

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Robot Bawah Air**

Robot bawah air adalah salah satu tipe robot yang aplikasinya ditujukan untuk melakukan kegiatan observasi di bawah air. Secara umum robot bawah air di kelompokkan atas dua jenis yaitu AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) dan ROV (*Remotely Operated Vehicle*). AUV adalah jenis robot bawah air yang bersifat *autonomous* (otonom), robot dapat bergerak dan melakukan kegiatan sendiri, berdasarkan program yang telah ditanamkan di dalam chip-nya. Hal ini ditunjang dengan dukungan dari sensor-sensor yang disertakan pada robot tersebut. Sedangkan ROV adalah robot bawah air yang dikendalikan oleh operator dalam pengoperasiannya, dan didukung oleh perangkat kendali (*remote kontrol*) dalam pengoperasiannya. Robot pendeteksi metal di air tawar termasuk jenis robot ROV. Robot penyelam adalah robot yang mampu bergerak di dalam air. Gerakan yang dapat dilakukan adalah naik dan turun/menyelam. Gerakan ke atas timbul akibat adanya gaya dorong dari putaran *propeller*, sedangkan untuk gerak menyelam disebabkan oleh berat beban dari robot. Kemampuan robot ROV dapat lebih ditingkatkan dan akan menjadi lebih fungsional apabila robot tersebut dilengkapi dengan kamera, pendeteksi logam, dan juga lampu sebagai pencahayaan di bawah air.<sup>1</sup>

#### **2.2 Mikrokontroler ATmega16**

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali bagi perangkat lain. Untuk memenuhi kebutuhan memori program yang cukup besar, maka digunakan mikrokontroler ATmega16. ATmega16 memiliki 32 pin yang digunakan untuk *input/output*, pin-pin tersebut terdiri dari 8 pin sebagai port A. 8 pin sebagai port B. 8 pin sebagai port C. 8 pin sebagai port D. Dalam

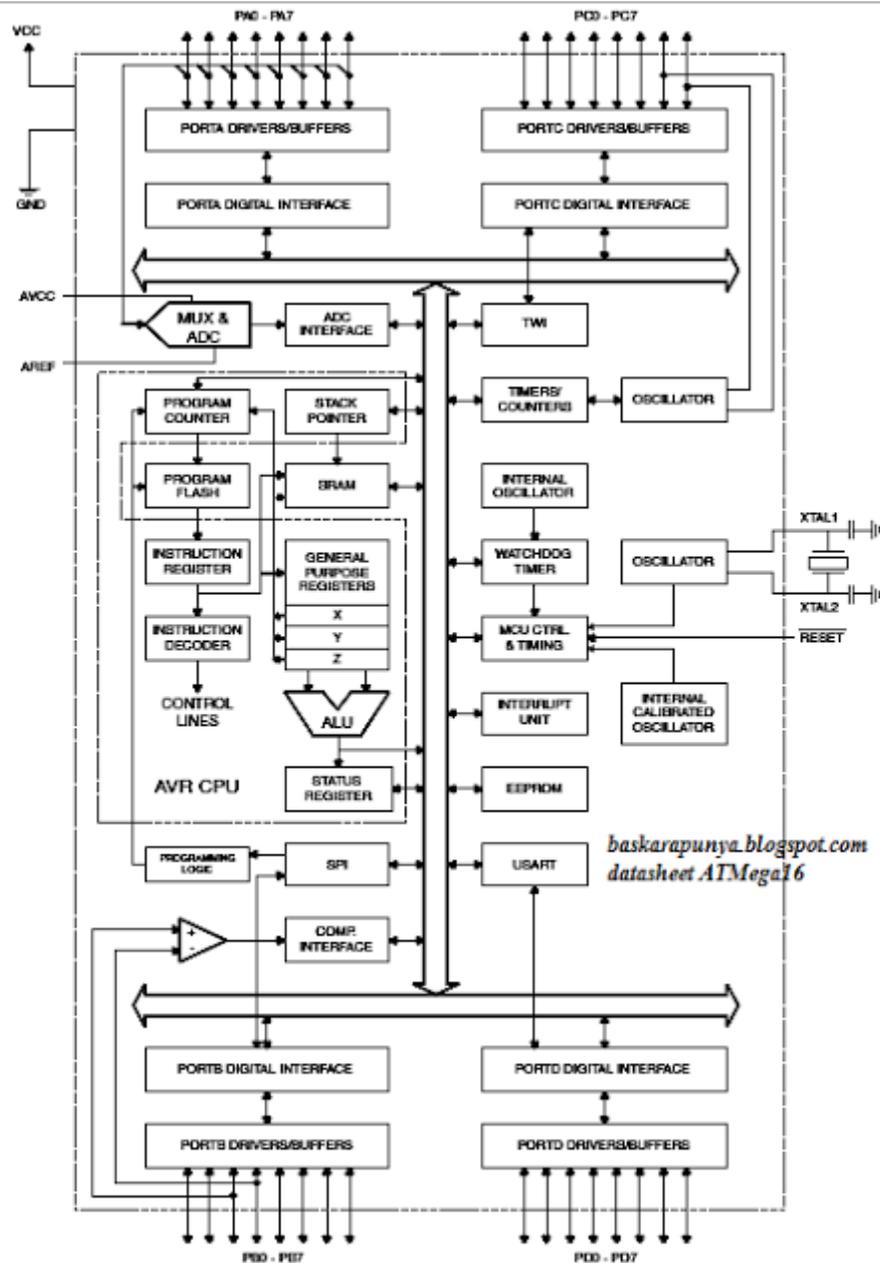
---

<sup>1</sup> Gitakarma, Made Santo, dkk. 2014. Alat bantu survey bawah air menggunakan Amoba, Robot berbasis ROV. Jurnal Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik Singaraja.

komunikasi serial, maka hanya port D yang dapat digunakan karena fungsi khusus yang dimilikinya.

