

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

#### 2.1. Sistem Komunikasi Telepon

Komunikasi telepon merupakan konversi dari sinyal-sinyal suara menjadi sinyal-sinyal listrik yang berfrekuensi audio. Sinyal-sinyal tersebut kemudian dapat disalurkan melalui sistem media transmisi dan akhirnya akan dikonversikan kembali menjadi sinyal-sinyal suara pada ujung penerima. Sinyal-sinyal listrik ini dapat disalurkan melalui gelombang radio atau kawat transmisi ataupun kedua-duanya.

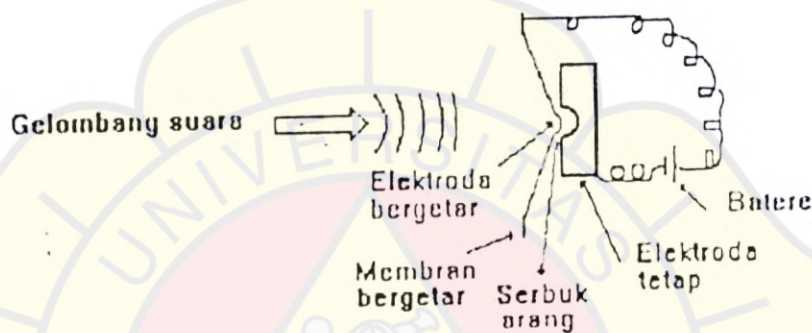
Pesawat telepon dapat diklasifikasikan dengan banyak cara. Ada yang disebut telepon otomatis, telepon batere sentral (*common battery*) menurut mekanismenya, telepon langganan dan telepon umum menurut pemakaiannya. Dalam semua hal unsur-unsur pokoknya terdiri atas sistem bicara dan sistem pengebelan.

##### 2.1.1. Dasar Rangkaian Telepon

Bagian utama dari sebuah pesawat telepon antara lain adalah sebuah pengirim, sebuah penerima, sebuah bel, sebuah kumparan induksi dan sebuah *dial switch*.

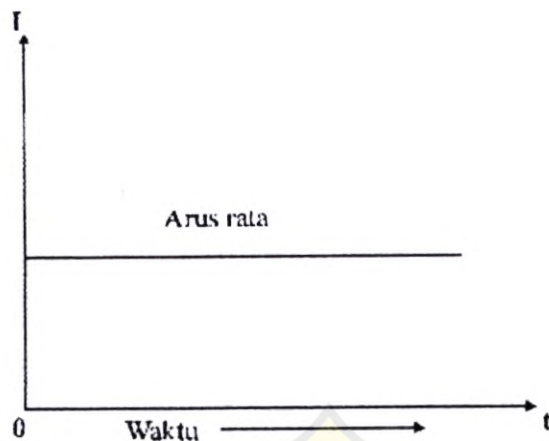
### 2.1.1.1. Bagian Pengirim

Bagian pengirim atau mikrofon adalah alat untuk mengubah sebuah gelombang suara menjadi arus listrik. Seperti terlihat pada gambar 2.1, serbuk arang mengisi ruang antar sebuah elektroda getar dan sebuah elektroda tetap yang masing-masing dihubungkan dengan tiap ujung dari sebuah batere.



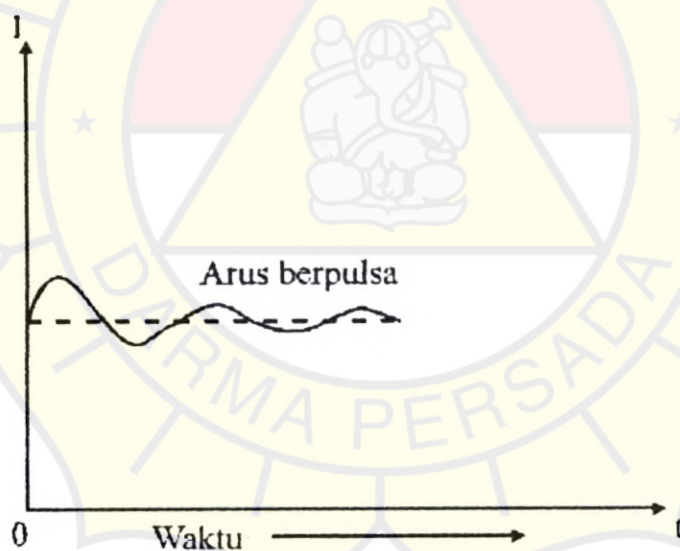
Gambar 2.1. Prinsip kerja dari pengirim telepon

Sebuah membran getar yang dilekatkan pada elektroda getar akan digetarkan oleh gelombang suara yang masuk. Tahanan kontak dari serbuk arang berubah sesuai dengan tekanan yang terdapat padanya. Jika tidak ada gelombang suara, arus listrik yang melalui serbuk arang adalah tetap besarnya seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Arus kirim jika tidak ada gelombang suara masuk

Jika gelombang suara datang, arus berubah-ubah seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Arus kirim jika gelombang suara masuk

Ini menyebabkan pengirim membangkitkan arus bolak-balik seperti terlihat pada gambar 2.4. (arus listrik searah dengan arus listrik bolak-balik yang disuperposisikan seperti gambar 2.3. yang disebut

arus berpulsa). Jelasnya pengirim mengubah tekanan suara menjadi arus listrik dan memberikan arus ini ke penerima dari pihak yang dipanggil melalui saluran.



