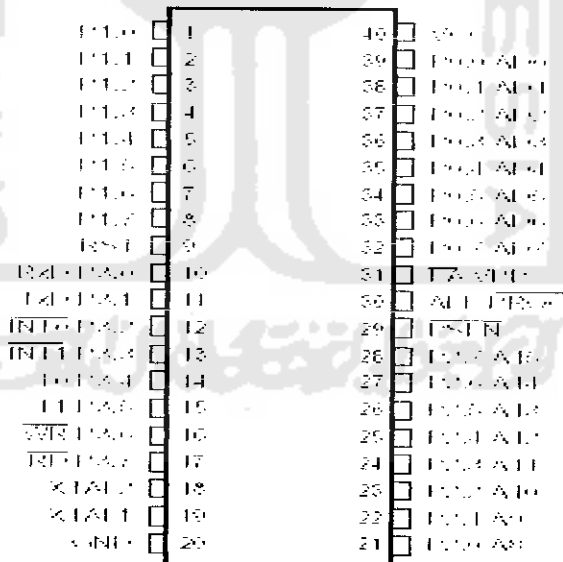


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikroprosesor 8 bit CMOS yang membutuhkan daya rendah namun memiliki kinerja yang cukup handal. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan 4 Kbyte Flash PEROM (*Programmable Erasable Read Only Memory*) sehingga program yang telah ditanam langsung ke dalam mikrokontroler dapat dihapus dan ditulis ulang. Piranti ini kompatibel dengan keluarga MCS51 dalam hal set instruksi dan konfigurasi pin-pinnya. Adapun susunan pin-pin mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan pada gambar 2.1.



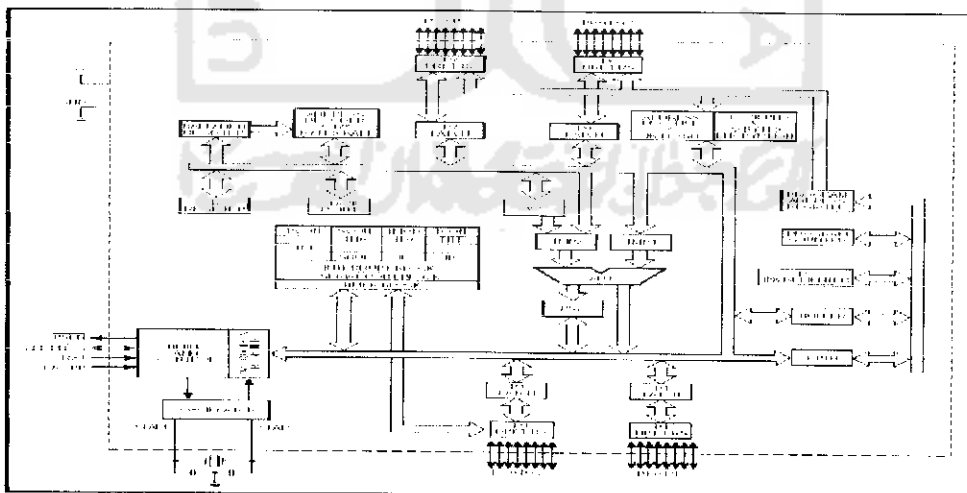
Gambar 2.1 Susunan pin-pin mikrokontroler AT89C51

### 2.1.1. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 memiliki arsitektur yang terdiri atas :

- a. CPU 8 bit, register A dan B
- b. Register Program Counter dan Data Pointer, 16 bit
- c. Register Program Status Word (PSW), 8 bit
- d. Register Stack Pointer 8 bit
- e. RAM internal 128 byte
- f. Flash PEROM 4 Kbyte
- g. 32 pin input-output dalam bentuk 4 port 8 bit, port 0 sampai port 3.
- h. Dua buah timer dan counter 16 bit : T0 dan T1.
- i. Pengirim dan Penerima data serial full-duplex : SBUFF (serial buffer).
- j. Register-register kendali : TCON, TMOD, SCON, PCON, IP dan IE.
- k. Dua sumber interupsi luar dan tiga interupsi dari dalam chip.