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*), adapun blog diagram arsitektur ATmega16. 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 Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi *internal* dan *eksternal*
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral



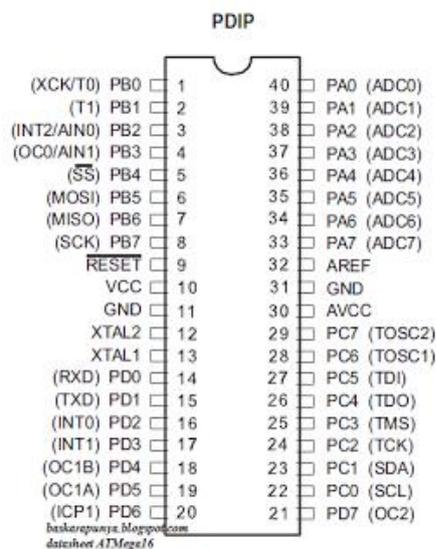
Gambar 2.1 Blok Diagram ATmega16

- 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*

### Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 Pin untuk masing-masing Port A, Port B, Port C, dan Port D.



Gambar 2.2 Konfigurasi PIN ATmega16 PDIP

### Deskripsi Mikrokontroler ATmega16• VCC (*Power Supply*) dan GND(*Ground*)

- Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A output *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan

arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Port A adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port B (PB7..PB0)

Pin B adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin B output *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, Pin B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin B adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port C (PC7..PC0)

Pin C adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin C output *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. pin C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port D (PD7..PD0)

Pin D adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Pin D output *buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

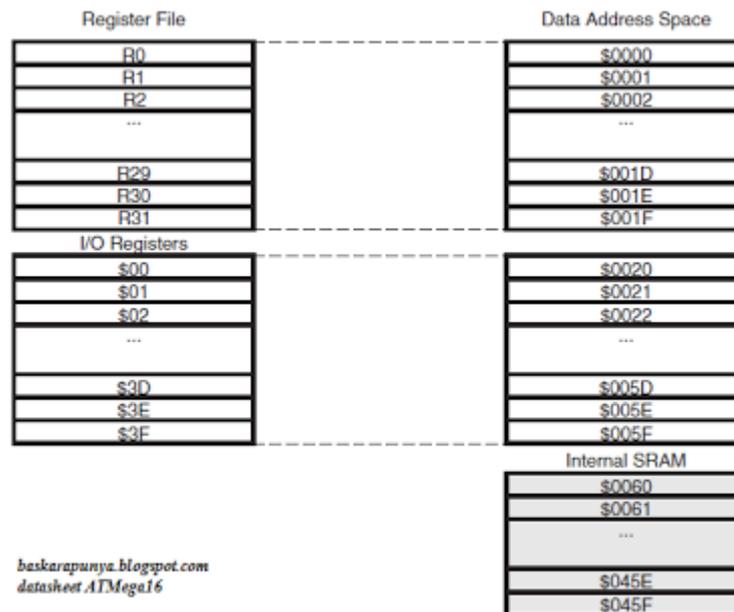
- RESET (*Reset input*)
- XTAL1 (*Input Oscillator*)
- XTAL2 (*Output Oscillator*)
- AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D.
- AREF adalah pin referensi analog untuk konverter A/D.

## **Peta Memori ATmega16**

**Memori Program** Arsitektur ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATmega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori flash diatur dalam 8K x 16 bit. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program boot dan aplikasi. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.

### **Memori Data (SRAM)**

Memori data AVR ATmega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General purpose register* menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal.



Gambar 2.3 Peta Memori Data ATmega16

### Memori Data EEPROM

ATmega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

### Analog To Digital Converter

AVR ATmega16 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan resolusi 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC dapat dikonfigurasi, baik *single ended input* maupun *differential input*. Selain itu, ADC ATmega16 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau (noise) yang amat fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan dari ADC itu sendiri. ADC pada ATmega16 memiliki fitur-fitur antara lain :

- AREF adalah pin referensi analog untuk konverter A/D.

- Resolusi mencapai 10-bit
- Akurasi mencapai  $\pm 2$  LSB
- Waktu konversi 13-260 $\mu$ s
- 8 saluran ADC dapat digunakan secara bergantian
- Jangkauan tegangan *input* ADC bernilai dari 0 hingga VCC
- Disediakan 2,56V tegangan referensi *internal* ADC
- Mode konversi kontinyu atau mode konversi tunggal
- Interupsi ADC *complete*
- *Sleep Mode Noise canceler*

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format data keluaran, dan modus pembacaan. Register-register yang perlu diatur adalah sebagai berikut:

- *ADC Control and Status Register A – ADCSRA.*

ADEN : 1 = *adc enable*, 0 = *adc disable*

ADCS : 1 = mulai konversi, 0 = konversi belum terjadi

ADATE : 1 = auto trigger diaktifkan, trigger berasal dari sinyal yang dipilih (*set* pada trigger SFIOR bit ADTS). ADC akan *start* konversi pada edge positif sinyal trigger.

ADIF : Diset ke 1, jika konversi ADC selesai dan data register ter-update. Namun *ADC Conversion Complete Interrupt* dieksekusi jika bit ADIE dan bit-I dalam register SREG diset.

ADIE : Diset 1, jika bit-I dalam register SREG di-set.

ADPS[0..2]: Bit pengatur clock ADC, faktor pembagi 0 ... 7 = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

- *ADC Multiplexer-ADMUX*

REFS 0, 1 : Pemilihan tegangan referensi ADC

00 :  $V_{ref} = A_{ref}$

01 :  $v_{ref} = AVCC$  dengan eksternal kapasitor pada AREF

10 :  $v_{ref} =$  internal 2.56 volt dengan eksternal kapasitor pada AREF

ADLAR : Untuk setting format data hasil konversi ADC, default = 0

- Special Function IO Register-SFIOR

SFIOR merupakan register 8 bit pengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu eksternal atau dari picu internal.

ADTS[0...2] : Pemilihan trigger (pengatur picu) untuk konversi ADC, bit-bit ini akan berfungsi jika bit ADSC pada register ADCSRA bernilai 1. Konfigurasi bit

ADTS[0...2] : dapat dilihat pada Tabel 2.1.

ADHSM : 1. ADC *high speed mode enabled*. Untuk operasi ADC, bit ACME, PUD, PSR2 dan PSR10 tidak diaktifkan.

