

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Antena**

##### **2.1.1 Pengertian Antena**

Antena merupakan perangkat radio yang bekerja mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya, yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubah menjadi sinyal listrik (*Endri, Jon : 2015* )

##### **2.1.2 Fungsi Antena**

Fungsi antena ialah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, lalu meradiasikannya (pelepasan energi elektromagnetik ke udara/ ruang bebas) dan sebaliknya. Antena juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik (penerima energi elektromagnetik dari ruang bebas) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik.

Pada radar atau komunikasi satelit, sering dijumpai sebuah antena yang melakukan kedua fungsi (pemancar dan penerima) sekaligus ([https://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_\(radio\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_(radio))).

##### **2.1.3 Jenis – Jenis Antena**

###### **a. Jenis Antena Berdasarkan Fungsinya**

Berdasarkan fungsinya antena dibedakan menjadi antena pemancar, antena penerima, dan antena pemancar sekaligus penerima. Di Indonesia, antena pemancar banyak dimanfaatkan pada stasiun-stasiun radio dan televisi. Sedangkan antena penerima biasanya digunakan pada alat-alat seperti radio, TV, dan alat komunikasi lainnya (*Lestari, Yurike : 2015: 7*).

## **b. Jenis Antena Berdasarkan Gainnya**

Berdasarkan besarnya gainnya antena dibedakan menjadi antena VHF dan UHF yang biasanya digunakan pada TV. Kiranya semua orang tahu bahwa besarnya daya pancar, akan memengaruhi besarnya sinyal penerimaan siaran televisi di suatu tempat tertentu pada jarak tertentu dari stasiun pemancar televisi. Semakin tinggi daya pancar semakin besar level kuat medan penerimaan siaran televisi. Namun besarnya penerimaan siaran televisi tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya daya pancar. Untuk memperbesar daya pancar pada stasiun TV dan daya terima pada TV maka perlu digunakan antena.

Besarnya gain antena dipengaruhi oleh jumlah dan susunan antena serta frekuensi yang digunakan. Antena pemancar UHF tidak mungkin digunakan untuk pemancar TV VHF dan sebaliknya, karena akan menimbulkan VSWR yang tinggi. Sedangkan antena penerima VHF dapat saja untuk menerima signal UHF dan sebaliknya, namun gain antenanya akan sangat mengecil dari yang seharusnya. Kualitas hasil pancaran dari pemancar VHF dibandingkan dengan kualitas hasil pancaran dari pemancar UHF adalah sama asalkan keduanya memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan ([https://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_\(radio\)\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_(radio)))).

## **c. Jenis Antena Berdasarkan Pola Radiasi**

Berdasarkan pola radiasinya antena dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

### **1. Antena *Directional***

Antena *Directional* adalah antena yang pola radiasi pancarannya terarah sehingga efektifitas pancaran radio hanya ke satu arah saja. Contohnya ialah antena Yagi yang sering dipakai sebagai antena penerima siaran TV (*Lestari, Yurike : 2015: 8*).

### **2. Antena *Omnidirectional***

Antena *omnidirectional* adalah antena yang pola radiasinya memancar ke segala arah. Contohnya ialah antena model *groundplane* (*Lestari, Yurike : 2015 : 8*).

#### d. Jenis Antena Berdasarkan Bentuk dan Kegunaannya

##### 1. Antena Grid



**Gambar 2.1 Antena Grid**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Antena ini banyak digunakan untuk menerima sinyal wifi, karena sinyal yang diterima difokuskan pada titik tertentu. Namun seiring dengan perkembangan zaman, Antena Grid juga banyak dimodifikasi untuk menangkap jaringan EVDO, 3G atau HSPA.

##### 2. Antena Parabola



**Gambar 2.2 Antena Parabola**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Antena ini sering digunakan untuk menangkap sinyal dari satelit TV. Jadi signal elektromagnetik dipantulkan dan dikumpulkan pada titik fokus. Sehingga bisa kita gunakan untuk menonton TV, internet dan sebagainya melalui *receiver* parabola. Untuk jenisnya ada dua yaitu *Prime* fokus dan *Offset*.

### 3. Antena Yagi



**Gambar 2.3 Antena Yagi**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Antena ini banyak dipakai untuk menerima sinyal elektromagnetik dari pemancar Radio atau TV Terrestrial (UHF/VHF). Namun seiring dengan perkembangan zaman antena ini juga banyak dipakai untuk menguatkan sinyal *Handphone* maupun modem HSPA.

### 4. Antena Wajan bolic



**Gambar 2.4 Antena Wajanbolic**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Antena ini merupakan jenis antena yang bisa kita gunakan untuk menangkap signal wifi maupun 3G dari BTS terdekat.

## 5. Antena Omni



**Gambar 2.5 Antena Omni**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Jenis antena ini banyak dipakai sebagai penerima atau *transmitter* (pemancar) FM. Pada TV jadul antena ini juga masih banyak digunakan namun kurang efektif jika digunakan untuk menerima sinyal TV karena belum terarah atau terfokus. Oleh sebab itu antena ini sudah jarang dipakai sebagai antena penerima. Namun sudah banyak pengembangan yang menjadikan antena ini bisa dipakai sebagai antena penerima jaringan 3G atau WLAN.

## 6. Antena Sectoral



**Gambar 2.6 Antena Sectoral**

(Sumber :<http://www.masputz.com/2015/08/berbagai-jenis-antena-fungsi-dan.html>)

Antena *Sectoral* merupakan jenis antena yang banyak dipakai untuk *access point*. Jadi dengan antena ini kita bisa menerima atau mengirim sinyal *hotspot/ wifi*.

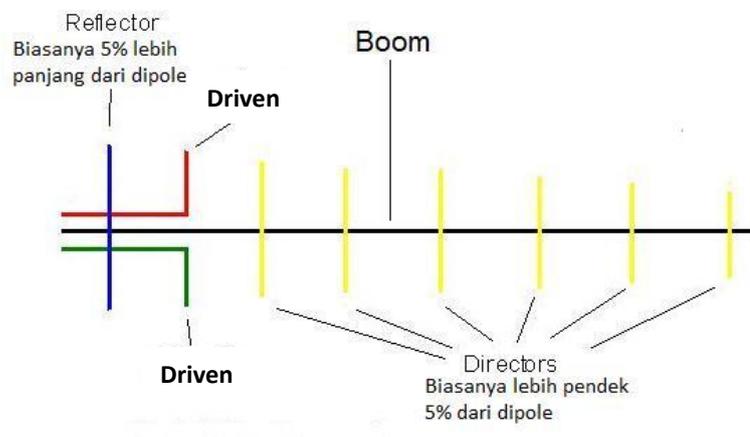
## 2.2 Antena Yagi

Antena Yagi adalah salah satu jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi atau sering juga disebut sebagai antena deret. Antena ini bersifat *directional*, yaitu menambah gain hanya pada salah satu arahnya. Sisi antena yang berada di belakang reflektor memiliki gain yang lebih kecil daripada di depan *director* ([https://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_Yagi](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_Yagi)).