Adapun diagram blok mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram blok mikrokontroler AT89C51

### 2.1.2. Konfigurasi pin-pin AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 memiliki 40 buah pin dengan deskripsi sebagai berikut:

- a. Pin 1 - 8 (port 1), merupakan port paralel serbaguna 8 bit *bidirectional*.
- b. Pin 9 (reset), merupakan pin untuk mereset mikrokontroler (aktif tinggi).
- c. Pin 10 – 17 (port 3), merupakan port paralel *bidirectional* yang memiliki fungsi lain. Fungsi lain tersebut meliputi:
  1. P3.0 sebagai TxD (transmit data) pada komunikasi serial.
  2. P3.1 sebagai RxD (receive data) pada komunikasi serial.
  3. P3.2 sebagai Int0 (Interrupt 0)
  4. P3.3 sebagai Int1 (Interrupt 1)
  5. P3.4 sebagai T0 (timer 0)
  6. P3.5 sebagai T1 (timer 1)
  7. P3.6 sebagai WR (write)
  8. P3.7 sebagai RD (read)
- d. Pin 18 (XTAL 1), merupakan pin masukan ke rangkaian osilator internal.
- e. Pin 19 (XTAL 2), merupakan pin keluaran ke rangkaian osilator internal.
- f. Pin 20 (ground), pin ini dihubungkan ke ground.
- g. Pin 21 – 28 (port 2), merupakan port paralel 8 bit 2 arah. Port ini digunakan untuk mengirim byte alamat bila dilakukan pengaksesan memori eksternal.

- h. Pin 29 (*Program Store Enable*), *PSEN* merupakan sinyal kontrol yang memungkinkan program memori eksternal untuk masuk ke bus selama proses pengambilan instruksi (*fetching*).
- i. Pin 30 (*Address Latch Enable*), *ALE* digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- j. Pin 31 (*EA*), logika tinggi pada pin ini akan membuat mikrokontroler melaksanakan instruksi dari ROM/PEROM, sedangkan logika rendah akan membuat mikrokontroler melaksanakan instruksi dari program eksternal.
- k. Pin 32 – 39 (Port 0), merupakan port paralel 8 bit 2 arah. Port ini digunakan secara multipleks antara alamat memori dengan data pada saat mengakses memori eksternal.
- l. Pin 40 (VCC), pin ini dihubungkan ke tegangan 5 Volt (VCC).

### **2.1.3. Organisasi Memori AT89C51**

Organisasi memori AT89C51 terdiri dari beberapa buah ruang alamat, yaitu:

1. Ruang alamat kode eksternal sebanyak 64 Kbyte.
2. Ruang alamat data internal yang dapat dialamatkan secara langsung, terdiri dari :
  - a. RAM sebesar 128 byte
  - b. Hardware register sebanyak 128 byte
3. Ruang alamat data internal yang dialamatkan secara tidak langsung sebanyak 128 byte.
4. Ruang alamat data eksternal sebanyak 64 Kbyte dapat ditambahkan pemakai.
5. Ruang alamat bit yang dapat diakses secara langsung.
6. Ruang memori Flash PEROM 4 Kbyte (internal).

#### 2.1.4. Interupsi pada AT89C51

Interupsi pada mikrokontroler AT89C51 meliputi interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak dan interupsi yang dapat dihalangi perangkat lunak. Interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak adalah reset (RST). Interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak terdiri atas 5 sumber interupsi yaitu dua interupsi eksternal (INT0 dan INT1) dan tiga interupsi internal (*flag timer 0, flag timer 1 dan port serial*).

Saat suatu interupsi diterima, nilai yang disimpan ke program *counter* sebagai alamat rutin layanan interupsi selanjutnya disebut sebagai vektor interupsi. Vektor interupsi merupakan alamat awal dari interupsi yang bersangkutan. Alamat awal layanan rutin interupsi (*interrupt vector*) diperlihatkan pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Alamat Awal Layanan Rutin Interupsi

Nama	Lokasi	Alat Interupsi
Reset	00 H	Power on Reset
Int 0	03 H	INT 0
Timer 0	0B H	Internal Timer 0
Int 1	13 H	INT 1
Timer 1	1B H	Internal Timer 1
Sint	23 H	Port I/O Serial

Permintaan interupsi dilakukan dengan mengeset bit-bit dalam register IE (*Interrupt Enable*). Register IE (*Interrupt Enable*) merupakan register 8 bit dengan definisi seperti ditunjukkan oleh tabel 2.2.

