam perangkat-perangkat elektronika sangatlah banyak. Terutama di perangkat yang bersifat elektronis atau otomatis. Contoh di televisi, radio, lampu otomatis dan lain-lain.

Cara kerja komponen ini dimulai pada saat mengalirnya arus listrik melalui koil, lalu membuat medan magnet sekitarnya sehingga dapat merubah posisi saklar yang ada di dalam relay tersebut, sehingga menghasilkan arus listrik yang lebih besar. Disinilah keutamaan komponen sederhana ini yaitu dengan bentuknya yang minimal bisa menghasilkan arus yang lebih besar.

Pemakaian relay dalam perangkat-perangkat elektronika mempunyai Keuntungan yaitu ;

1. Dapat mengontrol sendiri arus serta tegangan listrik yang diinginkan
2. Dapat memaksimalkan besarnya tegangan listrik hingga mencapai batas maksimalnya
3. Dapat menggunakan baik saklar maupun koil lebih dari satu, disesuaikan dengan kebutuhan. (*Wahyu Noersasongko BS, 1997:51*)



**Gambar 2.8 Relay**  
(Sumber : [indelektro.blogspot.com](http://indelektro.blogspot.com))

### 2.3. Kapasitor

Kapasitor atau kondensator ( C ) adalah komponen dasar elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tidak tertentu. Kapasitor berbeda dengan akumulator dalam menyimpan muatan listrik, terutama tidak terjadi perubahan kimia pada bahan kapasitor. Besarnya kapasitansi dari sebuah kapasitor dinyatakan dalam satuan farad. Kapasitor ini di temukan oleh Pak de Michael Faraday itu sebabnya kenapa satuan dari kapasitor

adalah Farad. Pada umumnya kapasitor terdiri atas dua plat logam yang di pisahkan oleh suatu bahan penyekat biasa disebut bahan dielektrik yaitu berupa vacum udara, keramik, gelas, mika dan lain-lain. Kedua plat ini di beri muatan listrik yang sama besar tapi yang satu positif dan lainnya negatif.



**Gambar 2.9 Kapasitor**  
(sumber : [komponenelektronika.biz](http://komponenelektronika.biz))

## 2.4. Prinsip Kerja Kapasitor

Pada saat kapasitor di aliri arus listrik maka kapasitor akan menyimpan muatan dan selama kapasitor belum terisi penuh maka proses penyimpanan akan terus berjalan samapai penuh dan kapasitor akan berhenti menyimpan. Kapasitor akan melepas/membuang muatannya apabila salah satu kakinya mendapat potensial yang lebih rendah (tegangan negatif), jika selama proses penyimpanan terjadi hal ini maka muatan akan tetap di lepaskan walaupun proses penyimpanan belum selesai (kapasitor belum terisi penuh). (*Michael Tooley, BA,2002:30*)

## 2.5. Macam-Macam Kapasitor

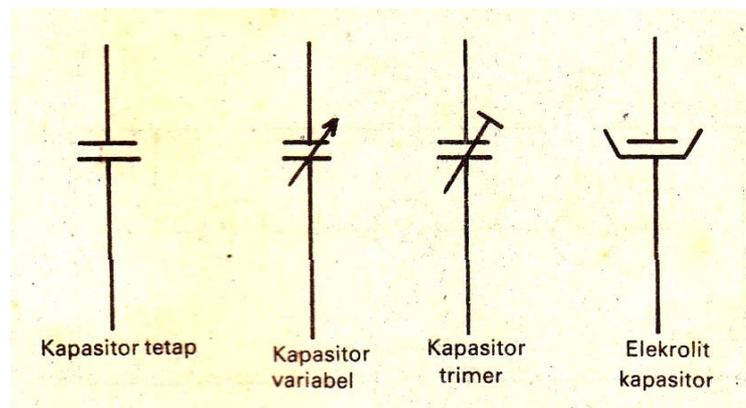
### 2.5.1. Macam-macam Kapasitor Sesuai Bahan dan Konstruksinya

Kapasitor seperti juga resistor, nilai kapasitansinya ada yang dibuat tetap Dan ada yang variabel. Kapasitor dielektrikumnya udara, kapasitansinya berubah dari nilai minimum ke nilai maksimum. Kapasitor variabel sering kita jumpai pada rangkaian pesawat penerima radio di bagian penala dan osilator.

Agar perubahan kapasitansi di dua bagian tersebut serempak maka digunakan kapasitor variabel ganda. Kapasitor variabel ganda adalah dua buah kapasitor variabel dengan satu pemutar. Berdasarkan bahan dielektrikunya kita kenal :

- a) Kapasitor keramik
- b) Kapasitor mika
- c) Kapasitor elektrolit
- d) Kapasitor tantalum
- e) Kapasitor kertas

Kapasitor elektrolit dan kapasitor tantalum adalah kapasitor polar, yang lainnya non-polar. Kapasitor film terdiri dari jenis polyester-film, polypropylene-film, atau polystyrene-film. (Sonti Manurung,1997:22)



**Gambar 2.10 Simbol Kapasitor**  
(Sumber : Sonti Manurung,1997: 23)

### 2.5.2. Karakteristik Berbagai Macam Kapasitor

Kapasitor mika mampu menerima tegangan sampai ribuan volt pada rangkaian-rangkaian frekuensi tinggi. Kapasitor untuk rangkaian frekuensi tinggi elektron-elektron harus mengisi plat-plat logam dan mengisi dielektrikunya.