Antena ini memiliki fungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik dari pemancar radio atau TV terrestrial (UHF/VHF).

### 2.2.1 Desain Antena Yagi

Antena Yagi terdiri dari beberapa bagian, yaitu:



**Gambar 2.7 Bagian-bagian Antena Yagi**

(Sumber :[https://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_Yagi](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_Yagi))

- a. *Driven* adalah titik catu dari kabel antena, biasanya panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang ( $0,5 \lambda$ ) dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima. Untuk mendapatkan panjang *driven* bisa kita hitung melalui persamaan di bawah ini.

Hitung terlebih dahulu panjang gelombang ( $\lambda$ ) dengan rumus :

$$\lambda = \frac{c}{F} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

- $\lambda$  = panjang gelombang (m)
- C = cepat rambat cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)
- F = frekuensi (Hz)

Kemudian barulah kita dapatkan panjang driven dengan rumus :

$$De = 0,5 \times K \times \lambda \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

- De = panjang *driven* (m)
- K = *velocity factor* (logam=0,95)
- $\lambda$  = panjang gelombang (m)

- b. Reflektor adalah bagian belakang antenna yang berfungsi sebagai pemantul sinyal, dengan panjang fisik lebih panjang daripada *driven*. Panjang biasanya adalah  $0,55 \lambda$  (panjang gelombang). Reflektor dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$R = De \times \frac{7}{100} + De \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- R = panjang reflektor antenna (cm)
- De = panjang *driven* (cm)

- c. *Director* adalah bagian pengarah antenna, ukurannya sedikit lebih pendek daripada *driven*. Penambahan batang *director* akan menambah gain antenna, namun akan membuat pola pengarahan antenna menjadi lebih sempit. Semakin banyak jumlah *director*, maka semakin sempit arahnya. Panjang tiap-tiap *director* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$D_n = D_{n-1} - (D_{n-1} \times \frac{5}{100}) \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$D_n$  = Panjang *director* ke-n (cm) dimana n merupakan jumlah *director*

$D_{n-1}$  = Panjang *director* sebelum  $D_n$  (cm)

Untuk  $n=1$ ,  $D_{n-1} = D_e$

- d. *Boom* adalah bagian ditempatkannya *driven*, reflektor, dan *director*. *Boom* berbentuk sebatang logam atau kayu yang panjangnya sepanjang antena itu.

Antena Yagi, juga memiliki spasi (jarak) antara elemen. Jaraknya umumnya sama, yaitu  $0.1 \lambda$  dari frekuensi ([https://id.wikipedia.org/wiki/Antena\\_Yagi](https://id.wikipedia.org/wiki/Antena_Yagi)). Spasi antar elemen yagi dapat dihitung melalui persamaan :

$$Spasi = \frac{36,6}{F} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana nilai 36,6 merupakan ketentuan persamaan dengan F merupakan frekuensi kerja antena yang akan dibuat. Berdasarkan spasi, maka dapat ditentukan panjang total antena (panjang *boom*). Dimana panjang *boom* dapat dihitung dengan persamaan :

$$Boom = (N-1) \times spasi + L \dots\dots\dots (2.6)$$

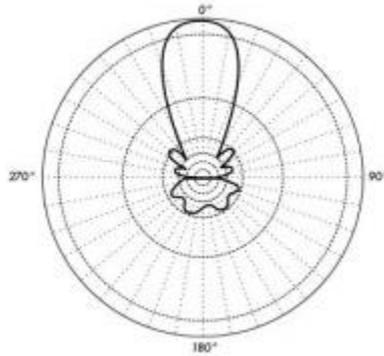
Dimana :

N = jumlah elemen antena

L = proporsional yang diambil antara 10 – 15 cm

### 2.2.2 Pola Radiasi Antena Yagi

Antena Yagi memiliki pola radiasi *directional*, yaitu pola radiasi terarah. Pola ini menggambarkan pancaran energi radiasi yang mengarah ke satu arah yang dalam hal ini mengarah ke bagian depan antena. (Lestari, Yurike : 2015: 15). Antena dengan pola radiasi ini akan memfokuskan gelombang radio dan jarak lebih ke satu arah dibandingkan yang lainnya (Geier: 2015: 250).



**Gambar 2.8 Pola Radiasi Antena Yagi**

(Sumber: [http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WNDW:\\_Pola\\_Radiasi](http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WNDW:_Pola_Radiasi))

### 2.2.3 Gain Antena Yagi

*Gain* Antena adalah ukuran keberarahan sebuah antena. *Gain* bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya, seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan satuan perbandingan yaitu *decibel* (Sari, Widya : 2015: 15).

*Gain* Antena Yagi dapat dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned}
 G_{\text{maxyagi}} &= k \cdot D_{\text{max}} \\
 &= k \cdot \frac{4\pi U_{\text{max}}}{P_{\text{rad}}} \\
 &= k \cdot \frac{4\pi (n+1)P_{\text{rad}}}{2\pi P_{\text{rad}}} \\
 &= k \cdot 2(n+1) \dots\dots\dots (2.7)
 \end{aligned}$$

$$G_{\text{max(dB)}} = 10 \log G_{\text{maxyagi}} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan

- $G_{\text{maxyagi}}$  = penguatan maksimal (tanpa satuan)
- $k$  = *velocity factor* (logam = 0,95)
- $D_{\text{max}}$  = kekuatan pengarah maksimum (tanpa satuan)
- $U_{\text{max}}$  = Intensitas radiasi maksimum ( $Watt/Sr$ )
- $P_{\text{rad}}$  = Daya radiasi (Watt)

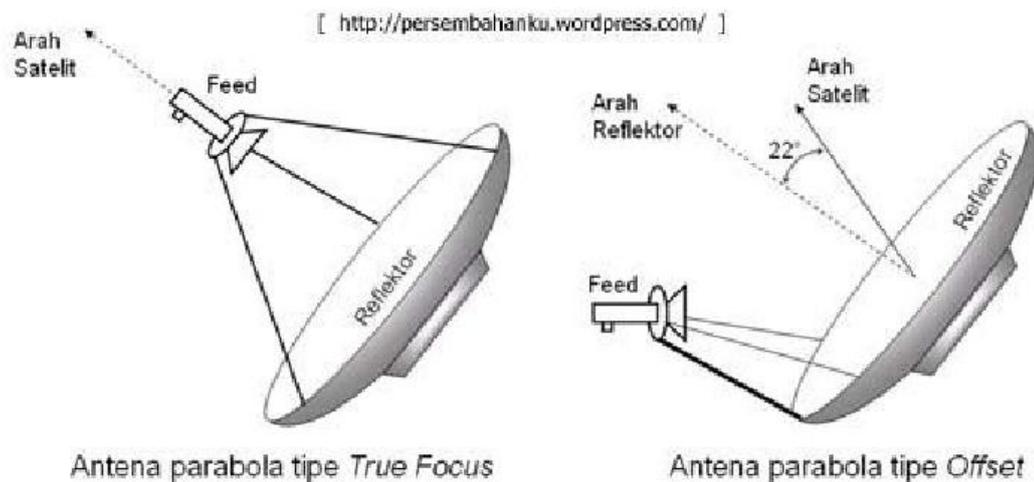
### 2.3 Antena Parabolic

Antena parabolic merupakan antena yang menggunakan *reflector parabolic*, yaitu permukaan melengkung dengan bentuk penampang parabola untuk mengarahkan gelombang radio. Bentuk yang paling umum adalah berbentuk seperti piringan. Antena ini memiliki *directivity* yang tinggi.