Gambar 2.4. Arus bicara bolak-balik lewat saluran pelanggan

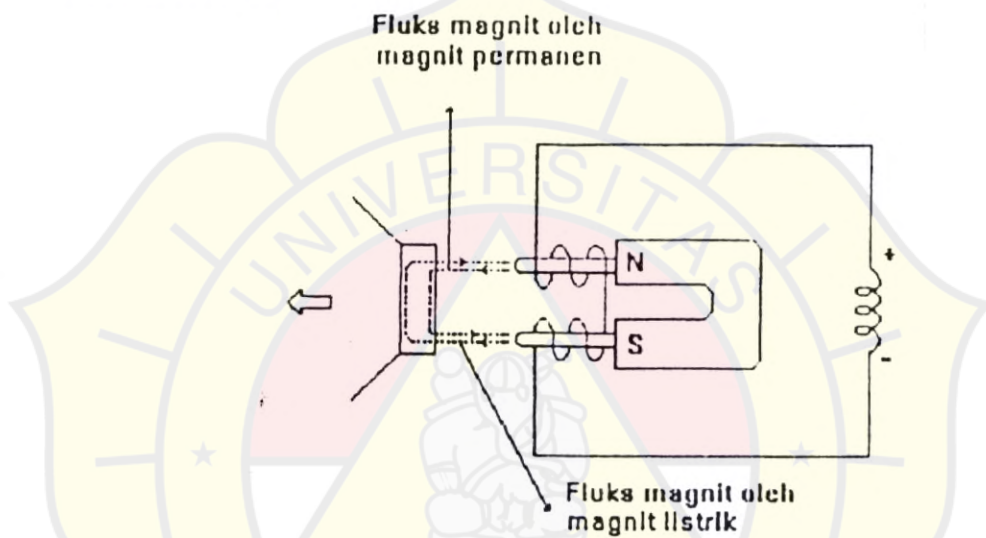
#### 2.1.1.2. Bagian Penerima

Penerima adalah sebuah alat yang mereproduksi suara dengan sebuah membran getar, yang dioperasikan oleh arus bicara yang diterima dari pengirim. Sebuah kumparan dilekatkan pada tiap elektroda dari sebuah magnet permanen dengan gulungan seri yang berlawanan. Magnet ini menggerakkan membran getar.

Jika arus listrik masuk mengalir sirkit penerima, fluks magnet akan dibangkitkan dalam kumparan-kumparan. Arah fluks berganti-ganti sesuai dengan arah arus listrik, menambah atau mengurangi fluks magnet permanen. Membran bergetar sesuai dengan amplitudo

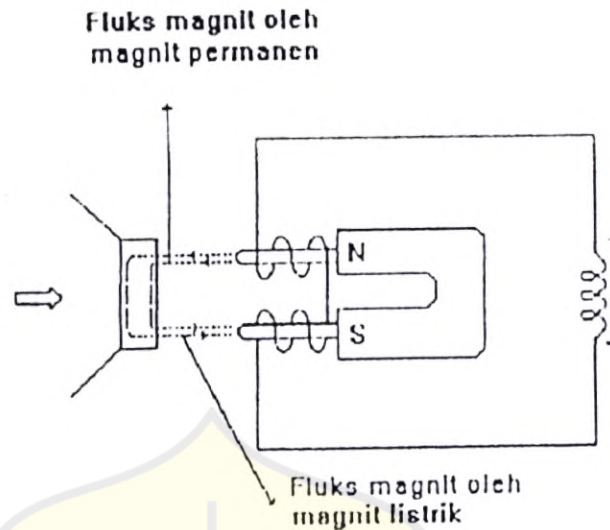
dan frekuensi dari arus bolak-balik dan mereproduksi gelombang suara pada bagian muka membran.

Bila arus listrik mengalir dalam arag seperti pada gambar 2.5. maka fluks magnet akan diinduksikan dalam arah berlawanan dengan magnet permanen sehingga akan dikurangi tarikan pada membran untuk menolaknya ke muka.