Pada saat arus berubah arah elektron-elektron harus meninggalkan dielektrikum. Perubahan arah arus yang terjadi pada kapasitor terhalangi oleh rintangan yang disebut hysteresis-kapasitif.

Sifat-sifat kapasitor pada umumnya :

- a) Terhadap tegangan DC merupakan hambatan yang sangat besar
- b) Terhadap tegangan AC merupakan resistensi yang berubah-ubah sesuai dengan besarnya frekuensi kerja
- c) Terhadap tegangan AC akan menimbulkan pergeseran fasa, dimana arus  $90^\circ$  mendahului tegangannya.

Sebuah kapasitor dapat mengalami kerusakan apabila :

- 1) Sudah lama terpakai
- 2) Batas tegangan kerja terlampaui
- 3) Polaritas tak diperhatikan (*Sonti Manurung, 1997:23*)

## 2.6. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika berjenis pasif yang mempunyai sifat menghambat arus listrik Satuan nilai dari resistor adalah ohm, biasa disimbolkan  $\Omega$  , berdasarkan hukum Ohm :

$$V = I.R \dots \dots \dots (2.1)$$

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots \dots (2.2)$$

Ket :

- V : Tegangan listrik yang terdapat pada kedua ujung penghantar (Volt)
- I : Arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar (Ampere)
- R : Nilai hambatan listrik (resistansi) yang terdapat pada suatu penghantar (ohm)

**HUKUM OHM : “Besarnya Tegangan Listrik Sebanding Dengan Kuat Arus dan Tahanan”**

## 2.7. Fungsi Resistor

1. Sebagai pembagi arus
2. Sebagai penurun tegangan
3. Sebagai pembagi tegangan
4. Sebagai penghambat arus listrik

## 2.8. Macam-Macam Resistor Sesuai Dengan Bahan dan Konstruksinya

Berdasarkan jenis bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam. Sedangkan resistor arang dan resistor oksida logam berdasarkan susunan dikenal resistor komposisi dan resistor film.

Namun demikian dalam perdagangan resistor-resistor tersebut dibedakan menjadi resistor tetap dan resistor variabel.

Macam-macam resistor tetap :

- a) *Metal film resistor*
- b) *Metal oxide resistor*
- c) *Carbon film resistor*
- d) *Ceramic encased wirewound*
- e) *Economy wirewound*
- f) *Zero ohm jumper wire*
- g) *SIP resistor network. (Sonti Manurung, 1997:5)*

Macam-macam resistor variabel :

- a) Trimer-potensio (Trimpot) : jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur dengan menggunakan obeng (ditrim). Komponen ini banyak dipergunakan pada rangkaian elektronika, yaitu terutama untuk penstabilisasi arus dan tegangan, (*Wahyu Noersongko, 1997: 13*)
- b) Potensio Meter : Ada dua type potensio meter, yaitu type Logaritmik (Log) dan type Linier (Lin). Type Logaritmik digunakan untuk pengaturan

volume dan penguatan audio frekuensi (AF). Kemudian type Linier digunakan untuk pemakaian secara umum. Contohnya sebagai pengaturan Balance atau sebagai pengaturan nada. (*Wahyu Noersasongko, 1997: 14*)

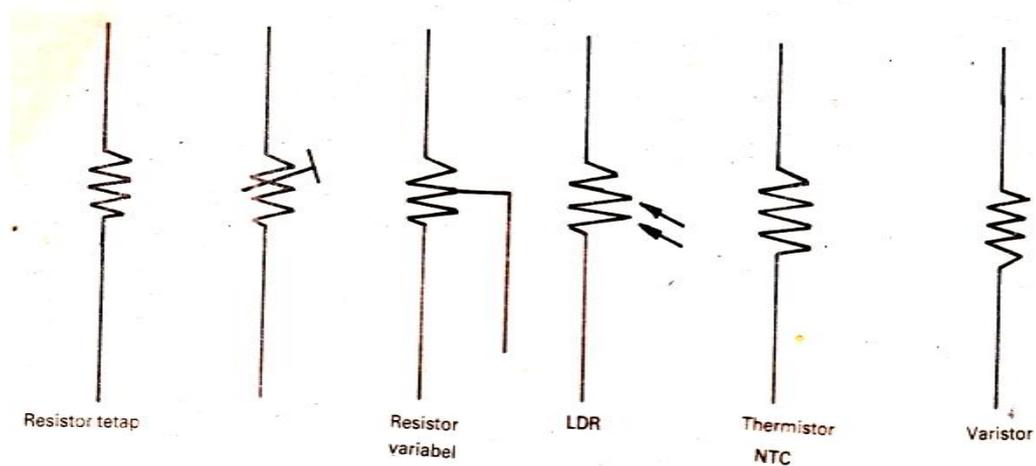
c) Hemoistor : NTC, PTC

- NTC (*Negative Temperature Coefficient*) : sejenis resistor yang tidak linier dan pada umumnya dipergunakan pada rangkaian transistor penguat akhir (final). Fungsinya adalah untuk mengkompensasikan temperatur panas, sifatnya adalah pada suhu dingin nilai resistansinya akan membesar tetapi apabila pada suhu panas maka nilai resistansinya akan mengecil. Komponen ini biasa digunakan pada rangkaian audio power amplifier (penguat daya audio frekuensi) yang mempergunakan transistor sebagai penguatnya. (*Wahyu Noersasongko, 1997: 15*)