Tabel 2.2 Definisi Bit-bit Register IE

Simbol	Posisi	Fungsi
EA	IE.7	Melumpuhkan / mengaktifkan seluruh interupsi
-	IE.6	Kosong
-	IE.5	Kosong
ES	IE.4	Mengaktifkan port serial
ET1	IE.3	Mengaktifkan timer 1
EX1	IE.2	Mengaktifkan INT 1
ET0	IE.1	Mengaktifkan timer 0
EX0	IE.0	Mengaktifkan INT 0

Setiap interupsi dapat diberi prioritas tinggi atau rendah dengan mengeset bit-bit register IP (*Interrupt Priority*). Interupsi dengan prioritas rendah dapat diinterupsi oleh interupsi dengan prioritas tinggi. Dan jika ada dua interupsi dengan prioritas sama diterima pada saat bersamaan, maka dipakai urutan prioritas EX0, ET0, EX1, ET1 dan ES. Definisi register IP ditunjukkan tabel 2.3.

Tabel 2.3 Definisi Bit-bit Register IP

Simbol	Posisi	Fungsi
-	IP.7	Kosong
-	IP.6	Kosong
-	IP.5	Kosong
<b>PS</b>	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
<b>PT1</b>	IP.3	Bit prioritas interupsi timer 1
<b>PX1</b>	IP.2	Bit prioritas interupsi INT 1
<b>PT0</b>	IP.1	Bit prioritas interupsi timer 0
<b>PX0</b>	IP.0	Bit prioritas interupsi INT 0

### 2.1.5. Komunikasi Data Serial pada AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 dilengkapi dengan port serial. Port serial memungkinkan untuk mengirim data dalam format serial. Port serial AT89C51 bersifat *full duplex* yaitu dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. Port serial ini juga memiliki penyangga penerima sehingga port serial mulai bisa menerima byte kedua sebelum byte pertama dibaca oleh register penerima. Register penerima dan pengirim pada port serial diakses melalui SBUF (*serial buffer*). Ada 4 mode komunikasi serial yang dapat dipilih melalui register pengontrol kerja port serial SCON (*serial control*). Bit-bit SCON tersebut didefinisikan seperti tabel 2.4.

Tabel 2.4 Definisi Bit-bit Register SCON

Simbol	Posisi	Fungsi
SM0	SCON.7	Pemilih mode serial port
SM1	SCON.6	Pemilih mode serial port
SM2	SCON.5	Membuat enable komunikasi multiprosesor
REN	SCON.4	Set/Clear oleh perangkat lunak untuk menjalankan / melumpuhkan penerimaan
TB8	SCON.3	Bit ke-9 yang akan dikirim dalam mode 2 dan 3. Set/Clear secara software
TR8	SCON.2	Dalam mode 2 dan 3 adalah bit ke-9 yang diterima. Dalam mode 1 jika SM2 = 0 merupakan bit stop yang diterima. Dalam mode 0 tidak dipakai.
TI	SCON.1	Transmitt Interrupt Flag. Diset oleh perangkat keras pada akhir pengiriman bit ke-8 dalam mode 0 atau pada permulaan bit stop pada mode yang lain. Diclear secara Software
RI	SCON.0	Receive Interrupt Flag. Diset oleh perangkat keras pada akhir penerimaan bit ke-8 dalam mode 0.

#### 2.1.6. Program Status Word (PSW) pada AT89C51

Program status word berisi beberapa bit status yang mencerminkan keadaan mikrokontroler. Definisi dari bit-bit dalam PSW ditunjukkan tabel 2.5.