Fungsinya mirip dengan *reflector* sorot atau senter untuk mengarahkan gelombang radio dalam balok sempit, atau menerima gelombang radio dari satu arah tertentu (Sari, Widya : 2015: 9,10)

#### 2.3.1 Desain Antena Parabolic

Antena Parabola memiliki beberapa bagian, yaitu :



**Gambar 2.9 Bagian-bagian Antena Parabolic**

(Sumber: [https://www.academia.edu/8544538/Bagian\\_gambar\\_kerja\\_antena\\_parabola](https://www.academia.edu/8544538/Bagian_gambar_kerja_antena_parabola))

#### a. Main Reflector

Berfungsi untuk memantulkan sinyal yang datang dari satelit menuju satu titik fokus (*sub reflector*) serta memantulkan sinyal yang dipancarkan dari titik fokus (*sub reflector*) menuju satelit agar diperoleh gain yang cukup besar.

b. *Sub Reflector*

Berfungsi untuk memantulkan kembali sinyal dari *main reflector* menuju titik api (*feed horn*), dan sebaliknya.

c. *Feed Horn*

Pada sisi penerima bagian ini berfungsi untuk menangkap sinyal dari satelit yang telah dikumpulkan oleh *main reflector* dan *sub reflector* untuk diteruskan ke LNA.

([https://www.academia.edu/8544538/Bagian\\_gambar\\_kerja\\_antena\\_parabola](https://www.academia.edu/8544538/Bagian_gambar_kerja_antena_parabola))

Untuk membuat antena parabolic, kita harus menentukan titik fokus. Titik fokus tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = \sqrt{\frac{2,6D^2}{16}} \dots\dots\dots (2.9)$$

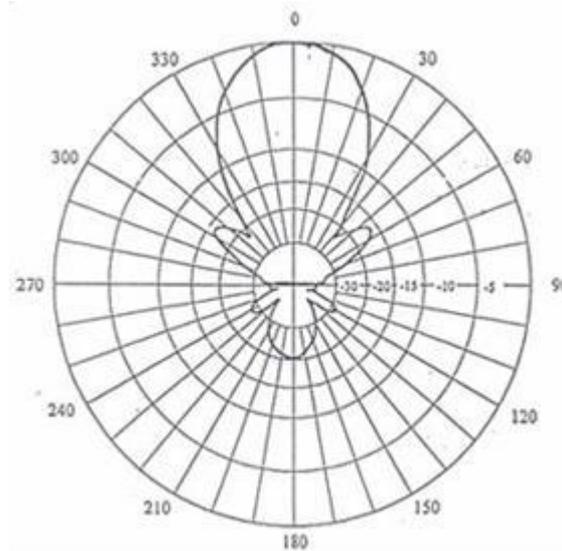
Dengan :

F = Titik fokus antena (cm)

D = diameter parabolic (cm)

### 2.3.2 Pola Radiasi Antena Parabolic

Pola radiasi antena parabola pada dasarnya mirip dengan antena yagi. Akan tetapi, antena parabola mempunyai pola radiasi yang lebih sempit sehingga praktis semua energi RF terarah ke satu arah. Sebuah antena parabola lebih sulit diarahkan, karena lebih rentan terhadap gangguan fisik atau mekanik, seperti angin yang kuat. Untuk jarak pendek biasanya kita tidak menggunakan antena parabola penguatan tinggi.



**Gambar 2.10 Pola Radiasi Antena Parabolic**

(Sumber : <http://duniapengetahuan2627.blogspot.co.id/2012/08/pola-radiasi-antena-parabola.html>)

### 2.3.3 Gain Antena Parabolic

Untuk menghitung penguatan (*Gain*) Antena Parabolic dapat menggunakan rumus :

$$G = \frac{4\pi DF}{\lambda^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$G_{\text{parabolic}} = 10 \log G \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

G = penguatan gain parabolic (tanpa satuan)

$G_{\text{parabolic}}$  = penguatan antena parabolic (dB)

D = diameter antena (m)

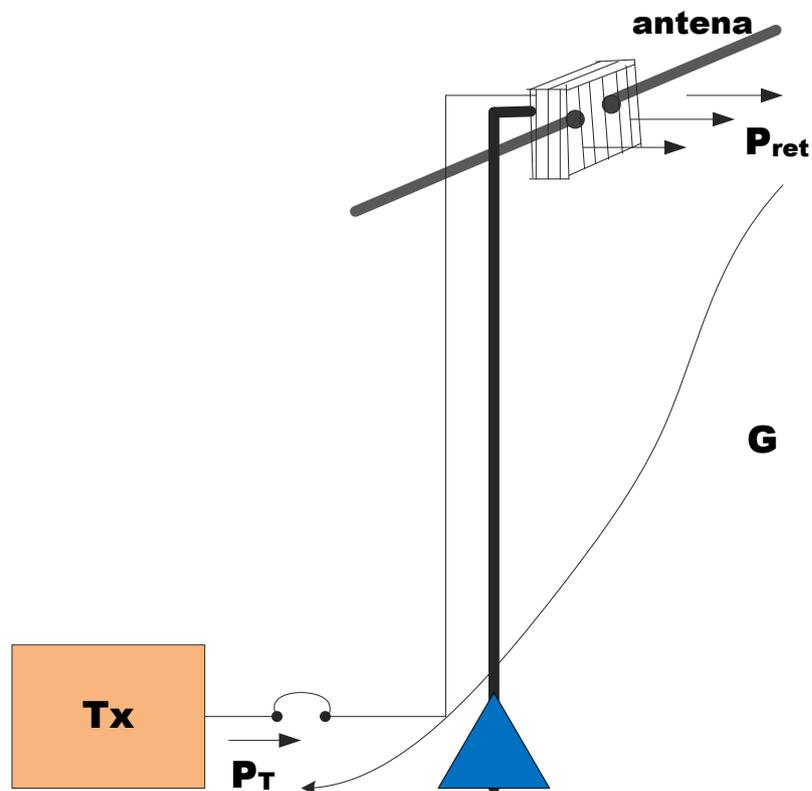
F = titik fokus (m)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

## 2.4 Pengukuran Gain Antena

*Gain* antena merupakan perbandingan daya *output* terhadap daya *input* antena.