- PTC (*Positive Temperature Coefficient*) : Sejenis resistor yang tidak linier dan pada umumnya dipergunakan pada rangkaian pesawat televisi berwarna (TV color) dan sebagai pengaman relay. Fungsinya sama seperti NTC hanya sifatnya yang berbeda. Komponen ini nilai resistansinya mengecil pada suhu dingin dan pada suhu panas nilai resistansinya akan membesar. (*Wahyu Noersasongko, 1997: 16*)

d) LDR (*Light Dependent Resistor*) : Sejenis resistor yang tidak linier dan pada umumnya dipergunakan pada rangkaian yang berhubungan dengan saklar. Komponen ini bertugas sebagai sensor cahaya dan bila komponen ini terkena sinar lampu atau cahaya ia akan aktif atau bekerja. Bila terkena sinar lampu atau cahaya maka nilai resistansinya akan mengecil (tahanan atau perlawanannya akan menurun). (*Wahyu Noersasongko, 1997: 17*)

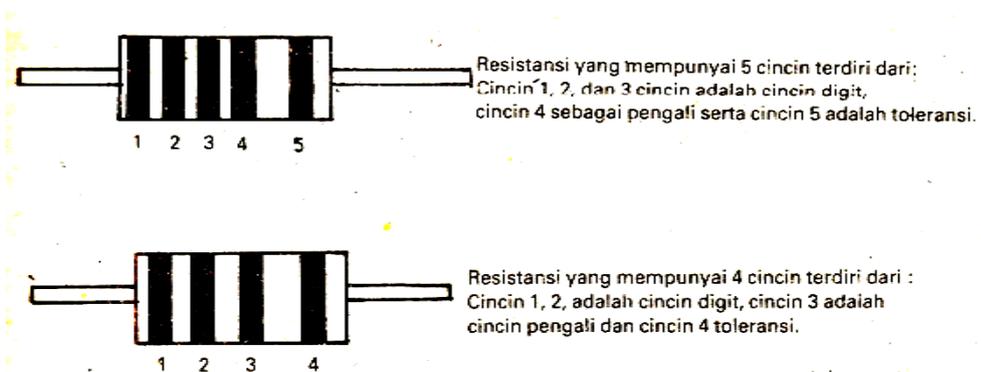
e) VDR (*Voltage Dependent Resistor*) : Sejenis resistor yang tidak linier dan pada umumnya dipergunakan pada rangkaian penstabil tegangan (stabilizer). Sifat dari komponen ini adalah semakin tinggi tegangan pada rangkaian tersebut maka semakin mengecil nilai resistansinya. (*Wahyu Noersasongko, 1997: 18*)



**Gambar 2.11 Simbol Macam-Macam Resistor**  
(Sumber : Sonti Manurung, 1997: 6)

## 2.9. Kode Warna Pada Resistor

Tidak semua nilai resistansi sebuah resistor dicantumkan dengan lambang bilangan, melainkan dengan cincin kode warna. Banyaknya cincin kode warna pada setiap resistor berjumlah 4 cincin atau ada juga yang 5 cincin.



**Gambar 2.12 Urutan Cincin Resistor dan Cara Membaca**  
(Sumber : Sonti Manurung, 1997:7)

**Tabel 2.1 Nilai Warna Pada Resistor**

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4	PITA KE-5
HITAM	0	0	0	$10^0$	-
COKLAT	1	1	1	$10^1$	1 %
MERAH	2	2	2	$10^2$	2 %
ORANGE	3	3	3	$10^3$	-
KUNING	4	4	4	$10^4$	-
HIJAU	5	5	5	$10^5$	0,5 %
BIRU	6	6	6	$10^6$	0,25%
UNGU	7	7	7	$10^7$	0,1 %
ABU-ABU	8	8	8	-	-
PUTIH	9	9	9	-	-
EMAS	-	-	-	$10^{-1}$	5 %
PERAK	-	-	-	$10^{-2}$	10 %

(Sumber : [komponenelektronika.biz](http://komponenelektronika.biz))

Kode tersebut dibaca dengan cara:

Pita A : coklat, berarti angka I = 1

Pita B : hitam, berarti angka II = 0

Pita C : merah, berarti pengali =  $\times 100$

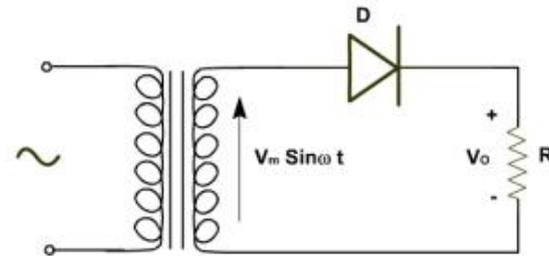
Pita D : emas, berarti toleransi = 5%

## 2.10. Catu Daya

Catu daya atau Power Supply adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik. komponen utama rangkaian catu daya yang akan kita bahas disini yaitu trafo *step down*, dioda silicon dan kondensator elektrolit (elco). Sedangkan untuk komponen sekundernya yaitu IC dan transistor yang berfungsi sebagai regulator untuk membersihkan arus DC dari paku – paku tegangan AC yang mana paku – paku ini biasanya memberikan efek bunyi dengung dan desis (noise) pada peralatan audio.