Tabel 2.5 Definisi Bit-bit Register PSW

Simbol	Posisi	Fungsi
CY	PSW.7	Carry Flag
AC	PSW.6	Auxiliary Carry Flag
F0	PSW.5	Flag 0 untuk kegunaan umum
RS1	PSW.4	Bit Pemilih register
RS0	PSW.3	Bit Pemilih register
OV	PSW.2	Overflow
-	PSW.1	Flag didefinisikan oleh pemakai
P	PSW.0	Parity flag

## 2.2. kWh Meter

KWH Meter berfungsi sebagai alat pencatat penggunaan daya oleh pelanggan. Dengan dicatatnya penggunaan daya tersebut maka pelanggan diwajibkan membayar atas pemakaian tenaga listrik setiap bulan. Untuk besarnya pemakaian tenaga listrik dalam waktu 1 (satu) bulan itu, digunakan alat pengukur yang dipasang di lokasi pelanggan. Akan tetapi, kendati alat pengukur itu dipasang di lokasi pelanggan, umumnya pelanggan tidak tahu benar cara membaca alat ukur tersebut. Sesungguhnya, ada beberapa macam alat ukur yang dipasang, yaitu kWh Meter tarif tunggal, kWh Meter tarif ganda, kVARh Meter dan kVA Max. Pemasangan jenis alat ukur ini diatur sesuai dengan Golongan Tarif pelanggan.

Selain alat ukur di atas, ada pula peralatan pembantu pengukuran seperti saklar waktu/*time switch*, trafo arus dan trafo tegangan. Saklar waktu itu dipasang pada pengukuran tarif ganda, yang berfungsi untuk memindahkan register pengukuran dari LWBP (Luar Waktu Beban Puncak ) ke WBP (Waktu Beban Puncak) dan sebaliknya. Sedangkan trafo arus (CT) dan trafo tegangan (PT) berfungsi membantu pengukuran pada pelanggan dengan daya besar (di atas 53.000 VA), karena adanya batas kemampuan meter dalam hal arus dan tegangan. Dari kedua alat bantu itulah dikenal adanya istilah rasio, yaitu perbandingan lilitan kumparan primer dan sekunder, atau perbandingan nilai sebenarnya (*input*) dengan nilai setelah melewati trafo (*output*).

Pada dasarnya, besarnya energi yang telah dipakai oleh pelanggan ditunjukkan dengan angka-angka (register) yang tertera pada alat ukur kWh meter. Jumlah pemakaian yang sebenarnya dihitung berdasarkan angka-angka yang tertera pada register sebelumnya (awal) yang dikurangkan terhadap angka-angka yang tertera pada register terakhir (akhir) atau dapat dinyatakan dengan rumus :

**kWh = Nilai Kwh Sebelumnya + ( Daya x Selisih Waktu) dengan :**

1. Daya =  $V \times I \times \cos\theta$  (2.1)
2. Selisih Waktu = Jeda waktu pengukuran dengan waktu saat pengukuran.

### **2.3. Pengubah Analog ke Digital**

Pengubah analog ke digital (*A/D converter*) digunakan untuk mengkonversi besaran-besaran analog menjadi besaran-besaran digital yang dimengerti oleh komputer. ADC yang digunakan adalah ADC 0809 dari Nasional Semikonduktor. ADC tipe ini merupakan komponen akuisisi data dengan 8 bit A/D konverter, 8 buah masukan yang

dimultipleks dan kompatibel kontrol logika mikroprosesor. 8 buah kanal atau masukan memungkinkan untuk mengakses secara langsung 8 buah sinyal atau masukan analog.

Adapun kemampuan yang terdapat pada ADC 0809 adalah sebagai berikut :

1. Mudah untuk digunakan bersama rangkaian mikroprosesor.
2. Tidak diperlukan penyesuaian yang rumit.
3. 8 *channel multiplexer* dengan 8 buah alamat *logic*.
4. Jangkauan input berkisar 0-5 volt dengan hanya satu buah catu daya 5 volt.
5. Memiliki resolusi 8 bit.
6. Catu daya yang dikonsumsi sebesar 5 volt.
7. waktu konversi sekitar 100  $\mu$ s.