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

Gambar 2.4 Pemilihan Sumber Picu ADC

**Fitur :**

- Kinerja tinggi, rendah daya AVR ® 8-bit *Microcontroller*
- *Advanced RISC* Arsitektur
  - 131 Instruksi *Powerfull - Most Single-clock Cycle Execution*
  - 32 x 8 *Register General Purpose Working*
  - Operasi Statis Penuh
  - Sampai dengan 16 MIPS *throughput* pada 16 MHz
  - 2-siklus Multiplier berada pada chipnya
- Ketahanan Tinggi segmen memori *Non-volatile*
  - 16K Bytes pemrograman memori flash didalam sistemnya
  - 512 Bytes EEPROM
  - 1K Byte internal SRAM

- Menulis / Menghapus dengan Siklus: 10.000 Flash/100, 000 EEPROM
- Data retensi: 20 tahun pada 85 ° C/100 tahun pada 25 ° C (1)
- Boot Kode Bagian Opsional dengan *Bits Lock Independen*
  - Pemrograman didalam sistem secara *On-chip Program Boot*
  - Baca-Tulis-Saat beroperasi
- *Programming Lock* untuk Keamanan Software
- JTAG (IEEE std 1149,1 *Compliant.*) *Interface*
  - Batas-scan Kemampuan Menurut Standar JTAG
  - Ekstensif *On-chip* Dukungan Debug
  - Pemrograman Flash, EEPROM, Sekering, dan Lock Bits melalui Antarmuka JTAG
- Fitur Peripheral
  - Dua 8-bit Timer / Counter dengan Prescalers terpisah dan Mode Bandingkan
  - Satu 16-bit *Timer / Counter* dengan *Prescaler* terpisah, Mode Bandingkan, dan *Capture Mode*
  - *Counter Real Time* dengan Osilator terpisah
  - Empat PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 *Single-ended* Saluran
    - 7 *Differential* Saluran dalam Paket TQFP Hanya
    - 2 *Differential* Saluran dengan *Gain Programmable* pada 1x, 10x, atau 200x
  - *Byte-oriented* Antarmuka Dua-kawat Serial
  - Serial USART *Programmable*
  - *Master / Slave SPI Serial Interface*
  - *Timer Programmable Watchdog On-chip* dengan Oscillator terpisah
  - Komparator Analog On-chip
- Fitur Khusus Mikrokontroler
  - *Power-on Reset dan Programmable Brown-out Detection*
  - *RC Oscillator internal yang Dikalibrasi*

- *Interrupt* Sumber Eksternal dan Internal
- Enam *Sleep Mode*: *Idle*, *ADC Noise Reduction*, *Power-save*, *Power-down*, *Standby* dan siaga diperpanjang.
- I / O dan Paket
  - 32 *Programmable I / O*
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, dan 44-pad QFN / MLF
- Operasi Tegangan
  - 2.7 - 5.5V untuk ATmega16L
  - 4.5 - 5.5V untuk ATmega16
- Kelas Kecepatan
  - 0 - 8 MHz untuk ATmega16L
  - 0 - 16 MHz untuk ATmega16
- Konsumsi Daya @ 1 MHz, 3V, dan 25 ° C untuk ATmega16L
  - Aktif: 1,1 mA
  - Diam Mode: 0,35 mA
  - Power-down Mode: <1 p="p">

### 2.3 Hukum Archimedes

Hukum Archimedes menyatakan sebagai berikut, Sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya. Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida fluida yang dipindahkan. Besarnya gaya ke atas menurut Hukum Archimedes ditulis dalam persamaan :

$$F_a = \rho \cdot v \cdot g$$

Keterangan :

$F_a$  = gaya ke atas (N)

$V$  = volume benda yang tercelup (m<sup>3</sup>)

$\rho$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = percepatan gravitasi (N/kg)

Hukum ini juga bukan suatu hukum fundamental karena dapat diturunkan dari hukum newton juga.

- Bila gaya archimedes sama dengan gaya berat  $W$  maka resultan gaya  $=0$  dan benda melayang .
- Bila  $FA > W$  maka benda akan terdorong keatas akan melayang
- Bila  $FA < W$  maka benda akan terdorong kebawah dan tenggelam

Jika massa jenis fluida lebih kecil daripada massa jenis balok maka agar balok berada dalam keadaan seimbang, volume zat cair yang dipindahkan harus lebih kecil dari pada volume balok. Artinya tidak seluruhnya berada terendam dalam cairan dengan perkataan lain benda mengapung. Agar benda melayang maka volume zat cair yang dipindahkan harus sama dengan volume balok dan rapat massa cairan sama dengan rapat massa benda. Jika rapat massa benda lebih besar daripada rapat massa fluida, maka benda akan mengalami gaya total ke bawah yang tidak sama dengan nol. Artinya benda akan jatuh tenggelam. Berdasarkan Hukum Archimedes, sebuah benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mengalami dua gaya, yaitu gaya gravitasi atau gaya berat ( $W$ ) dan gaya ke atas ( $F_a$ ) dari zat cair itu. <sup>2</sup>

#### **2.4 Remote Control**

*Remote control* terbagi dalam dua bagian yaitu *remote control* jarak jauh dan *remote control* jarak dekat. Sebuah i jarak dekat adalah komponen dari sebuah perangkat elektronik yang paling sering di gunakan pada televisi, DVD player, atau *home theater* maupun *sound system radio tape* keluaran baru. Awalnya digunakan untuk mengoperasikan perangkat nirkabel dari jarak pendek. *Remote control* telah terus-menerus berkembang dan maju selama beberapa tahun terakhir untuk menyertakan konektivitas Bluetooth, sensor gerak-enabled kemampuan dan kontrol suara.

Umumnya remote kontrol adalah perangkat *Consumer* infra red digunakan untuk mengeluarkan perintah dari jarak dekat untuk televisi atau barang elektronik lainnya seperti radio tape, pemutar DVD, AC dan dimmer. *Remote control* untuk

---

<sup>2</sup> Chandra, Yuniar, dkk. 2012. Rancang Bangun Sistem Ballast pada ROV. Jurnal, ITS Surabaya.

perangkat ini biasanya benda genggam nirkabel kecil dengan berbagai tombol untuk menyesuaikan berbagai pengaturan seperti saluran televisi, nomor trek, dan volume. Bahkan, untuk sebagian besar perangkat modern.