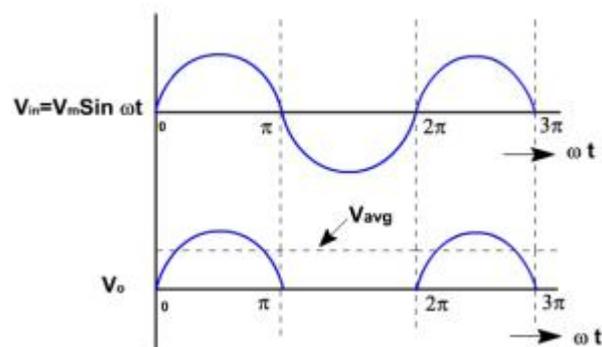
Catu daya ada 2 jenis yaitu catu daya simetris dan catu daya tunggal. Sedangkan dari bentuknya catu daya ada 2 bentuk yaitu :

### 1. Penyearah Setengah Gelombang (Half Wave rectifier)



**Gambar 2.13 Penyearah Setengah Gelombang**

Penyearah setengah gelombang (half wave rectifier) hanya menggunakan 1 buah diode sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan forward bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi reverse bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah setengah gelombang berikut.



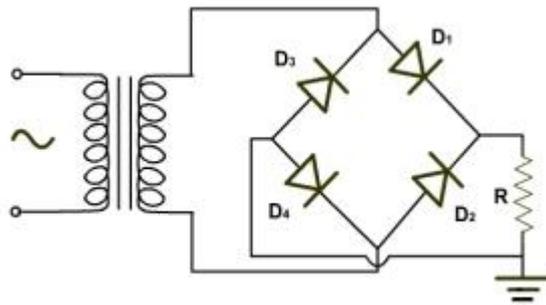
**Gambar 2.14 Sinyal Output Penyearah Setengah Gelombang**

## 2. Penyearah Gelombang Penuh (Full wave Rectifier)

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu:

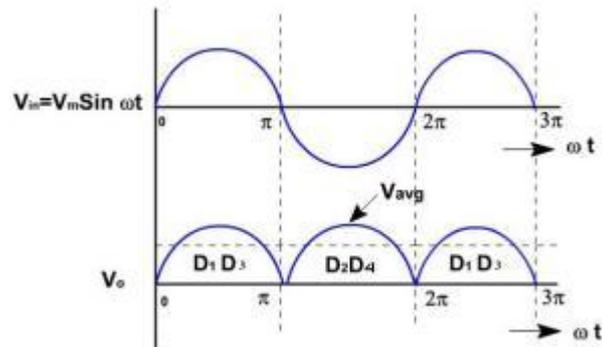
### 1. Menggunakan 4 diode

Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.15 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Menggunakan 4 Diode**

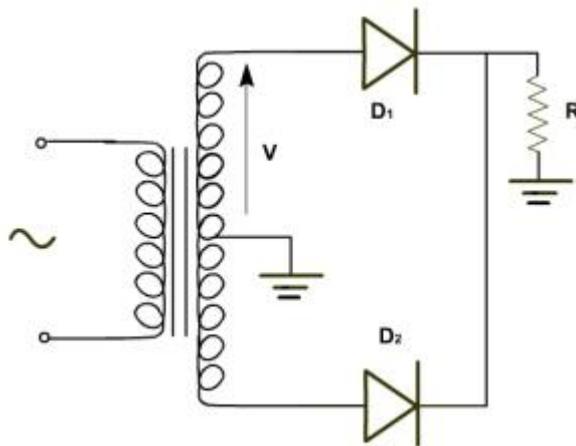
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut.



**Gambar 2.16 Sinyal Output Penyearah Gelombang Penuh Dengan Menggunakan 4 Diode**

2. Penyearah Satu Gelombang atau Menggunakan 2 Diode

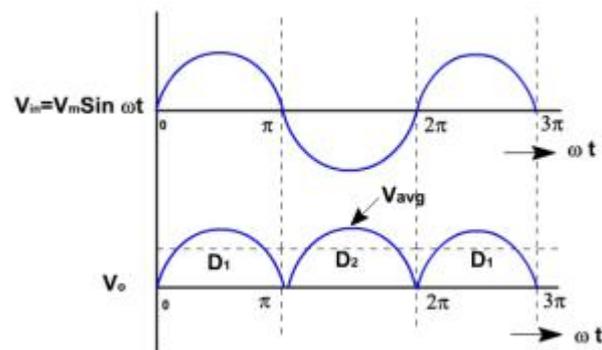
Penyearah gelombang dengan 2 diode menggunakan transformator dengan CT (Center Tap). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 diode dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.17 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Menggunakan 2 Diode**

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan CT. Transformator dengan CT seperti pada gambar diatas dapat memberikan output tegangan AC

pada kedua terminal output sekunder terhadap terminal CT dengan level tegangan yang berbeda fasa  $180^\circ$ . Pada saat terminal output transformator pada D1 memberikan sinyal puncak positif maka terminal output pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi forward dan D2 pada posisi reverse. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal output transformator pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal output pada D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi reverse dan D2 pada posisi forward. Sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar output penyearah gelombang penuh berikut.