### 2.3.1 Konfigurasi Pin-pin ADC0809

ADC0809 memiliki beberapa pin dengan deskripsi sebagai berikut :

- a. Pin *Start* yang berfungsi untuk memulai konversi data analog aktif tinggi (logika 1)
- b. Pin D0-D7 yang berfungsi sebagai keluaran data digital (8 bit)
- c. Pin *Ale* yang berfungsi mengaktifkan penyimpanan alamat selektor A, B, dan C.
- d. Pin *Clock* yang berfungsi sebagai masukan *clock* yang digunakan untuk waktu konversi.
- e. Pin *EOC* (*End Off Conversion*) yang berfungsi sebagai penanda akhir konversi (aktif tinggi) sebelum pin EOC aktif pada saluran data (D0-D7).

- f. Pin *OE* (*Output Enable*) yang berfungsi untuk mengaktifkan pembacaan data pada saluran data (D0-D7). Adapun susunan pin ADC0809 ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 . Susunan garis Pin-pin ADC0809

### 2.3.2 Pemilihan Input ADC0809.

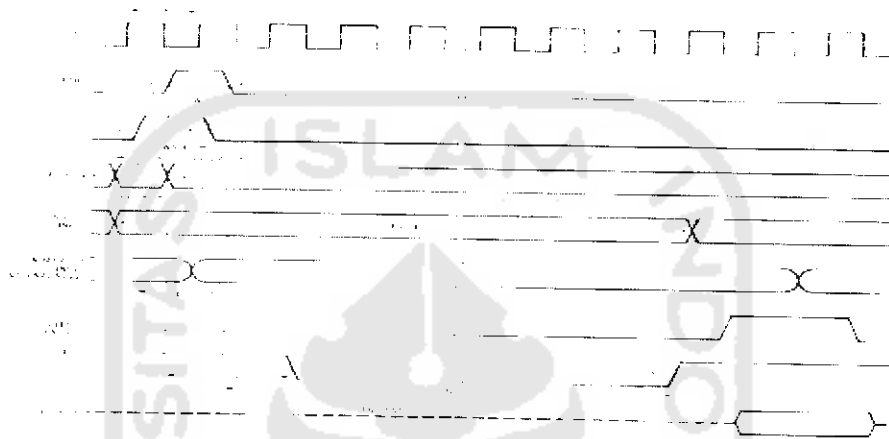
Pemilihan input data analog ADC0809 ditentukan oleh pin / masukan A, B, dan C, pemilihan ini dilakukan dengan sistem *multiplexer* adapun tabel kebenarannya di tunjukkan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6. Tabel Kebenaran *Multiplexer*

C	B	A	INPUT YANG DIPILIH
L	L	L	IN0
L	L	H	IN1
L	H	L	IN2
L	H	H	IN3
H	L	L	IN4
H	L	H	IN5
H	H	L	IN6
H	H	H	IN7

### 2.3.3 Timing Diagram ADC0809

*Timing* diagram adalah waktu proses mengkonversi yang terjadi pada ADC0809, adapun diagram *timing* ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Diagram Timing ADC0809.

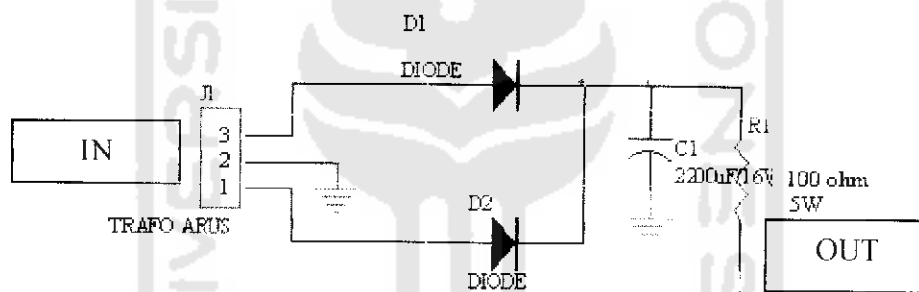
Pada diagram pewaktuan di atas, tampak bahwa proses konversi mulai terjadi saat sinyal ALE dan START muncul. Sinyal analog yang muncul pada kanal-kanal akan sesuai dengan konversi sinyal-sinyal analog pada kaki A0,A1,A2. Akhir proses konversi ditandai dengan berubahnya nilai logika dari 0 ke 1 pada kaki EOC. Data hasil konversi akan muncul di *Data Bus* (D0...D7) saat sinyal logika OE bernilai 1.