*Remote control* dengan gelombang radio memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh. Jenis atau spesifikasi antenna akan mempengaruhi kemampuan menerima dan mengirim gelombang radio. Bahkan jaraknya bisa diatur hingga ke jarak yang sangat jauh.<sup>3</sup> Pada gambar 2.5 adalah gambar remote control jarak jauh yang sering digunakan:



Gambar 2.5 Remote Control

#### 2.4.1 Cara Kerja Remote Control

Cara kerja seperti ini mirip dengan cara kerja sandi morse yang dikirim melalui mesin telegraf. Seorang operator pengirim mengirimkan pesan teks singkat kepada operator penerima yang berada pada jarak tertentu. Namun pesan tersebut dikirimkan dalam bentuk pola kode-kode morse yang melambangkan

---

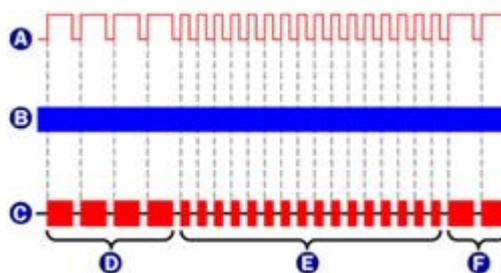
<sup>3</sup> Rumagit,F.D, dkk. 2012. Perancangan Sistem Switching 16 Lampu Secara Nirkabel Menggunakan Remote Control. Jurnal Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado.

huruf-huruf dalam pesan yang dikirimkannya. Mesin telegraf menggunakan kode tertentu karena tidak dapat mengirimkan data suara seperti pesawat telepon. Tetapi telegraf dapat mengirimkan arus listrik yang terhubung ke sebuah bel pada bagian penerima, sehingga operator penerima akan menerima suara dari bel dalam pola-pola tertentu yang apabila dirangkai akan dapat diterjemahkan sebagai pesan singkat.

### INTERNATIONAL MORSE CODE

1. A dash is equal to three dots.
2. The space between parts of the same letter is equal to one dot.
3. The space between two letters is equal to three dots.
4. The space between two words is equal to five dots.

A	• —	U	• • • —
B	— • • •	V	• • • — —
C	— • • — •	W	• — — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — —
F	• • • •	Z	— — • •
G	— — • •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • —	1	• — — — —
L	• — • •	2	• • — — —
M	— —	3	• • • — —
N	— •	4	• • • • —
O	— — —	5	• • • • •
P	• — — •	6	— • • • •
Q	— — • —	7	— — • • •
R	• • •	8	— — — • •
S	• • •	9	— — — — •
T	—	0	— — — — —



Gambar 2.6 Deret Pulsa

Keterangan :

A. Deret Pulsa

B. Sinyal 27.9 MHz

C. Sinyal Transmisi

D. Pola sinkronisasi 4, masing-masing 2.1 mili detik, dengan spasi 700 mikro detik

E. Pola pulsa, masing-masing 700 mikro detik, dengan spasi 700 mikro detik juga

F. Pola Sinkronisasi ulang

*Remote control* HK-T6XV2 6 channel terdiri dari dua bagian yaitu:

#### **2.4.1.1 Transmitter**

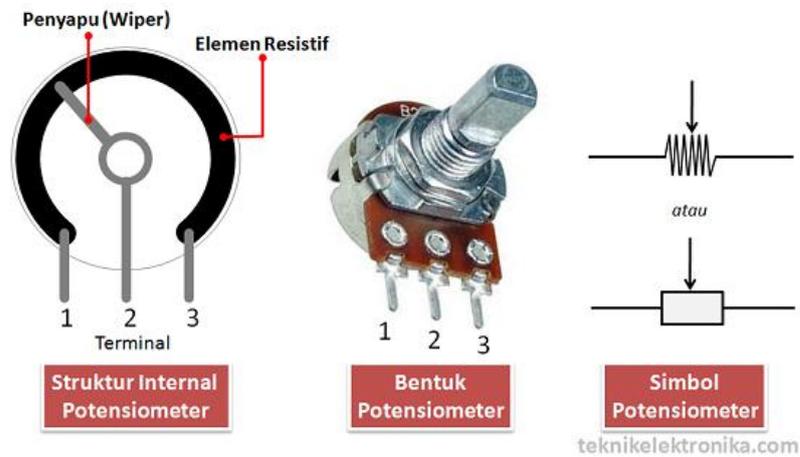
*Transmitter* atau pengirim, berfungsi melakukan proses modulasi dan menyediakan daya yang cukup untuk transmisi sehingga jangkauan komunikasi menjadi lebih jauh. Modulasi sangat diperlukan dalam proses komunikasi karena secara teknis sinyal informasi sangat sulit dikirim secara langsung. Modulasi adalah proses menitipkan pesan pada pembawa. Modulasi yang digunakan komunikasi konvensional adalah modulasi amplitudo (AM: *amplitude modulation*) dan modulasi frekuensi (FM: *frequency modulation*). Sedangkan untuk komunikasi digital modulasi yang digunakan adalah FSK (*frequency shift keying*), PSK (*phase shift keying*) dan QAM (*quadrature amplitude modulation*).

Transmitter *remote control wireless* HK-T6XV2 6 channel dibagi menjadi 4 bagian, yaitu:

##### **1. Potensiometer**

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. Gambar dibawah ini menunjukkan Struktur Internal Potensiometer beserta bentuk dan Simbolnya.

## POTENSIO METER



Gambar 2.7 Potensiometer

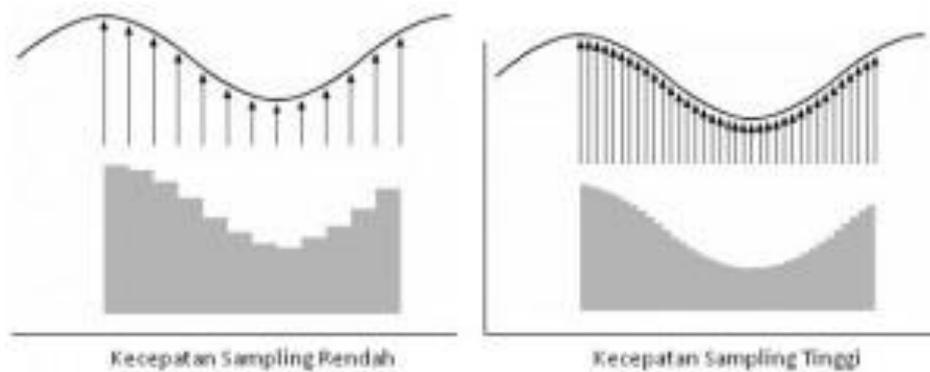
Sebuah Potensiometer (POT) terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur (*track*) dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal lainnya (biasanya berada di tengah) adalah Penyapu (*Wiper*) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif (*Resistive*). Pergerakan Penyapu (*Wiper*) pada Jalur Elemen Resistif inilah yang mengatur naik-turunnya Nilai Resistansi sebuah Potensiometer. Elemen Resistif pada Potensiometer umumnya terbuat dari bahan campuran Metal (logam) dan Keramik ataupun Bahan Karbon (Carbon). Berdasarkan Track (jalur) elemen resistif-nya, Potensiometer dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu Potensiometer Linear (*Linear Potentiometer*) dan Potensiometer Logaritmik (*Logarithmic Potentiometer*).<sup>4</sup>

## 2. ADC

*Analog To Digital Converter* (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan

<sup>4</sup> <http://teknikelektronika.com/pengertian-fungsi-potensiometer/>

sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). ADC (*Analog to Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS).