**Gambar 2.18 Sinyal Output Penyearah Gelombang Penuh Dengan Menggunakan 2 Diode**

Hampir semua rangkaian elektronik membutuhkan suatu sumber tegangan DC. Yang teratur dengan besar antara 5V hingga 30V. Dalam beberapa kasus, pencatuan ini dapat dilakukan secara langsung oleh baterai (misalnya 6V, 9V, 12V) namun dalam banyak kasus lainnya akan lebih menguntungkan apabila kita menggunakan sumber AC standar.

Transformator step-down inti-besi memberi umpan ke susunan rectifier. Output dari rectifier tersebut kemudian di umpankan ke sebuah kapasitor reservoir

bernilai tinggi. Kapasitor ini menyimpan muatan dalam jumlah yang cukup besar dan di tambah terus-menerus oleh susunan rectifier. Kapasitor tersebut juga membantu menghaluskan pulsa-pulsa tegangan yang di hasilkan oleh rectifier. Akhirnya, suatu rangkaian penstabil memberikan tegangan output yang konstan. (*Michael Tooley, BA, 2002:107*)

## **2.11. Mikrokontroler ATmega16**

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya Arithmetic and Logical Unit (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

### **2.11.1. Arsitektur ATmega16**

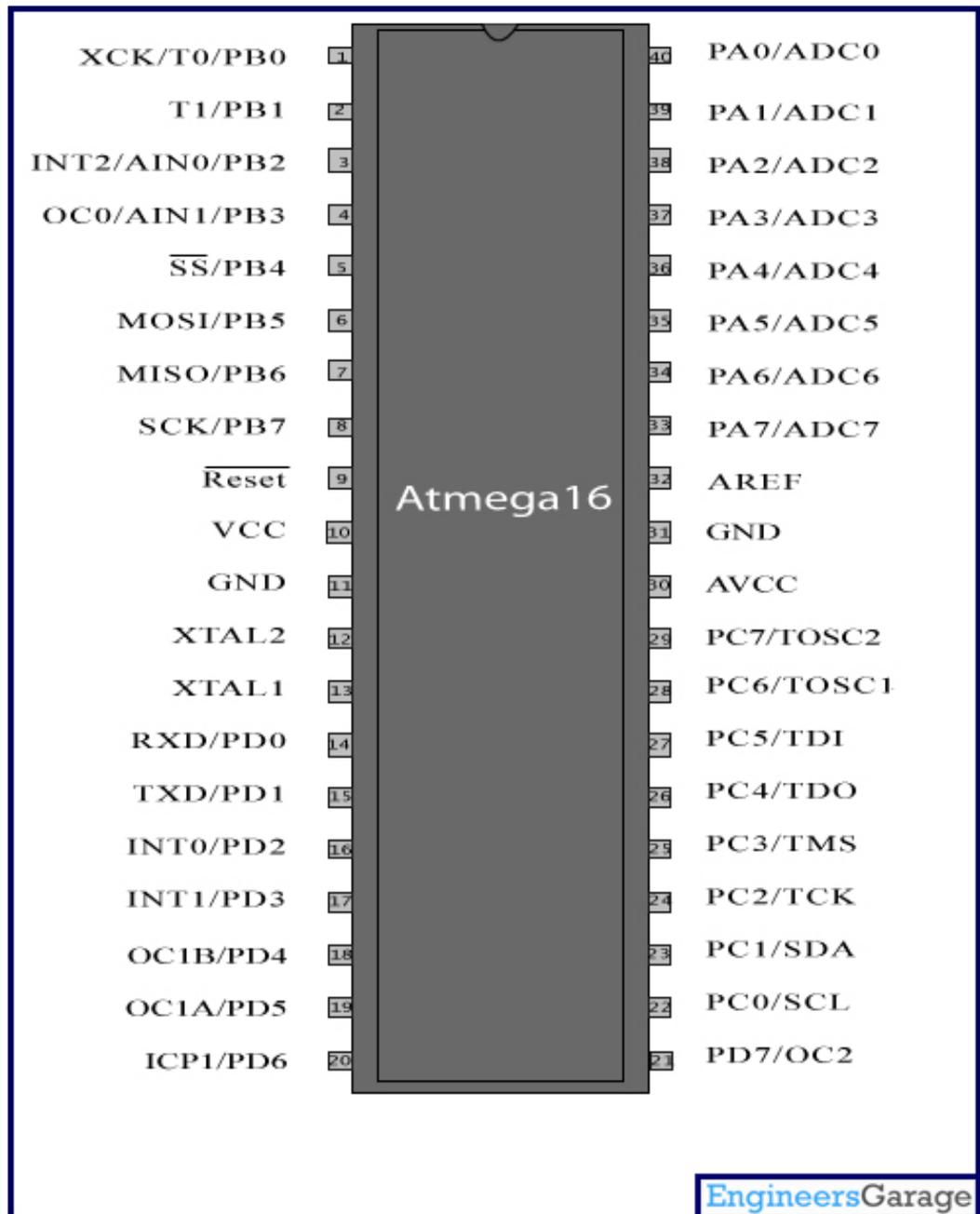
Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga penggeseran program dan data dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).