Pada antenna *transmitter* daya output adalah daya radiasi efektif yang dipancarkan / ditransmisikan antenna, sedangkan daya *input* adalah daya listrik yang diterima antenna dari pesawat *transmitter* ( daya *output transmitter* ).



**Gambar 2.11** Gambaran *Gain* pada Antena *Transmitter*  
(Sumber : Laporan Praktikum Antena dan Propagasi Job 1)

*Gain* adalah perbandingan  $P_{ret}$  terhadap  $P_T$ . Jika  $P_{ret}$  dan  $P_T$  dalam satuan watt maka :

$$G = P_{ret} / P_T \dots \dots \dots (2.12)$$

dimana :

$$G = \text{gain antenna ( tanpa satuan )}.$$

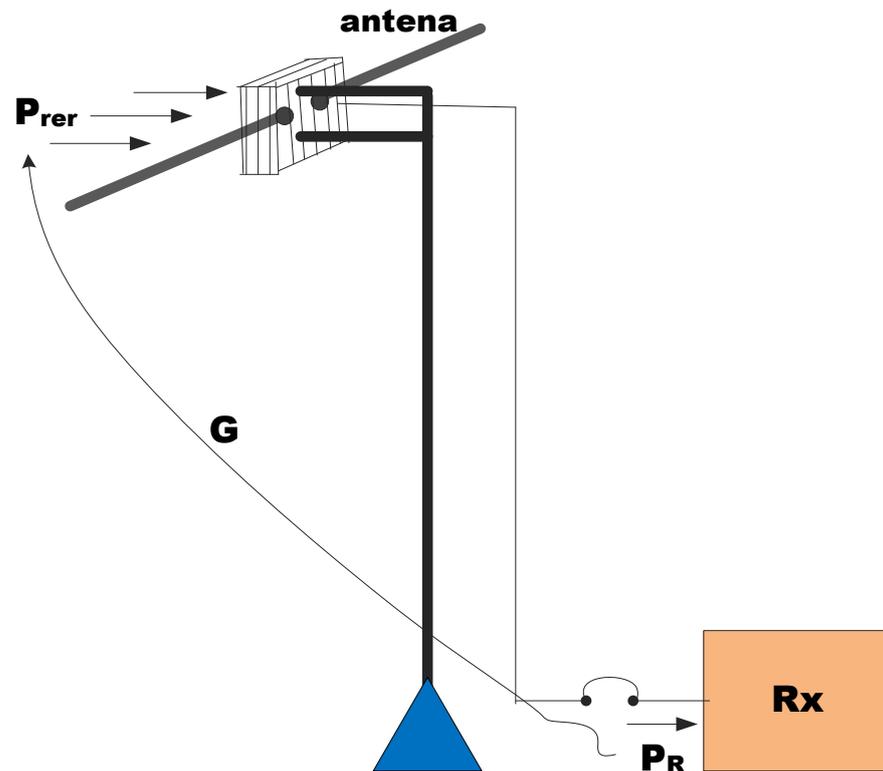
Jika  $P_{ret}$  dan  $P_T$  dalam satuan dBm maka ;

$$G = P_{ret} - P_T \dots \dots \dots (2.13)$$

dimana :

$$G = \text{gain antenna ( dB )}.$$

Pada antenna *receiver* daya *output* antenna adalah daya listrik yang dihasilkan antenna untuk diberikan kepada pesawat *receiver* ( daya *input pesawat receiver* ), sedangkan daya input adalah daya radiasi efektif yang ditangkap antenna dari udara bebas.



**Gambar 2.12** Gambaran *Gain* pada Antena *Receiver*  
(Sumber : Laporan Praktikum Antena dan Propagasi Job 1)

*Gain* adalah perbandingan  $P_R$  terhadap  $P_{rer}$ . Jika  $P_R$  dan  $P_{rer}$  dalam satuan watt maka :

$$G = P_R / P_{rer} \dots \dots \dots (2.14)$$

dimana :

$$G = \text{gain antenna ( tanpa satuan ).}$$

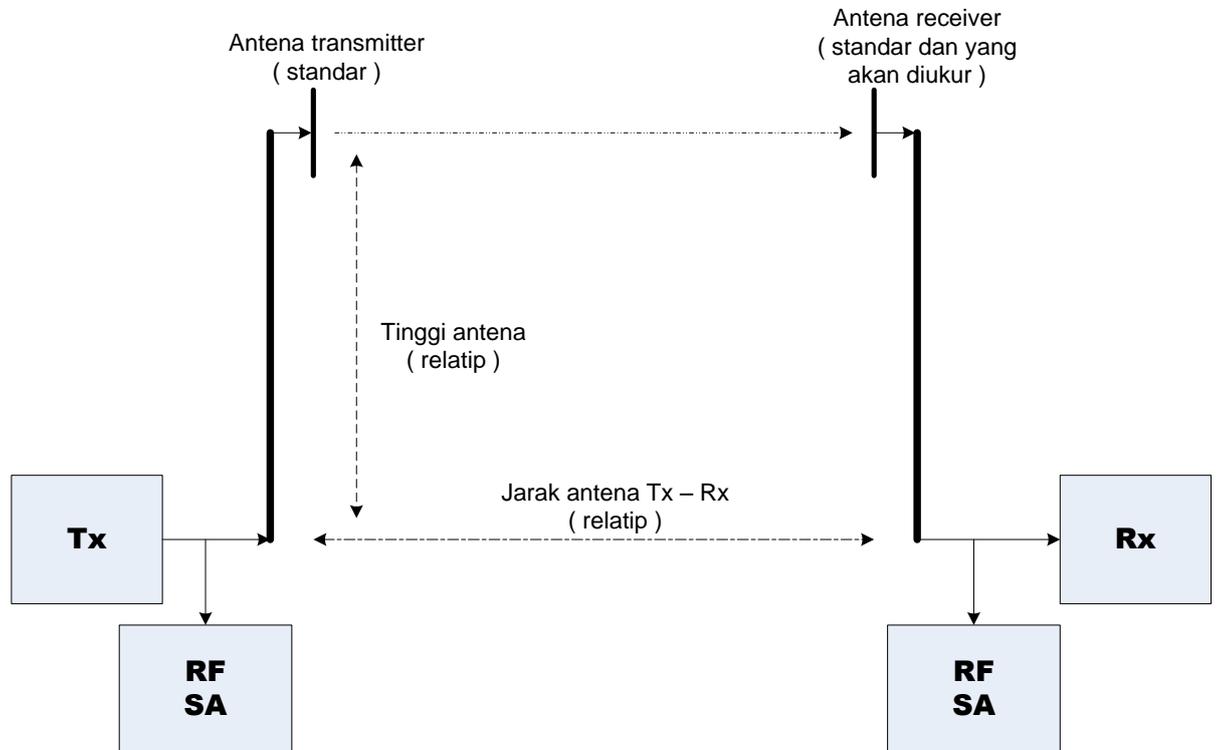
Jika  $P_R$  dan  $P_{rer}$  dalam satuan dBm maka ;

$$G = P_R - P_{rer} \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana :

$$G = \text{gain antenna ( dB )}$$

Pada pengukuran antenna, antenna yang akan diukur dioperasikan sebagai antenna *receiver* sedangkan pada *transmitter* selalu digunakan antenna standar.