Gambar 2.8 Kecepatan sampling

Pengaruh Kecepatan Sampling ADC Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^n - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://elektronika-dasar.web.id/adc-analog-to-digital-conversion/>

### 3. Encoder

Encoder berfungsi sebagai rangkaian untuk mengkodekan data input menjadi data bilangan dengan format tertentu. Encoder dalam rangkaian digital adalah rangkaian kombinasi gerbang digital yang memiliki input banyak dalam bentuk line input dan memiliki output sedikit dalam format bilangan biner. Encoder akan mengkodekan setiap jalur input yang aktif menjadi kode bilangan biner.

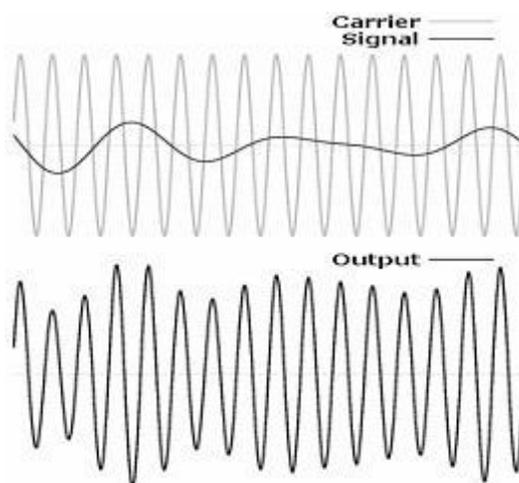
### 4. Modulasi

Modulasi didefinisikan sebagai proses yang mana beberapa karakteristik dari pembawa diubah-ubah berdasarkan gelombang pemodulasinya. Pada sistem modulasi terdapat dua macam yaitu modulasi analog dan modulasi digital.

Teknik modulasi sinyal analog :

- *Amplitude Modulation (AM)*
- *Frequency Modulation (FM)*

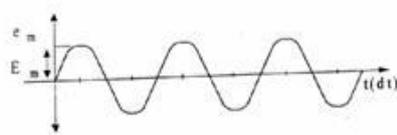
*Amplitude Modulation (AM)* merupakan proses modulasi yang mengubah amplitudo sinyal pembawa sesuai dengan sinyal pemodulasin atau sinyal informasinya. Sehingga dalam modulasi AM, frekuensi dan fasa yang dimiliki sinyal pembawa tetap, tetapi amplitudo sinyal pembawa berubah sesuai dengan informasi.



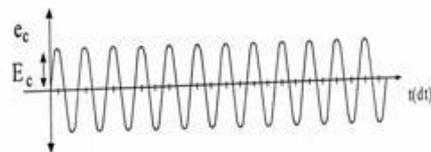
Gambar 2.9 Bentuk gelombang AM

Jika sinyal frekuensi rendah mengendalikan amplitudo dari sinyal frekuensi tinggi maka kita dapatkan modulasi amplitudo.

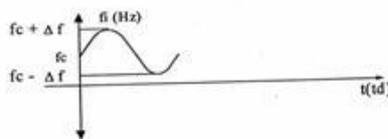
*Frequency Modulation* (FM) proses modulasi yaitu sinyal informasi ditumpangkan ke sinyal *carrier* atau sinyal pembawa, *Frequency Modulation* merupakan suatu proses modulasi dengan cara mengubah frekuensi gelombang pembawa sinusoidal, yaitu dengan cara menyelipkan sinyal informasi pada gelombang pembawa tersebut.



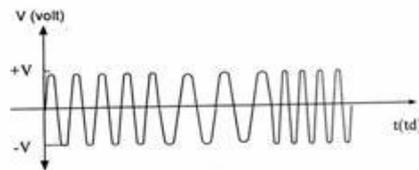
(a) sinyal informasi



(b) sinyal pembawa



(c) Frekuensi yang diubah



(d) gelombang pembawa yang termodulasi

Gambar 2.10 Bentuk gelombang FM

Sinyal informasi pada gambar 2.15(a) ditumpangkan pada sinyal pembawa seperti pada gambar 2.15(b) dengan cara mengubah lengkungan frekuensi dengan fungsi waktu seperti gambar 2.15(c), sehingga menghasilkan gelombang pembawa yang termodulasi seperti pada gambar 2.15(d)

Jika sinyal modulasi mengendalikan frekuensi pembawa maka kita dapatkan modulasi frekuensi. Jalur komunikasi radio biasanya dirancang untuk transmisi data digital, maka data digital tersebut harus terlebih dahulu dinyatakan kedalam sinyal analog sebagai *baseband signal*. Teknik untuk pengkodean sinyal digital ke dalam sinyal analog disebut dengan modulasi digital. Beberapa teknik modulasi digital yang umum digunakan untuk data digital biner adalah :

- *Amplitudo Shift keying* (ASK).

- *Phase Shift keying (PSK).*
- *Frekquency Shift Keying (FSK).*

Pada ASK, modulasi ini menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu (misalnya 1 Volt) dan sinyal digital 0 sebagai sinyal digital dengan tegangan 0 Volt.