Secara garis besar mikrokontroler ATmega16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Bandar A, Bandar B, Bandar C, dan Bandar D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Bandar antarmuka SPI dan Bandar USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral
  - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare

- Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
- Real time counter dengan osilator tersendiri
- Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
- 8 kanal, 10 bit ADC
- Byte-oriented Two-wire Serial Interface
- Watchdog timer dengan osilator internal

### 2.11.2. Penjelasan Struktur Mikrokontroler ATMEGA 16



**Gambar 2.19** Mikrokontroler ATMega 16  
(Sumber : [engineersgarage.com](http://engineersgarage.com))

**Tabel 2.2 Tabel ATmega 16**

Pin No.	Pin name	Description	Alternate Function
1	(XCK/T0) PB0	I/O PORTB, Pin 0	T0: Timer0 External Counter Input. XCK : USART External Clock I/O
2	(T1) PB1	I/O PORTB, Pin 1	T1:Timer1 External Counter Input
3	(INT2/AIN0) PB2	I/O PORTB, Pin 2	AIN0: Analog Comparator Positive I/P INT2: External Interrupt 2 Input
4	(OC0/AIN1) PB3	I/O PORTB, Pin 3	AIN1: Analog Comparator Negative I/P OC0 : Timer0 Output Compare Match Output
5	(SS) PB4	I/O PORTB, Pin 4	In System Programmer (ISP) Serial Peripheral Interface (SPI)
6	(MOSI) PB5	I/O PORTB, Pin 5	
7	(MISO) PB6	I/O PORTB, Pin 6	
8	(SCK) PB7	I/O PORTB, Pin 7	
9	RESET	Reset Pin, Active Low Reset	
10	Vcc	Vcc = +5V	
11	GND	GROUND	
12	XTAL2	Output to Inverting Oscillator Amplifier	
13	XTAL1	Input to Inverting Oscillator Amplifier	

Tabel 2.2 Tabel ATmega 16

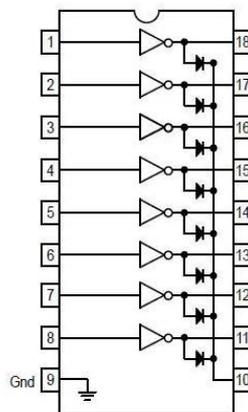
14	(RXD) PD0	I/O PORTD, Pin 0	USART Serial Communication Interface
15	(TXD) PD1	I/O PORTD, Pin 1	
16	(INT0) PD2	I/O PORTD, Pin 2	External Interrupt INT0
17	(INT1) PD3	I/O PORTD, Pin 3	External Interrupt INT1
18	(OC1B) PD4	I/O PORTD, Pin 4	PWM Channel Outputs
19	(OC1A) PD5	I/O PORTD, Pin 5	
20	(ICP) PD6	I/O PORTD, Pin 6	Timer/Counter1 Input Capture Pin
21	PD7 (OC2)	I/O PORTD, Pin 7	Timer/Counter2 Output Compare Match Output
22	PC0 (SCL)	I/O PORTC, Pin 0	TWI Interface
23	PC1 (SDA)	I/O PORTC, Pin 1	
24	PC2 (TCK)	I/O PORTC, Pin 2	JTAG Interface
25	PC3 (TMS)	I/O PORTC, Pin 3	
26	PC4 (TDO)	I/O PORTC, Pin 4	
27	PC5 (TDI)	I/O PORTC, Pin 5	

**Tabel 2.2 Tabel ATmega 16**

28	PC6 (TOSC1)	I/O PORTC, Pin 6	Timer Oscillator Pin 1
29	PC7 (TOSC2)	I/O PORTC, Pin 7	Timer Oscillator Pin 2
30	Avcc	Voltage Supply = Vcc for ADC	
31	GND	GROUND	
32	AREF	Analog Reference Pin for ADC	
33	PA7 (ADC7)	I/O PORTA, Pin 7	ADC Channel 7
34	PA6 (ADC6)	I/O PORTA, Pin 6	ADC Channel 6
35	PA5 (ADC5)	I/O PORTA, Pin 5	ADC Channel 5
36	PA4 (ADC4)	I/O PORTA, Pin 4	ADC Channel 4
37	PA3 (ADC3)	I/O PORTA, Pin 3	ADC Channel 3
38	PA2 (ADC2)	I/O PORTA, Pin 2	ADC Channel 2
39	PA1 (ADC1)	I/O PORTA, Pin 1	ADC Channel 1
40	PA0 (ADC0)	I/O PORTA, Pin 0	ADC Channel 0

## 2.12. Integrated Circuit ULN2803A

Integrated Circuit atau yang lebih dikenal dengan sebutan IC merupakan suatu rangkaian terpadu yang dibuat pada sekeping kecil silikon, dan di dalamnya terdapat puluhan, ratusan, bahkan ribuan komponen yang membentuk sebuah rangkaian, baik itu aktif maupun pasif, dibentuk pada saat yang sama dalam sepotong kecil silikon yang disebut istilah “CHIP” dengan proses difusi bidang datar. (Wahyu Noersasongko BS, 1997:44)



**Gambar 2.20 Struktur ULN2803A**  
(Sumber : robot-italy.com)

Sebuah sinyal TTL beroperasi dalam selang 0-5V, dengan segala sesuatu antara 0,0 dan 0.8V dianggap "rendah" (off), dan 2,2 sampai 5.0V dianggap "tinggi" (on). Daya maksimum yang tersedia pada sinyal TTL tergantung pada jenisnya, tetapi umumnya tidak melebihi 25mW (~ 5mA @ 5V), sehingga tidak cukup untuk sesuatu seperti kumparan relay. Di sisi output ULN2803 umumnya berada pada selang nilai 50V/500mA, sehingga dapat mengoperasikan beban kecil secara langsung. Pada aplikasi lain, sering digunakan untuk daya kumparan dari satu atau lebih relay, yang memungkinkan tegangan yang lebih tinggi atau arus yang lebih kuat, dikontrol oleh sinyal tingkat rendah. Dalam aplikasi arus kuat (listrik), ULN2803 menggunakan tingkat rendah (TTL) sinyal untuk mengaktifkan ataupun mematikan sinyal tegangan/arus yang lebih tinggi pada sisi output.