**Gambar 2.13 Diagram Dasar Pengukuran Antena**  
(Sumber : Laporan Praktikum Antena dan Propagasi Job 1)

Secara matematis transfer daya dari pesawat *transmitter* ke pesawat *receiver* dapat dirumuskan :

$$P_R = P_T + G_T - L_P + G_R \dots \dots \dots (2.16)$$

dimana :

$P_R$  = daya *input* pesawat *receiver* / daya *output* antenna *receiver* ( dBm )

$P_T$  = daya *output* *transmitter* / daya *input* antenna *transmitter* ( dBm )

$G_T$  = gain antenna *transmitter* / standar ( 2,15 dB )

$L_P$  = rugi-rugi lintasan propagasi ( dB )

$G_R$  = gain antenna *receiver* ( dB )

Menghitung *gain* antena yang akan diukur adalah dengan cara membandingkan hasil pengukuran antena tersebut dengan hasil pengukuran antena standar.

Perhitungan *gain* hasil pengukuran tersebut dapat dirumuskan :

$$G_R = G_{R\text{standar}} + ( P_R - P_{R\text{standar}} ) \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

$G_R$  = *gain* antena yang diukur ( dB )

$G_{R\text{standar}}$  = *gain* antena standar ( 2,15 dB )

$P_R$  = daya *output* antena yang diukur ( dBm )

$P_{R\text{standar}}$  = daya *output* antena standar ( dBm ).

## 2.5 Rangkaian Mikrokontroler

### 2.5.1 Pengertian Mikrokontroler

Suatu kontroler digunakan untuk mengontrol suatu proses atau aspek-aspek dari lingkungan. Satu contoh aplikasi dari mikrokontroler adalah untuk memonitor rumah kita. Ketika suhu naik kontroler membuka jendela dan sebaliknya. Pada dasarnya, kontroler dibangun dari komponen-komponen logika secara keseluruhan, sehingga menjadikannya besar dan berat. Setelah itu barulah dipergunakan mikroprosesor sehingga keseluruhan kontroler masuk kedalam PCB yang cukup kecil. Hingga saat ini masih sering kita lihat kontroler yang dikendalikan oleh mikroprosesor biasa (Zilog Z80, Intel 8088, Motorola 6809, dsb).

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya (<http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-kelebihan-mikrokontroller/>). Mikrokontroler adalah suatu IC dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari:

a. CPU (*Central Processing Unit*)

- b. RAM (*Random Access Memory*)
- c. EEPROM/EPROM/PROM/ROM
- d. I/O, Serial & Parallel
- e. *Timer*
- f. *Interrupt Controller*

Rata-rata mikrokontroler memiliki interupsi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung dan mudah, dan proses interupsi yang cepat dan efisien. Dengan kata lain mikrokontroler adalah solusi satu chip yang secara drastis mengurangi jumlah komponen dan biaya desain (harga relatif rendah). (sir.stikom.edu, 2008:1)

Seperti dijelaskan diatas, mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi.

Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu. Sebagai contoh, printer adalah suatu *embedded system* karena di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pengendali dan juga *dedicated system* karena fungsi pengendali tersebut berfungsi hanya untuk menerima data dan mencetaknya. Hal ini berbeda dengan suatu PC yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, sehingga mikroprosesor pada PC sering disebut sebagai *general purpose microprocessor*

(mikroprosesor serba guna). Pada PC berbagai macam *software* yang disimpan pada media penyimpanan dapat dijalankan, tidak seperti mikrokontroler hanya terdapat satu *software* aplikasi.

Penggunaan mikrokontroler antara lain terdapat pada bidang-bidang berikut ini.

- a. Otomotif : *Engine Control Unit, Air Bag, fuel control, Antilock Braking System*, sistem pengaman alarm, transmisi otomatis, hiburan, pengkondisi udara, *speedometer* dan *odometer*, navigasi, suspensi aktif.
- b. Perlengkapan rumah tangga dan perkantoran : sistem pengaman alarm, *remote control*, mesin cuci, *microwave*, pengkondisi udara, timbangan digital, mesin foto kopi, *printer*, mouse.
- c. Pengendali peralatan di industri.
- d. Robotika.

Saat ini mikrokontroler 8 bit masih menjadi jenis mikrokontroler yang paling populer dan paling banyak digunakan. Maksud dari mikrokontroler 8 bit adalah data yang dapat diproses dalam satu waktu adalah 8 bit, jika data yang diproses lebih besar dari 8 bit maka akan dibagi menjadi beberapa bagian data yang masing-masing terdiri dari 8 bit. Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain. Untuk memilih jenis mikrokontroler yang cocok dengan aplikasi yang dibuat terdapat tiga kriteria yaitu:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan secara efektif & efisien. Hal ini menyangkut kecepatan, kemasan/packaging, konsumsi daya, jumlah RAM dan ROM, jumlah I/O dan timer, harga per unit.
- b. Bahasa pemrograman yang tersedia.
- c. Kemudahan dalam mendapatkannya. (*Sulhan Setiawan, 2008*)



**Gambar 2.14 Chip Mikrokontroler**

(Sumber : <http://wikipedia.com/mikrokontroler>)

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem running bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk download perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk download komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.

Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat. (*elektronika dasar, 2010*)

Ada dua hal yang mendukung berjalannya rangkaian mikrokontroler, yaitu software yang digunakan dan *hardware* yang terdiri dari mikrokontroler ATmega16 dan komponen-komponen lainnya.