## 2.4 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mendeteksi ataupun mengukur ukuran dari sesuatu. Sensor umumnya dikategorikan menurut apa yang diukur dan sangat berperan penting dalam proses pengendali manufaktur modern.

Sensor arus adalah suatu peralatan yang digunakan untuk mendeteksi arus yang menuju beban yang terpasang, sehingga dengan adanya rangkaian pendeteksi arus ini bisa

mengetahui berapa besar arus yang lewat menuju beban yang terpasang. Sensor arus terdiri dari sebuah transformator tegangan yang difungsikan sebagai transformator arus (*current transformer / CT*). Transformator adalah suatu alat untuk memindahkan energi listrik tanpa hubungan listrik secara langsung dari suatu rangkaian ke rangkaian lain dengan perubahan tegangan atau arus pada frekuensi yang tetap. Transformator pada dasarnya terdiri atas dua rangkaian yang terisolasi secara listrik dan terganggu secara magnet. Rangkaian yang dihubungkan ke sumber tegangan bolak-balik disebut belitan primer sedangkan rangkaian yang terhubung dengan beban disebut belitan sekunder. Adapun rangkaian pendeteksi arus ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian Pendeteksi Arus

Trafo arus dipasang seri dengan beban sehingga terbentuk rangkaian tertutup, maka akan ada arus mengalir pada sisi sekunder berarti ada energi yang dipindahkan dari sisi primer ke sisi sekunder. Dengan menggunakan konsep dasar rangkaian yang terhubung seri akan mengalirkan arus yang sama maka metode pengukuran arus menggunakan amperemeter yang terpasang seri dengan beban maupun trafo arus dapat diperoleh kesepakatan keluaran arus akan menunjukkan nilai tertentu sesuai dengan besarnya arus yang mengalir ke beban. Keluaran dari trafo arus ini tergantung dari

besarnya arus beban yang melewatinya. Makin besar arus beban yang melewatinya, maka makin besar pula keluaran dari trafo, sehingga dapat dikatakan berbanding lurus. Adapun perbandingan dalam transformator dimana besarnya perbandingan tegangan sisi primer dan tegangan sisi sekunder dari transformator ternyata sama dengan tegangan induksi primer dan tegangan induksi sekunder, persamaan-persamaan tersebut antara lain :