Secara fisik ULN2803 adalah konfigurasi IC 18-pin dan berisi delapan transistor NPN. Pins 1-8 menerima sinyal tingkat rendah, pin 9 sebagai grounding (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 10 adalah COM pada sisi yang lebih tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke tegangan positif. Pins 11-18 adalah output (Pin 1 untuk Pin 18, Pin 2 untuk 17, dst).

ULN2803 datang dalam konfigurasi IC 18-pin dan mencakup delapan (8) transistor. Pins 1-8 menerima sinyal tingkat rendah, pin 9 didasarkan (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 10 adalah umum pada sisi yang tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke positif dari tegangan yang Anda lamar ke kumparan relay. Pins 11-18 adalah output (Pin 1 drive Pin 18, Pin 2 drive 17, dll).

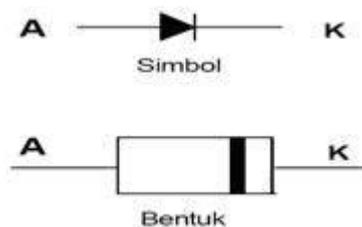
Salah satu aplikasinya adalah relay driver seperti skematik di atas. Oleh itu, apabila memerlukan penggunaan relay yang banyak, penggunaan ULN2803 adalah sangat sesuai. Menggunakan ULN2803 membolehkan PIC interface dengan lapan unit relay. Malah, free wheeling diode tidak perlu di sambungkan kerana sudah mempunyai free wheeling diode di dalam ULN2803.

### **2.13. Dioda**

Dioda adalah part elektronik yang termasuk bagian dari semikonduktor yang berfungsi utama menyearahkan AC menjadi DC. Dioda mempunyai dua elektroda, yaitu anoda (A) dan katoda (K). Dioda bersifat hanya meluluskan satu potential/ polaritas tegangan dan menahan/tidak meluluskan potential tegangan yang lainnya.



**Gambar 2.21 Dioda IN5402**  
(Sumber : duniaelektronika.blogspot.com)



**Gambar 2.22 Kaki-Kaki Dioda**  
(Sumber : duniaelektronika.blogspot.com)

Umumnya dioda dibuat dari bahan silikon, hanya sebagian yang dibuat dari bahan germanium. Setiap dioda mempunyai karakteristik tersendiri (tergantung type-nya), yang meliputi karakteristik kemampuan dilalui arus maximal tertentu, kemampuan dipekerjakan pada tegangan maximal tertentu, respons terhadap frekuensi, bentuk fisik, dan lain-lain yang kesemuanya bisa dilihat pada data karakteristik dioda yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya. Sebagai contoh adalah dioda type 1N4002 yang mempunyai kemampuan dilalui arus max.1A pada tegangan max.100V untuk penyearah tegangan AC frekuensi rendah.

Pemberian tegangan DC pada dioda mengkonsekwensikan adanya ‘sedikit’ tegangan hilang yang diluluskan oleh dioda. Ini terjadi karena ketika dioda bekerja meluluskan tegangan, ia mengambil ‘sedikit’ tegangan itu, yaitu umumnya sekitar 0,6V (atau lebih) pada dioda silikon dan 0,2V pada dioda germanium. Tegangan ini disebut Forward Voltage Drop (FVD) atau tegangan drop-maju.

#### **2.14. Transformator**

Transformator atau trafo adalah komponen elektromagnet yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator di gunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik memungkinkan di pilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk berbagai keperluan misalnya keperluan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang elektronika, transformator di gunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban; untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain. Dan untuk menghambat arus searah sambil tetap melalukan atau mengalirkan arus bolak-balik antara rangkaian. Berdasarkan frekuensi, transformator dapat di kelompokkan sebagai berikut :

- 1) Frekuensi daya. 50-60 c/s
- 2) Frekuensi pendengaran, 50 c/s-20 kc/s
- 3) Frekuensi radio, di atas 30 kc/s

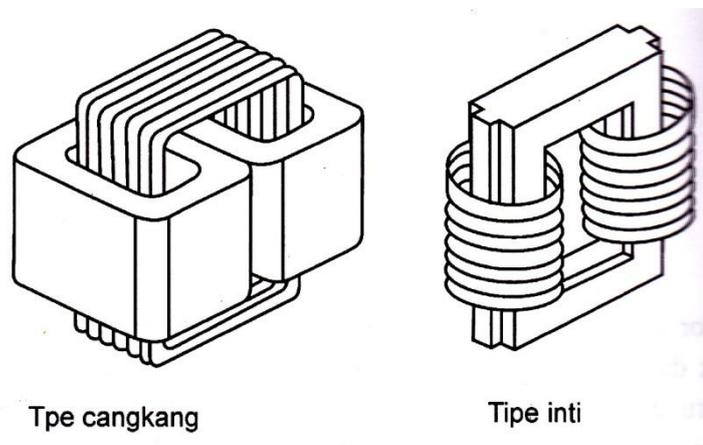
Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator di kelompokkan menjadi :

- 1) Transformator daya
- 2) Transformator distribusi
- 3) Transformator pengukuran : yang terdiri atas transformator arus dan transformator tegangan.