### 2.5.2 Software

Ada dua *software* yang digunakan untuk merancang rangkaian mikrokontroler ini, yaitu :

#### a. *Design Explorer (DXP)*

Platform DXP menyediakan kunci untuk mengintegrasikan berbagai *design tools* ke dalam lingkup *Designer Altium* tunggal. Program ini digunakan untuk mendesain PCB ([https://techdocs.altium.com/display/ADOH/The+Design+Explorer+\(DXP\)+Integration+Platform](https://techdocs.altium.com/display/ADOH/The+Design+Explorer+(DXP)+Integration+Platform))

#### b. **Bascom AVR**

Merupakan *software developer* dan *downloader* untuk melakukan programming ke chip AVR (<http://www.aisi555.com/2011/08/perkenalan-avr-studio.html>). Kemudian untuk basicnya digunakan Bascom AVR. Bahasa pemrograman *basic* banyak digunakan untuk aplikasi mikrokontroler karena kompatibel oleh mikrokontroler jenis AVR dan didukung dengan *compiler* pemrograman berupa Bascom AVR. Bahasa *basic* memiliki penulisan program yang mudah dimengerti walaupun untuk orang awam sekalipun, karena itu bahasa ini dinamakan bahasa basic. Jenis perintah programnya seperti do, loop, if, then, dan sebagainya masih banyak lagi.

BASCOM AVR sendiri adalah salah satu tool untuk pengembangan / pembuatan program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR. BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (*Integrated Development Environment*) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utamanya meng-*compile* kode program menjadi file hex / bahasa mesin, BASCOM AVR juga memiliki

kemampuan / fitur lain yang berguna sekali seperti monitoring komunikasi serial dan untuk menanamkan program yang sudah di *compile* ke mikrokontroler.

BASCOM AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD. Intruksi yang dapat digunakan pada editor BASCOM AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan (<http://dheniyulistianto.blogspot.co.id/2013/07/pengertian-bascom-avr.html>).

### 2.5.3 Hardware

Hardware merupakan komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam rangkaian mikrokontroler. Adapun komponen-komponen tersebut, yaitu :

#### a. Mikrokontroler ATmega16

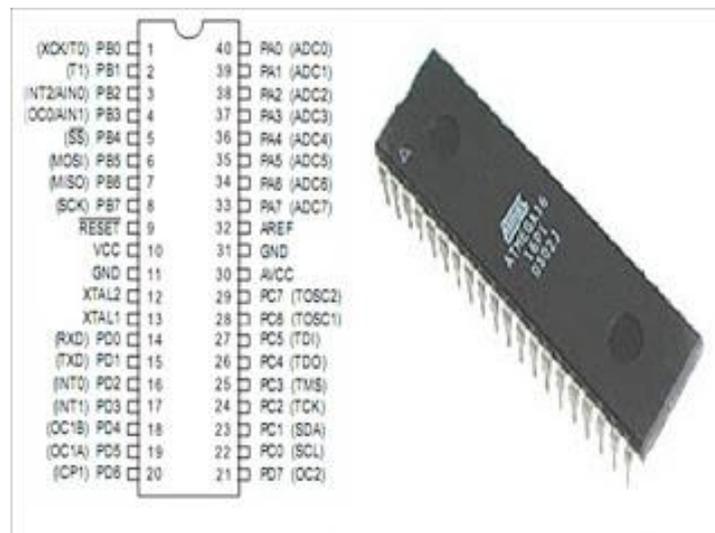
ATmega16 merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel keluarga AVR. AVR mempunyai 32 *register general-purpose*, *timer/counter* dengan metode *compare*, *interrupt* eksternal dan internal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, ADC dan PWM internal.

Adapun fitur-fitur dari Mikrokontroler ATmega16 ini adalah sebagai berikut:

1. *Microcontroller* AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
2. RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas
4. *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1KByte.
5. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
6. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
7. Unit interupsi internal dan eksternal.
8. *Port* USART untuk komunikasi serial.
9. Fitur *Peripheral*.
10. Tiga buah *Timer/ Counter* dengan kemampuan perbandingan.

11. 2 (dua) buah *Timer/ Counter 8 bit* dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
12. 1 (satu) buah *Timer/ Counter 16 bit* dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
13. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
14. 4 *channel PWM*.
15. 8 *channel, 10 bit ADC*.
16. 8 *Single-ended Channel*.
17. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP.
18. 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain 1x, 10x, atau 200x*.
19. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
20. *Programmable Serial USART*.
21. Antarmuka SPI.
22. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
23. *On-chip analog Comparator*. (Datasheet ATmega16 : PDF)

Atmega16 memiliki 40 pin. Untuk penjelasan *pin* dari AVR ATmega 16 ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



**Gambar 2.15 Konfigurasi Pin ATmega 16**

(Sumber : <http://r0fqh1.blogspot.co.id/2012/04/microcontroller-atmega-16.html>)

Konfigurasi pin ATmega 16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.11. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega 16 sebagai berikut :

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *Ground*.
3. *Port A* (PA.0...PA.7) merupakan pin *input/ output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. *Port B* (PB.0...PB.7) merupakan pin *input/ output* dua arah dan pin fungsi khusus, 5. *Port C* (PC.0...PC.7) merupakan pin *input/ output* dua arah dan pin fungsi khusus.
5. *Port D* (PD.0...PD.7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
7. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.
8. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
9. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

#### **b. Komponen-komponen Rangkaian Mikrokontroler**

Ada beberapa komponen yang digunakan dalam rangkaian mikrokontroler yang tentunya memiliki fungsi masing-masing. Adapun komponen-komponen dasar yang digunakan dalam rangkaian ini ialah :

##### 1. Resistor

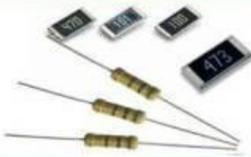
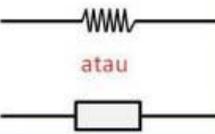
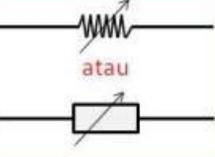
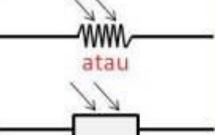
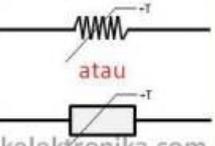
Resistor atau disebut juga dengan Hambatan adalah Komponen Elektronika Pasif yang berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian Elektronika. Satuan Nilai Resistor atau Hambatan adalah Ohm ( $\Omega$ ). Nilai Resistor biasanya diwakili dengan Kode angka ataupun Gelang Warna yang terdapat di badan Resistor. Hambatan Resistor sering disebut juga dengan Resistansi atau *Resistance* (<http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>).

Ada beberapa jenis resistor, yaitu :

- a. Resistor yang nilainya Tetap

- b. Resistor yang nilainya dapat diatur, Resistor Jenis ini sering disebut juga dengan *Variable Resistor* ataupun Potensiometer.
- c. Resistor yang nilainya dapat berubah sesuai dengan intensitas cahaya, Resistor jenis ini disebut dengan LDR atau *Light Dependent Resistor*
- d. Resistor yang nilainya dapat berubah sesuai dengan perubahan suhu, Resistor jenis ini disebut dengan PTC (*Positive Temperature Coefficient*) dan NTC (*Negative Temperature Coefficient*).