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi fct) & \text{biner1} \\ 0 & \text{biner0} \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$

ASK tidak diterapkan secara luas untuk mengkonversi data biner pada PSTN, karena sinyalnya mudah terpengaruh oleh redaman, derau dan distorsi. Tetapi pada beberapa hal ASK masih digunakan terutama pada pada modulasi *hybrid* (misalnya ASK digabung dengan PSK). ASK umumnya digunakan untuk mentransmisikan sinyal digital pada serat optik, adanya cahaya menandakan adanya 1 elemen sinyal atau biner 1 dan bila tidak ada cahaya berarti biner 0. *Transmitter* laser pada umumnya memiliki arus bias yang tetap yang menyebabkan memancarkan cahaya dengan level yang rendah, oleh karena itu level yang rendah dapat dipakai untuk mewakili elemen sinyal 1 sedangkan untuk level yang tinggi mewakili elemen sinyal 0.

Pada PSK sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fasa tertentu pula (misalnya tegangan 1 Volt dengan beda fasa 0°) dan sinyal digital 0 sebagai nilai tegangan yang sama (misalnya 1 Volt dengan beda fasa yang berbeda, misalnya 180°). Beda fasa yang diinginkan tergantung pada level modulasi yang digunakan, sebagai contoh level modulasi 4 pada QPSK adalah sebagai berikut :

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi fct + 45^\circ) & \text{biner01} \\ A \cos(2\pi fct + 135^\circ) & \text{biner10} \\ A \cos(2\pi fct + 225^\circ) & \text{biner00} \\ A \cos(2\pi fct + 315^\circ) & \text{biner01} \end{cases} \dots\dots\dots (2.2)$$

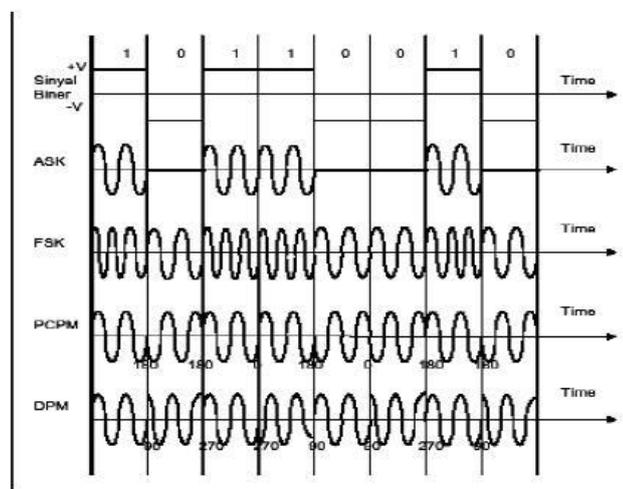
Modulasi *phase* memiliki dua jenis yaitu *Phase-coherent PM* atau yang umum disebut dengan *phase-shift-keying* (PSK), dipergunakan untuk memodulasi data biner 1 dan 0 dengan perbedaan fasa sebesar 180° pada setiap perubahan data

biner. Sedangkan yang lain disebut *differential-PM* yang dipergunakan untuk memodulasi dengan perbedaan fasa sebesar  $90^\circ$  untuk kode biner 0 dan perbedaan fasa sebesar  $270^\circ$  untuk biner 1. Secara alamiah pada PSK memiliki kelebihan untuk menambah efisiensi dalam *bandwidth* yang terbatas, maka setiap perubahan fasa dapat digunakan untuk mewakili lebih dari satu elemen sinyal, karena pergeseran fasa yang lebih kecil dari  $180^\circ$  dapat dilakukan.

Pada FSK (*Frequency Shift Keying*) atau keying pergeseran frekuensi yaitu pengiriman sinyal melalui pergeseran frekuensi. Pada FSK sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu (misalnya  $f_1 = 1200\text{Hz}$ ), sementara sinyal digital 0 dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda (misalnya  $f_2 = 2200\text{Hz}$ ).

$$S(t) = \begin{cases} A \cos f_1 t & \text{biner 0} \\ A \cos f_2 t & \text{biner 1} \end{cases} \dots\dots\dots (2.3)$$

Pada modulasi frekuensi yang rumit dapat dilakukan pada beberapa frekuensi sekaligus, dengan cara ini pengiriman data menjadi lebih efisien. Untuk melihat perbedaan bentuk sinyal dari ketiga teknik modulasi seperti diuraikan di atas, pada gambar 2.4 diberikan beberapa contoh sinyal *carrier* yang dimodulasi oleh sinyal biner menggunakan ASK, FSK, *phase-coherent-PM* dan *differential-PM*.<sup>6</sup>



Gambar 2.11 Jenis modulasi digital

<sup>6</sup> jbtunikompp-gdl-adityoaffa-18159-4-04babii

### 2.4.1.2 Receiver

Pada bagian ini sinyal dari pengirim diterima dari sistem transmisi dan memindahkan bentuk sinyal elektromagnetik menjadi digital yang dapat ditangkap oleh tujuan.

Receiver terdiri dari 4 bagian, yaitu:

1. Penguat

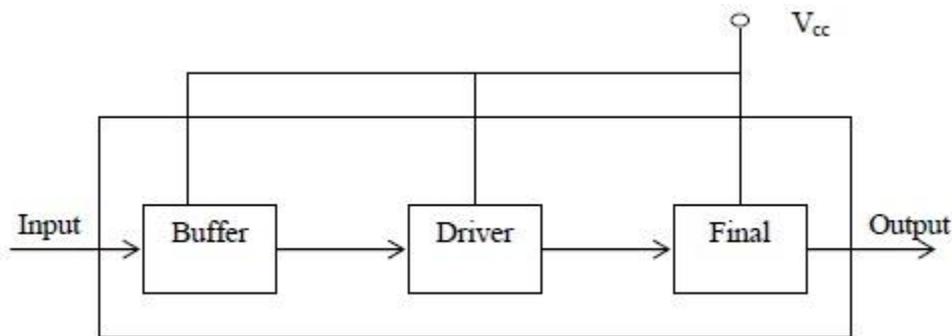
Penguat RF (Radio Frekuensi) adalah perangkat yang berfungsi memperkuat sinyal frekuensi tinggi (RF) dan diterima oleh antena untuk dipancarkan. Penguat RF ini dirancang dengan menggunakan komponen-komponen yang memiliki keistimewaan dan kemampuan untuk memperkuat sinyal yang dikerjakan pada frekuensi radio.