Gambar 2.5. Bekerjanya penerima telepon (membran berpisah dari magnet)

Dalam gambar 2.6. semua fluks dalam arah yang sama, sehingga membran ditarik oleh kekuatan magnet yang membesar.

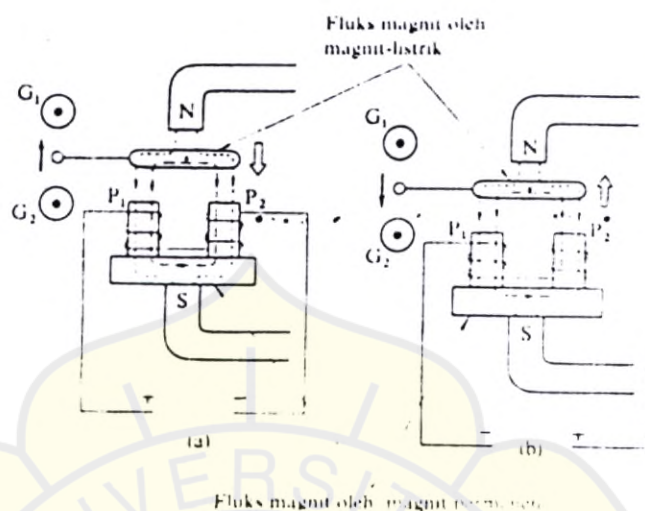


Gambar 2.6. Bekerjanya penerima telepon (membran ditarik ke magnet)

### 2.1.1.3. Bel Magnet

Bila sebuah telepon dipanggil, sebuah bel akan berbunyi memberitahukan adanya panggilan. Dalam gambar 2.7. sebuah bel magneto terdiri atas sebuah magnet permanen berbentuk U. Satu dari kutubnya dilekatkan pada sepotong besi lunak, sedangkan kumparan digulung seri yang berlawanan. Sebuah angker dinamo (armatur) ditempatkan berhadapan kutub P1 dan P2 bergerak dari samping ke samping porosnya. Dengan demikian sebuah tangkai pemukul pada ujung angker dinamo (armatur) memukul bel pada kedua sisi berganti-ganti.



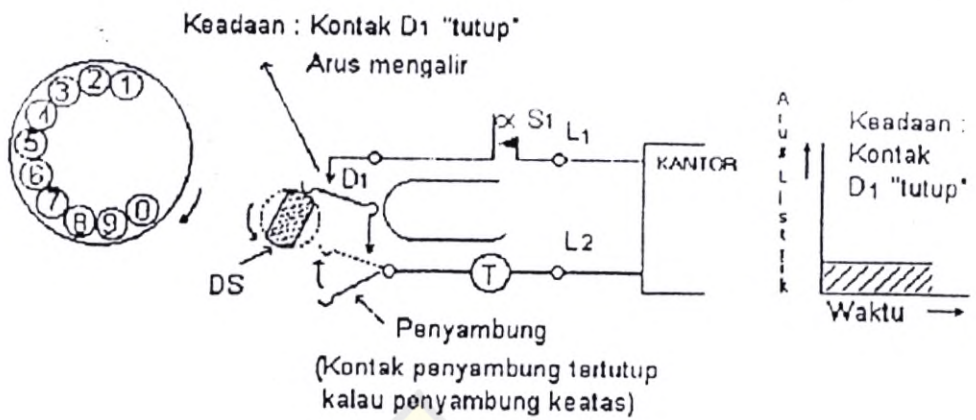


Gambar 2.8. Prinsip bekerjanya bel magnet

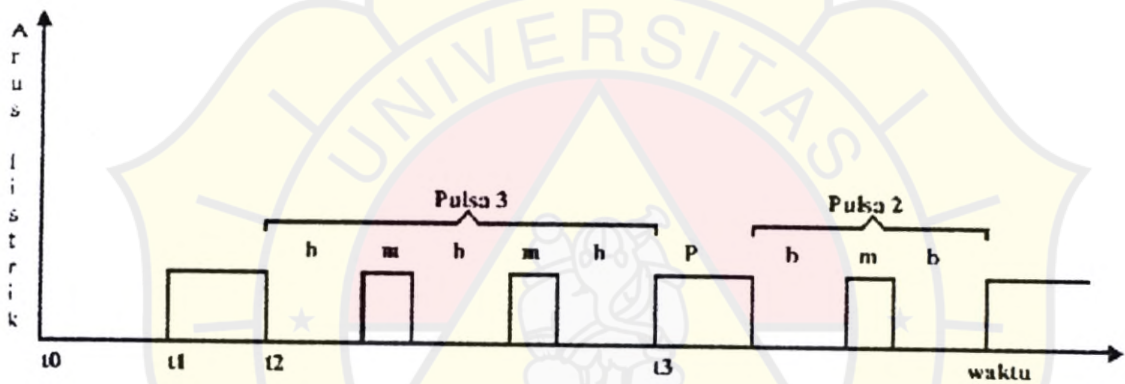
### 2.1.2. Pengiriman Pulsa Pada Telepon Saklar Putar