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = a \quad (2.2)$$

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \quad (2.3)$$

Dimana  $E_p$  = Tegangan induksi primer

$E_s$  = Tegangan induksi sekunder

$N_p$  – Lilitan primer

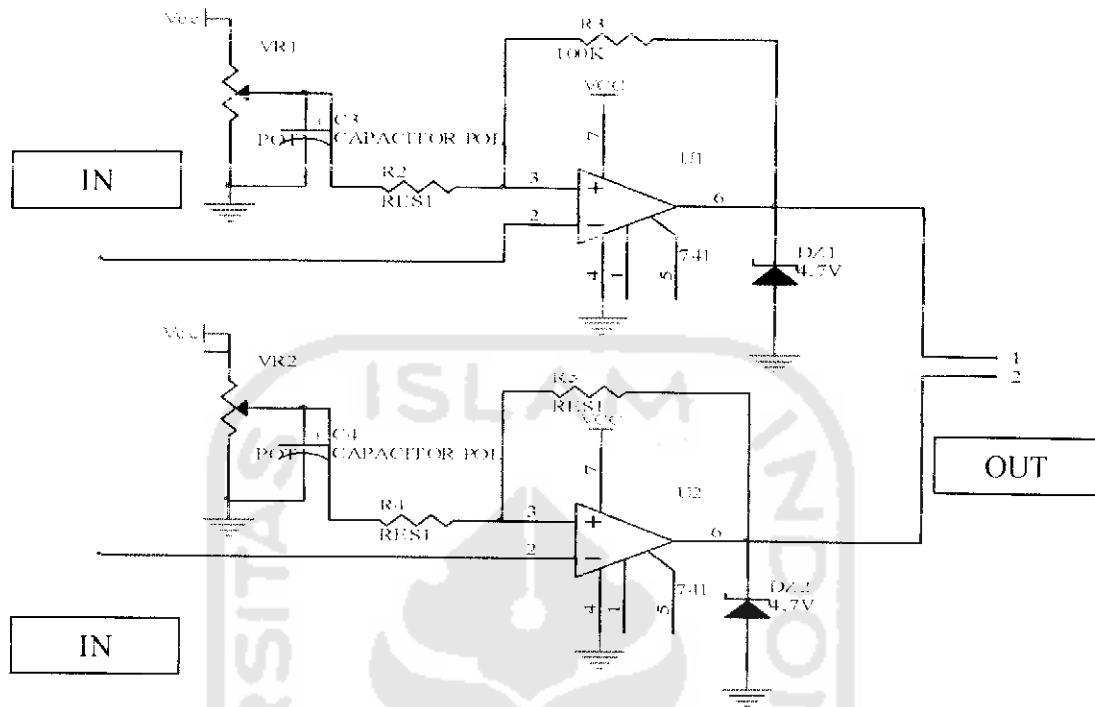
$N_s$  = Lilitan sekunder

$I_s$  = Arus sekunder

$I_p$  = Arus primer

## 2.5 Pengukur Beda Fase ( $\cos \theta$ )

Beda fase adalah selang waktu antara gelombang yang dibentuk oleh arus dan tegangan dalam satu periode. *Schmitt trigger* berfungsi untuk mengatasi tegangan input dari suatu *gate* yang perubahan *level* tegangannya perlahan-lahan. Dengan adanya *schmitt trigger* maka perubahan *level* tegangan yang secara perlahan dapat ditentukan kondisi tinggi dan rendahnya. Adapun rangkaian beda fase ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Rangkaian Beda Fase.

Prinsip dari pemacu *schmitt* :

a. bila  $V_i$  pada *non inverting input* :

- $V_0 = V_{cc}$  bila  $V_i > V_{out}$ .
- $V_0 = -V_{EE}$  bila  $V_i < V_{out}$ .

b. bila  $V_i$  pada *inverting input* :

- $V_0 = V_{cc}$  bila  $V_i < V_{out}$ .
- $V_0 = -V_{EE}$  bila  $V_i > V_{out}$ .



## 2.6 Pemancar dan Penerima FM.

### 2.6.1 Pemancar FM.

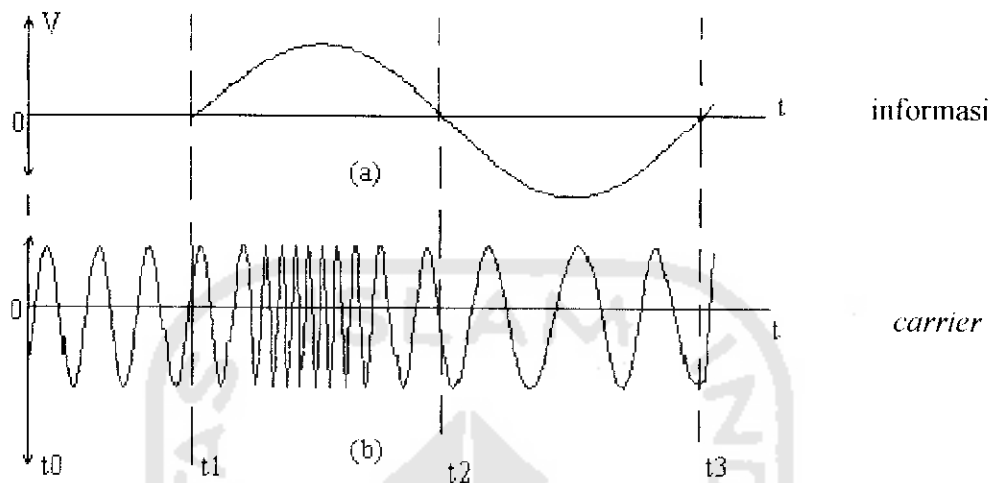
Pemancar merupakan suatu pesawat yang digunakan untuk menyiarkan informasi, musik dan lagu kepada pendengar atau alat yang dipergunakan untuk menyiarkan informasi keperluan tertentu.