Penguat RF yang ideal harus menunjukkan tingkat perolehan daya yang tinggi, gambaran *noise* yang rendah, stabilitas dinamis yang baik, admintasi pindah baliknya rendah sehingga antena akan terisolasi oleh isolator, dan selektivitas yang cukup untuk mencegah masuknya frekuensi IF, frekuensi bayangan, dan frekuensi-frekuensi lainnya. Jenis rangkaian yang umum dipakai pada rangkaian-rangkaian radio khususnya transmitter adalah rangkaian penguat kelas A dan rangkaian penguat kelas C. (Evrizal, 2003:5)

Rangkaian penguat kelas A biasa digunakan untuk transmitter dengan spektrum frekuensi dikategorikan rendah, contohnya transmitter AM yang bekerja pada spektrum MF (*Medium Frequency*) dan HF (*High Frequency*). Rangkaian penguat kelas C biasa digunakan untuk transmitter dengan spektrum frekuensi tinggi atau daya besar. Rangkaian penguat kelas C biasa dipakai pada transmitter – transmitter FM yang bekerja pada spektrum VHF dan UHF.

Rangkaian penguat RF dibentuk oleh dua blok rangkaian utama yaitu blok penguat dan blok *matching impedance*. Blok penguat berfungsi untuk menguatkan sinyal sedangkan untuk blok *matching impedance* berfungsi menyesuaikan impedansi penguat dengan sistem lainnya untuk mendapatkan penyaluran daya

maksimum. Rangkaian *matching impedance* dipasang pada input maupun output komponen. Gambar berikut memperlihatkan blok rangkaian utama penguat RF.



Gambar 2.12 Blok Diagram Penguat RF

Secara umum, penguat RF terdiri dari 3 tingkatan yaitu rangkaian *buffer*, rangkaian *driver*, dan rangkaian final.

a. Rangkaian *Buffer*

Rangkaian *buffer* merupakan sinyal yang berfungsi menyaring atau menyangga sinyal masuk dari osilator yang akan diperkuat amplifier, rangkaian buffer ini merupakan rangkaian tingkat pertama atau tingkat awal dari amplifier. Rangkaian ini didesain dengan komponen penguat sinyal kecil atau komponen penguat yang mempunyai daya kecil.

b. Rangkaian *Driver*

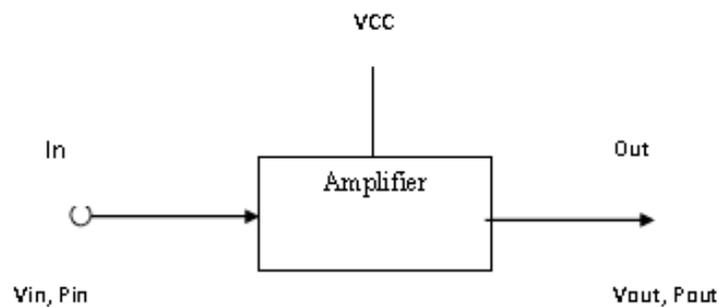
Rangkaian *driver* adalah suatu rangkaian yang berfungsi sebagai kendali dari keluaran amplifier, rangkaian driver ini akan menjadi perantara atau sambungan dari *buffer* ke tingkat akhir, yaitu rangkaian final.

c. Rangkaian Final

Rangkaian final adalah penguat tahap akhir dari sebuah penguat RF, transfer dari driver tidaklah cukup kuat untuk ditransmisikan melalui antena. Untuk itulah daya yang berasal dari *output driver* perlu dikuatkan kembali

sehingga cukup kuat untuk dipancarkan melalui antena, biasanya pada final ini menggunakan transistor RF yang mempunyai daya besar.

Pada penguat daya RF terdapat gain atau penguatan. Gain atau penguatan adalah fungsi dasar sebuah penguat, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara sinyal *input* dan *output* penguat tersebut. Parameter *input-output* yang dibandingkan adalah dapat merupakan level tegangan ataupun level daya. Adapun diagram gain adalah sebagai berikut:



Gambar 2.13 Prinsip Dasar Kerja Amplifier

- Gain Tegangan

$$G = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

Dimana:

G = Gain (dB)

Vout = Tegangan keluaran (Volt)

Vin = Tegangan masuk (Volt)

- Gain Daya

$$G = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Dimana:

G = Gain (dB)

P<sub>out</sub> = daya keluaran (watt)

P<sub>in</sub> = daya masuk (watt)

Apabila P<sub>in</sub> dan P<sub>out</sub> dalam satuan dBw, dBm, dBμ maka gain dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = P_{out} - P_{in}$$

## 2. Demodulasi

Demodulasi adalah suatu proses yang berlawanan dengan modulasi, dimana sinyal informasi dikeluarkan lagi dari frekuensi *carrier* menjadi sinyal aslinya.

### a. Demodulasi Frekuensi (*Frequency Demodulation*)

Demodulasi frekuensi adalah sebuah rangkaian yang mengkonversikan perubahan frekuensi yang sangat cepat ke perubahan tegangan linier. Adapun tipe rangkaian yang digunakan dalam sistem komunikasi ini adalah demodulator frekuensi *phase-locked loop* (PLL).

### b. Gelombang *Carrier* (Pembawa)

Gelombang *carrier* adalah gelombang radio yang mempunyai frekuensi jauh lebih tinggi dari frekuensi sinyal informasi. Berbeda dengan sinyal suara yang mempunyai frekuensi yang beragam dengan *range* 20 Hz hingga 20 KHz, sinyal *carrier* ditentukan pada satu frekuensi saja. Frekuensi sinyal *carrier* ditetapkan dalam suatu alokasi frekuensi yang ditentukan oleh badan yang berwenang.

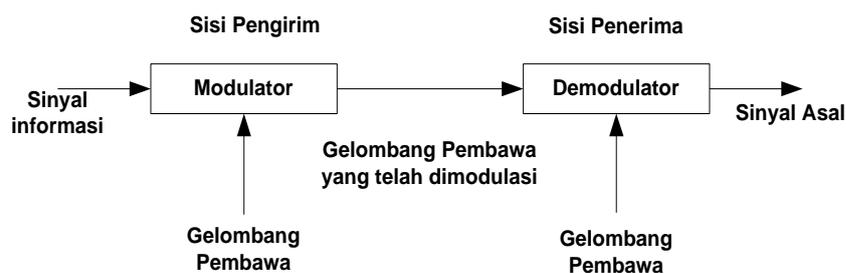
Di Indonesia, alokasi frekuensi sinyal *carrier* untuk siaran FM ditetapkan pada frekuensi antara 87,5 MHz – 108 MHz, sedangkan siaran AM pada frekuensi

antara 525 KHz – 1610 KHz. Alokasi itu terbagi untuk 204 kanal dengan pengkanalan kelipatan 100 KHz. Kanal pertama pada frekuensi 87,6 MHz, sedangkan kanal ke 204 berada pada frekuensi 107,9 MHz. Penetapan tersebut dan aturan lainnya tertuang dalam Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 15 tahun 2003.