**Tabel 2.1 Gambar dan Simbol Resistor**

Nama Komponen	Gambar	Simbol
<b>Resistor (Nilai Tetap)</b>		 atau
<b>Variable Resistor</b>		 atau
<b>LDR (Light Depending Resistor)</b>		 atau
<b>Thermistor (NTC / PTC)</b>		 atau

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

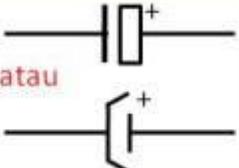
## 2. Kapasitor

Kapasitor atau disebut juga dengan Kondensator adalah Komponen Elektronika Pasif yang dapat menyimpan energi atau muatan listrik dalam sementara waktu. Fungsi-fungsi Kapasitor (Kondensator) diantaranya adalah dapat memilih gelombang radio pada rangkaian Tuner, sebagai perata arus pada *rectifier* dan juga sebagai *Filter* di dalam Rangkaian *Power Supply* (Catu Daya).

Satuan nilai untuk Kapasitor (Kondensator) adalah Farad (F)  
 Jenis-jenis Kapasitor diantaranya adalah :

- a. Kapasitor yang nilainya Tetap dan tidak ber-polaritas. Jika didasarkan pada bahan pembuatannya maka Kapasitor yang nilainya tetap terdiri dari Kapasitor Kertas, Kapasitor Mika, Kapasitor *Polyster* dan Kapasitor Keramik.
- b. Kapasitor yang nilainya Tetap tetapi memiliki Polaritas Positif dan Negatif, Kapasitor tersebut adalah Kapasitor Elektrolit atau *Electrolyte Condensator* (ELCO) dan Kapasitor Tantalum.
- c. Kapasitor yang nilainya dapat diatur, Kapasitor jenis ini sering disebut dengan *Variable Capasitor*.

**Tabel 2.2 Gambar dan Simbol Kapasitor**

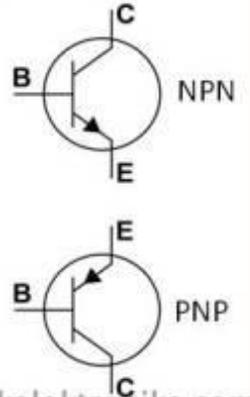
Nama Komponen	Gambar	Simbol
<b>Kapasitor Biasa</b> (Non-Polaritas)		
<b>Kapasitor Elektrolit</b> (memiliki Polaritas)		atau 
<b>Kapasitor Variabel</b> (Variable Capacitor)		

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

### 3. Transistor

Transistor merupakan Komponen Elektronika Aktif yang memiliki banyak fungsi dan merupakan Komponen yang memegang peranan yang sangat penting dalam dunia Elektronik modern ini. Beberapa fungsi Transistor diantaranya adalah sebagai Penguat arus, sebagai *Switch* (Pemutus dan penghubung), Stabilitas Tegangan, Modulasi Sinyal, Penyearah dan lain sebagainya. Transistor terdiri dari 3 Terminal (kaki) yaitu *Base/Basis* (B), *Emitor* (E) dan *Collector/Kolektor* (K). Berdasarkan strukturnya, Transistor terdiri dari 2 Tipe Struktur yaitu PNP dan NPN. UJT (*Uni Junction Transistor*), FET (*Field Effect Transistor*) dan MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor FET*) juga merupakan keluarga dari Transistor.

**Tabel 2.3 Gambar dan Simbol Transistor**

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Transistor		

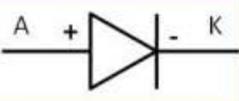
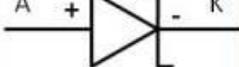
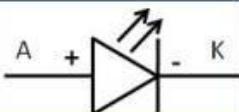
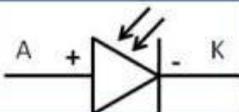
(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

### 4. Dioda

Dioda adalah Komponen Elektronika Aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Diode terdiri dari 2 Elektroda yaitu Anoda dan Katoda. Berdasarkan fungsi Diode terdiri dari :

- a. Dioda Biasa atau Dioda Penyearah yang umumnya terbuat dari Silikon dan berfungsi sebagai penyearah arus bolak balik (AC) ke arus searah (DC).
- b. Dioda Zener (Zener Diode) yang berfungsi sebagai pengamanan rangkaian setelah tegangan yang ditentukan oleh Dioda Zener yang bersangkutan. Tegangan tersebut sering disebut dengan Tegangan Zener.
- c. LED (*Light Emitting Diode*) atau Diode Emisi Cahaya yaitu Dioda yang dapat memancarkan cahaya monokromatik.
- d. Dioda Foto (*Photo Diode*) yaitu Dioda yang peka dengan cahaya sehingga sering digunakan sebagai Sensor.
- e. Dioda Schottky (SCR atau *Silicon Control Rectifier*) adalah Dioda yang berfungsi sebagai pengendali.
- f. Dioda Laser (*Laser Diode*) yaitu Dioda yang dapat memancar cahaya Laser. Dioda Laser sering disingkat dengan LD.

**Tabel 2.4 Gambar dan Simbol Dioda**

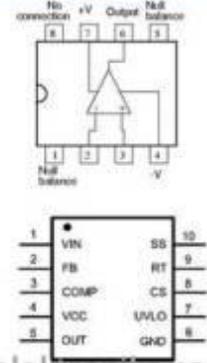
Nama Komponen	Gambar	Simbol
<b>Dioda Penyearah</b>		
<b>Dioda Zener</b>		
<b>LED</b> (Light Emitting Diode)		
<b>Dioda Foto</b> (Photo Diode)		
<b>SCR</b> (Silicon Control Rectifier)		
<b>Dioda Laser</b> (Laser Diode)		

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

### 5. *Integrated Circuit (IC)*

*Integrated Circuit (IC)* adalah Komponen Elektronika Aktif yang terdiri dari gabungan ratusan bahkan jutaan Transistor, Resistor dan komponen lainnya yang diintegrasikan menjadi sebuah Rangkaian Elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Bentuk IC (*Integrated Circuit*) juga bermacam-macam, mulai dari yang berkaki 3 (tiga) hingga ratusan kaki (terminal). Fungsi IC juga beraneka ragam, mulai dari penguat, *Switching*, pengontrol hingga media penyimpanan. Pada umumnya, IC adalah Komponen Elektronika dipergunakan sebagai Otak dalam sebuah Peralatan Elektronika. IC merupakan komponen Semi konduktor yang sangat sensitif terhadap ESD (*Electro Static Discharge*). Sebagai contoh, IC yang berfungsi sebagai otak pada sebuah Komputer yang disebut sebagai *Microprocessor* terdiri dari 16 juta Transistor dan jumlah tersebut belum lagi termasuk komponen-komponen Elektronika lainnya.