Hanya frekuensi tinggi (*highfrequency*) atau frekuensi radio (*radio frequency*) yang dapat disiarkan ke penjuru dunia dengan frekuensi tertentu. Proses berubahnya frekuensi rendah menjadi frekuensi tinggi disebut modulasi, modulasi merupakan proses perubahan parameter dari suatu gelombang pembawa yang memiliki frekuensi tinggi dengan menggunakan sinyal informasi yang memiliki frekuensi lebih rendah.

Gelombang modulasi frekuensi dapat di peroleh dari modulator frekuensi atau terlebih dahulu sinyal dilewatkan pada rangkaian integrator, baru kemudian diteruskan ke modulator fase. Sistem modulasi frekuensi (FM) ini mempunyai kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan sistem amplitudu modulasi (AM), yaitu sebagai berikut:

1. Mempunyai kualitas yang lebih tinggi.
2. Lebih tahan terhadap derau atau gangguan.
3. Harga terjangkau atau murah.
4. Mempunyai tingkat kebisingan yang relatif kecil.

Dalam sistem modulasi frekuensi, amplitudo dari sinyal pembawa dibuat konstan, sedangkan frekuensinya berubah-ubah sebanding dengan sinyal yang memodulasinya, seperti pada Gambar 2.7. di bawah ini.



Gambar 2.7 Proses Pemodulasian Frekuensi:

- a. Sinyal audio yang memodulasi (pemodulasi)
- b. Sinyal termodulasi FM ( selama 1.5 perioda )

(a). Antara  $t_0$  dan  $t_1$  tidak terjadi pemodulasian, amplitudo sinyal audio adalah nol, maka frekuensi sinyal pembawa adalah konstan.

(b). Dari saat  $t_1$  sampai dengan  $t_3$  terjadi pemodulasian.

Kalau sinyal audio mengayun ke arah positif, frekuensi sinyal pembawa naik. Frekuensi sinyal pembawa mencapai maksimum pada saat sinyal audio mencapai puncak positif. Begitu sebaliknya, jika sinyal audio mengayun ke arah negatif, frekuensi sinyal pembawa turun. Frekuensi sinyal pembawa mencapai minimum pada saat sinyal audio mencapai puncak negatif.

Demodulasi merupakan kebalikan dari modulasi, yang berfungsi untuk mengembalikan isyarat informasi atau memisahkan isyarat pembawa dengan aslinya. Getaran frekuensi yang dipancarkan dengan membawa sifat-sifat dan unsur-unsur

frekuensi rendah dinamakan *carrier frequency* (frekuensi pembawa). Frekuensi tinggi yang dipancarkan melalui antena tinggi mengandung sifat-sifat dan unsur-unsur frekuensi rendah dinamakan *modulated wave* atau getaran modulasi. Getaran modulasi inilah yang mendekati radio penerima.

### 2.6.2 Penerima FM.

Pesawat radio penerima merupakan suatu pesawat yang dipergunakan menerima frekuensi radio yang dipancarkan pemancar, kemudian diubah menjadi frekuensi rendah yang dapat didengar dan dinikmati oleh telinga.

Penyusun disini menggunakan frekuensi radio sebagai penerima data informasi yang akan ditampilkan dalam bentuk angka yang dapat dilihat melalui komputer.

### 2.7 Modem Fsk.

*Modulator demodulator* atau modem dipergunakan untuk mengubah bit-bit digital menjadi frekuensi-frekuensi tertentu dan dapat juga sebaliknya, yaitu mengubah frekuensi menjadi bentuk biner.

Pada FSK, dua nilai biner yang ditunjukkan oleh dua frekuensi yang berbeda didekat frekuensi pembawa. Isyarat yang dihasilkan untuk biner satu adalah  $A \cos(2\pi f_1 t)$ . Sedangkan untuk biner 0 adalah  $A \cos(2\pi f_0 t)$ . Dimana  $f_1$  dan  $f_2$  merupakan penyeimbang khusus dari frekuensi pembawa ( $f_c$ ) dengan jumlah yang berlawanan. Gambar pengkodean sinyal FSK ditunjukkan pada gambar 2.8.

Gambar 2.8 Pengkodean Sinyal Fsk.