Frekuensi *carrier* inilah yang disebutkan oleh stasiun radio untuk menunjukkan keberadaannya. Misalnya, Radio ABC 105,9 FM atau Radio CBA 100.9 FM. 105,9 dan 100,9 MHz merupakan frekuensi *carrier* yang dialokasikan untuk stasiun bersangkutan.

c. Proses Modulasi

Sinyal informasi (pembawa) dan gelombang *carrier* akan dimodulasi oleh suatu rangkaian modulator, maka suatu gelombang pembawa yang telah dimodulasi akan dihasilkan sebagai output dari rangkaian modulator, setelah itu output dari modulator ini akan dirubah kembali seperti sinyal informasi aslinya dengan sebuah rangkaian demodulator, proses modulasi dapat diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 2.14 Prinsip sederhana proses modulasi suatu sistem telekomunikasi

Keuntungan utama yang diperoleh dari teknik modulasi dalam sistem komunikasi adalah antara lain:

1. Memungkinkan pengiriman sinyal lemah dengan “menumpangkan” gelombang pembawa yang berdaya tinggi.
2. Reduksi ukuran antena karena pengiriman sinyal dilaksanakan melalui gelombang pembawa yang memiliki frekuensi tinggi.
3. Memungkinkan pengaturan dan alokasi daerah frekuensi terpisah bagi penyaluran sejumlah sinyal secara serempak melalui medium sama.

4. Memungkinkan pergeseran frekuensi sinyal kepada daerah frekuensi yang lebih mudah diolah oleh peralatan tersedia.

d. Osilator

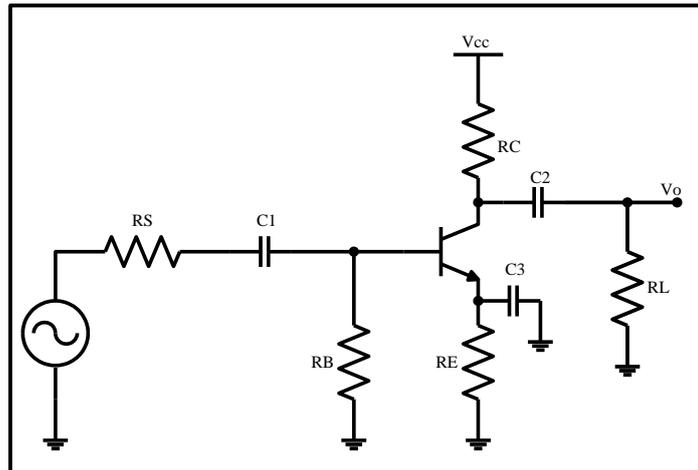
Prinsip kerja osilator memanfaatkan *feedback* positif. Adapun jenis osilator terdiri dari osilator RC dan osilator LC. Pada frekuensi di bawah 1 MHz, kita dapat menggunakan osilator RC untuk menghasilkan gelombang sinus yang hampir sempurna. Osilator frekuensi rendah ini menggunakan penguat operasional dan rangkaian resonansi RC untuk menentukan frekuensi osilasinya. Diatas 1 MHz, digunakan osilator LC. Osilator frekuensi tinggi ini menggunakan transistor dan rangkaian resonansi LC.

Untuk membentuk osilator sinusoidal, kita menggunakan penguat dengan umpan balik positif. Idealnya adalah dengan menggunakan isyarat umpan balik pada sinyal keluaran. Jika sinyal umpan balik cukup besar dan mempunyai fase yang benar, akan menyebabkan adanya sinyal keluaran meskipun tidak ada sinyal masukan eksternal.

e. Penguat (*Amplifier*)

Transistor merupakan komponen dasar untuk sistem penguat. Untuk bekerja sebagai penguat, transistor harus berada di daerah kerja aktif. Hasil bagi antara sinyal output dengan sinyal input inilah yang disebut faktor penguatan, yang sering diberi notasi A atau C.

Ada 3 macam konfigurasi dari rangkaian penguat transistor yaitu : *Common-Base (CB)*, *Common-Emitter (CE)* dan *Common-Collector (CC)*. Konfigurasi yang paling banyak dipakai sebagai penguat adalah *Common-Emitter*, karena mempunyai penguat arus (AI) dan penguatan tegangan (AV) yang tinggi. Secara umum, konfigurasi common emitter adalah seperti pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.15 konfigurasi common emitter

Secara umum penguat (*amplifier*) dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu penguat tegangan, penguat arus dan penguat transresistansi. Pada dasarnya kerja sebuah penguat adalah mengambil masukan (*input*), mengolahnya dan menghasilkan keluaran (*output*) yang besarnya sebanding dengan masukan.

### 3. Dekoder

Pengertian Decoder adalah alat yang digunakan untuk dapat mengembalikan proses encoding sehingga kita dapat melihat atau menerima informasi aslinya. Pengertian Decoder juga dapat di artikan sebagai rangkaian logika yang di tugaskan untuk menerima input input biner dan mengaktifkan salah satu outputnya sesuai dengan urutan biner tersebut. Kebalikan dari decoder adalah encoder.

Fungsi Decoder adalah untuk memudahkan kita dalam menyalakan seven segmen. Itu lah sebabnya kita menggunakan decoder agar dapat dengan cepat menyalakan seven segmen. Output dari decoder maksimum adalah  $2^n$ . Jadi dapat kita bentuk  $n$ -to- $2^n$  decoder. Jika kita ingin merangkaian decoder dapat kita buat dengan 3-to-8 decoder menggunakan 2-to-4 decoder. Sehingga kita dapat membuat 4-to-16 decoder dengan menggunakan dua buah 3-to-8 decoder.

#### 4. DAC

DAC (*Digital To Analog Converter*) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital (*diskrit*) menjadi sinyal analog (kontinyu). Aplikasi DAC (*Digital To Analog Converter*) adalah sebagai antarmuka (*interface*) antara perangkat yang bekerja dengan sistem digital dan perangkat pemroses sinyal analog.