Kerja transformator yang berdasarkan induksi-elektromagnet, mneghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama.

Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti, di kenal dua macam transformator, yaitu transformator tipe inti dan transformator tipe cangkang.

(Zuhal, 2004:631)



**Gambar 2.23 Struktur Transformator**

(Sumber : Zuhal M.Sc.EE, 2004:632)

### 2.15. Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induktansi elektromagnetik tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua pada daya lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

(Michael Tooley, BA,2002:633)

## 2.16. Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

## 2.17. Jenis-Jenis Pompa

### 1. Pompa Sentrifugal (Centrifugal Pump)

Sifat dari hidrolis ini adalah memindahkan energi pada daun/kipas pompa dengan dasar pembelokan/pengubah aliran (*fluid dynamics*). Kapasitas yang di hasilkan oleh pompa sentrifugal adalah sebanding dengan putaran, sedangkan total head (tekanan) yang di hasilkan oleh pompa sentrifugal adalah sebanding dengan pangkat dua dari kecepatan putaran.

### 2. Pompa Desak (*Positive Displacement Pumps*)

Sifat dari pompa desak adalah perubahan periodik pada isi dari ruangan yang terpisah dari bagian hisap dan tekan yang dipisahkan oleh bagian dari pompa.

### 3. Sifat dari jets pump

Sebagai pendorong untuk mengangkat cairan dari tempat yang sangat dalam.

### 4. Air lift pumps (*mammoth pumps*)

Cara kerja pompa ini sangat tergantung pada aksi dari campuran antara cairan dan gas (*two phase flow*)

5. *Hidraulic pumps*

Pompa ini menggunakan kinetik energi dari cairan yang dipompakan pada suatu kolom dan energi tersebut diberikan pukulan yang tiba-tiba menjadi energi yang berbentuk lain (energi tekan).

6. *Elevator Pump*

Sifat dari pompa ini mengangkat cairan ke tempat yang lebih tinggi dengan menggunakan roda timbah.

Salah satunya yang dipakai disini yaitu pompa air celup (*Submersible*). Sesuai namanya, pompa air listrik ini penggunaannya dicelupkan ke dalam air. Pompa jenis ini bertipe pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal sendiri prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam *casing*. Cara kerjanya pun sama seperti pompa air listrik yaitu memanfaatkan daya centrifugal dari perputaran kipas impeller untuk mendorong air ke atas. Jenis pompa air celup ini cukup banyak tergantung keperluannya.



**Gambar 2.24 Pompa**  
(Sumber : [www.qrbiz.com](http://www.qrbiz.com))

Cara peletakkan pompa submersible yang di dalam air ternyata memiliki beberapa efek menguntungkan. Beberapa kelebihan pompa submersible yaitu:

1. Secara tata letak, penggunaan pompa submersible lebih praktis karena penempatannya berada di dalam air,
2. Tidak bising karena berada di dalam air maka suara bising pompa diredam oleh cairan,
3. Pompa tidak mudah panas. Cairan (air) memiliki kecenderungan memiliki suhu yang relatif dingin dan stabil. Karena keberadaan pompa di dalam air, maka pompa submersible tidak mudah panas,
4. Sistem pompa *submersible* tidak menggunakan *shaft* penggerak yang panjang dan bearing, jadi permasalahan yang biasa terjadi pada pompa permukaan (*Jet Pump*) seperti bearing dan shaft yang aus, tidak terjadi pada pompa *submersible*. (*artikel-teknologi.com*)

#### **2.18. Motor DC**

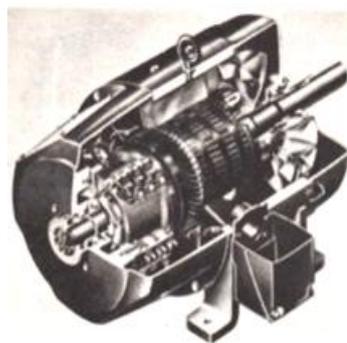
Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll.

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.

Mekanisme Kerja Motor DC Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torque untuk memutar kumparan.
4. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.



**Gambar 2.25 Motor DC**  
( Sumber : <http://blog.ub.ac.id> )

Dalam memahami sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

1. Beban torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsi nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.

2. Beban dengan torsi variabel, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan torsi variabel adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
3. Beban dengan energi konstan, adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh

untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin

### **2.18.1. Jenis Motor DC**

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis utama motor listrik: motor DC dan motor AC. Motor tersebut diklasifikasikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi, dan dijelaskan lebih lanjut dalam bagan dibawah ini.

#### **1. Motor DC/Arus Searah**

Motor DC/ arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Gambar 3 memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:

##### **1. Kutub medan**

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo 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. Dinamo**

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. 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. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

### 3. Kommutator

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

Keuntungan utama motor DC adalah kecepatannya mudah dikendalikan dan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

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

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

**Jenis-Jenis Motor DC/Arus Searah**

1. Motor DC sumber daya terpisah/ *Separately Excited*, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.
2. Motor DC sumber daya sendiri/ *Self Excited: motor shunt*. Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A) seperti diperlihatkan dalam gambar 4. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.