**Tabel 2.5 Gambar dan Simbol IC**

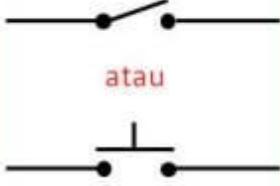
Nama Komponen	Gambar	Simbol																				
<p style="text-align: center;"><b>IC</b> (Integrated Circuit)</p>		 <table border="1" data-bbox="1093 1534 1300 1680"> <tr> <td>1</td> <td>VIN</td> <td>SS</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>FB</td> <td>RT</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>COMP</td> <td>CS</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>VCC</td> <td>VVLO</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>OUT</td> <td>GND</td> <td>6</td> </tr> </table>	1	VIN	SS	10	2	FB	RT	9	3	COMP	CS	8	4	VCC	VVLO	7	5	OUT	GND	6
1	VIN	SS	10																			
2	FB	RT	9																			
3	COMP	CS	8																			
4	VCC	VVLO	7																			
5	OUT	GND	6																			

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

## 6. Switch

Saklar adalah komponen yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik. Dalam Rangkaian Elektronika, saklar sering digunakan sebagai ON/OFF dalam peralatan Elektronika.

**Tabel 2.6 Gambar dan Simbol Switch**

Nama Komponen	Gambar	Simbol
<p style="text-align: center;"><b>Saklar</b> (Switch)</p>		 <p style="text-align: center;">atau</p>

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/jenis-jenis-komponen-elektronika-beserta-fungsi-dan-simbolnya/>)

## 7. Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau *Rheostat*. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor *joystick*.

Potensiometer jarang digunakan untuk mengendalikan daya tinggi (lebih dari 1 Watt) secara langsung. Potensiometer digunakan untuk menyetel taraf isyarat analog (misalnya pengendali suara pada peranti audio), dan sebagai pengendali masukan untuk sirkuit elektronik. Sebagai contoh, sebuah peredup lampu menggunakan potensiometer untuk menendalikan pensaklaran sebuah TRIAC, jadi secara tidak langsung mengendalikan kecerahan lampu.

Potensiometer yang digunakan sebagai pengendali volume kadang-kadang dilengkapi dengan saklar yang terintegrasi, sehingga potensiometer membuka sakelar saat penyapu berada pada posisi terendah (<https://id.wikipedia.org/wiki/Potensiometer>).



**Gambar 2.16 Potensiometer**

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Potensiometer>)

#### 8. Trafo

Trafo adalah alat yang memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik. *Transformator* bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan gaya gerak listrik (ggl) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder (<https://id.wikipedia.org/wiki/Transformator>).

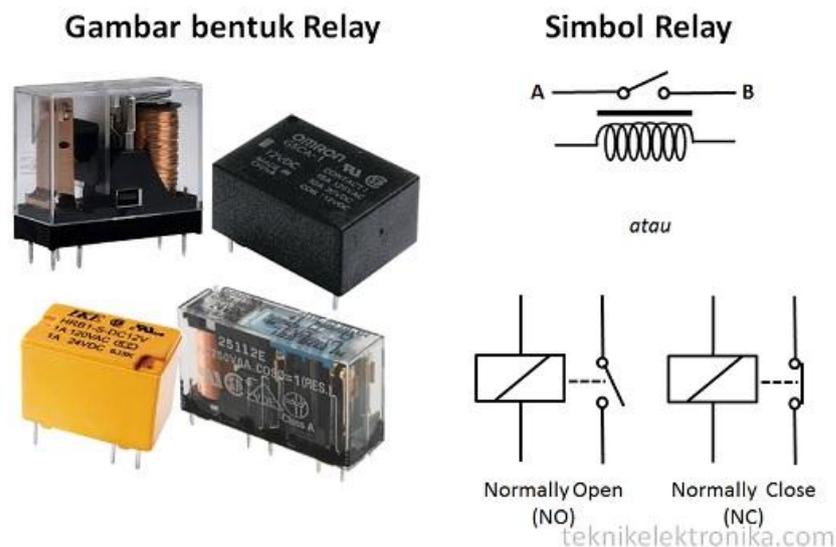


**Gambar 2.17 Trafo 2A CT**

(Sumber : <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/148p0o-jual-trafo-2a-ct-15v>)

## 9. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



**Gambar 2.18 Gambar dan Simbol Relay**

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

### 2.4.4 Downloader

*Downloader* atau *programmer* dalam dunia mikrokontroler dikenal sebagai alat yang dapat digunakan untuk mengisi (*flashing*) program ke dalam chip mikrokontroler. *Downloader* atau *programmer* merupakan alat atau *tools* wajib

yang harus Anda miliki ketika ingin ngoprek mikrokontroler. *Downloader* mikrokontroler banyak jenisnya, tergantung Â merek mikrokontroler apa yang Anda gunakan. Masing-masing pabrik mikrokontroler biasanya menjual *programmer*-nya secara terpisah. Anda dapat membelinya sesuai dengan chip mikrokontroler apa yang Anda gunakan.

Downloader bisa juga diartikan sebagai jembatan penghubung antara komputer dengan mikrokontroler. Yang mana file.hex yang telah dibuat dari compile file.bas dari *software* BASCOM-AVR dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Downloader yang umum digunakan untuk memasukkan data dari komputer ke mikrokontroler yaitu USB-ASP, namun ada pula yang tidak memakai USB-ASP yaitu menggunakan serial paralel port untuk melakukan download programnya.

(<https://fajarahmadfauzi.wordpress.com/2015/06/30/downloader/>).

*Downloader* atau *programmer* mikrokontroler dapat juga dibuat sendiri. Banyak sekali rangkaian *downloader* mikrokontroler atau *programmer* mikrokontroler yang dapat Anda lihat di internet. Salah satunya adalah *downloader* mikrokontroler AVR yang bernama USBasp. USBasp merupakan salah satu *downloader* mikrokontroler AVR yang sifatnya open source. (Rudiawaneko, 2014).



**Gambar 2.19***Downloader*  
(Sumber : *aliexpress*, 2010)

## 2.6 Motor DC

### 2.6.1 Pengertian Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional* (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>).

### 2.6.2 Bagian-Bagian Utama Motor DC

Ada tiga bagian utama motor DC yang dapat menyebabkan motor dapat berputar, yaitu :

a. Kutub medan

Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

b. *Current Elektromagnet* atau Dinamo

Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

c. *Commutator*

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



**Gambar 2.20 Motor DC**

(Sumber :<http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>)

### 2.6.3 Jenis-Jenis Motor DC

Ada beberapa jenis motor DC, yaitu :

- a. Motor DC sumber daya terpisah/ *Separately Excited*

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.

- b. Motor DC sumber daya sendiri/ *Self Excited*

Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :

1. Motor DC Tipe Shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo. Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga *torque* tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan

berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

## 2. Motor DC Tipe Seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo. Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah kecepatan dibatasi pada 5000 RPM. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

## 3. Motor DC Tipe Kompon/Gabungan Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>)