Pada sistem ini, pesawat telepon dilengkapi dengan sebuah *dial switch*, yang memutus saluran sesuai dengan kondisi nomor yang diinginkan. Sebelum gagang telepon diangkat, maka tidak ada arus DC yang mengalir pada saluran L1 dan L2 (yang ditunjukkan pada saat  $t_0-t_1$  pada gambar 2.9b.). Saat gagang telepon diangkat maka *hook switch* S1 tertutup dan arus sinyal mengalir pada saluran (seperti ditunjukkan dengan waktu  $t_1-t_2$ ). Dalam gambar 2.9.a. dengan pemutaran tersebut maka *hook switch* mengerjakan kontak impulse (D1) secara terputus-putus. Dengan jalan memutar angka 3 (tiga), maka arus akan diputuskan 3 kali yang ditunjukkan dengan waktu  $t_2-t_3$ .





Gambar 2.9a. Bekerjanya dial switch

Gambar 2.9b. Deretan pulsa yang terjadi pada saluran L<sub>1</sub> dan L<sub>2</sub>

Keterangan Gambar :

D1 = Kontak impulse

b = Waktu buka

T = Pemancar/penerima

m = Waktu tutup

S1 = Hook switch

P = Waktu henti

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> = Saluran telepon

Pada sentral pusa-pulsa ini akan dihitung untuk menghubungkan ke nomor pelanggan yang akan dituju. Pulsa-pulsa ini terdiri dari tiga unsur, yaitu :

a. Kecepatan pulsa.

Yang menyatakan jumlah pulsa arus per detik. Pada umumnya ada dua jenis kecepatan pulsa yang dipakai, yaitu 10 pulsa per detik atau 20 pulsa per detik.

b. Nilai tutup (*make ratio*).

Adalah perbandingan waktu kontak pulsa membuka untuk memutuskan arus dengan waktu kontak menutup untuk mengalirkan arus. Untuk sebuah nilai tutup standar 2 : 1 dan kecepatan pulsa 10 (dimana waktu pulsa adalah jumlah waktu buka (b) dan waktu tutup (m)), maka 1 pulsa adalah 1 detik dibagi 10 = 100 mdetik sehingga didapat :

$$\text{Waktu tutup } m = \frac{1}{2 + 1} \times 100 \text{ mdetik} = 33,3 \text{ mdetik.}$$

$$\text{Waktu buka } b = \frac{2}{2 + 1} \times 100 \text{ mdetik} = 66,6 \text{ mdetik.}$$

c. Buka minimum (waktu antar digit)

Adalah waktu arus mengalir antar deretan pulsa yang ditunjukkan pada gambar 2.9b yaitu periode waktu P. Waktu buka ini tidak boleh

terlalu pendek, karena dapat menyebabkan sentral sulit membedakan angka-angka yang tersebut dengan benar.

### 2.1.3. *Hook switch*

Sistem *signalling* dari pesawat telepon ke/dari sentral telepon adalah menggunakan sistem arus/tegangan listrik. Pada saat *On-hook* (gagang telepon diletakkan) tegangan kawat a-b (2 kawat penghubung telepon dan sentralnya) adalah sama dengan tegangan catu sentral. Pada sistem sentral baru tegangan ini adalah 48 Volt dc.

Pada saat *off-hook* (gagang diangkat), maka S1-S2 (*switch* yang ditekan gagang) akan menyambungkan rangkaian telepon yang memiliki tahanan tertentu dengan sentral. Dengan demikian tegangan pada kawat a-b akan menurun menjadi sekitar 6 Volt dc.

### 2.1.4. Sistem *Switching*

#### 2.1.4.1. Sistem *Switching* Manual

Saluran-saluran komunikasi yang berakhir pada papan sambung, satu sama lain dapat dihubungkan oleh operator secara manual. Ada dua macam papan sambung magneto atau battery lokal (*local battery*, LB) dan papan sambung battery sentral (*common battery*, CB).

Papan sambung LB dihubungkan melalui sirkit langganan ke pesawat telepon langganan, pesawat telepon yang dilengkapi *primary cell* untuk keperluan pembicaraan (arus catu buat mikropon) dan

generator arus bel untuk kepentingan panggilan ke papan sambung. Papan sambung CB merupakan suatu kemajuan atas papan sambung LB, mengingat atas mudahnya pelayanan dan pemeliharannya. Sistem ini menggunakan *storage battery* untuk keperluan pembicaraan (arus catu buat mikropon) dan hubungan, yang pemasangannya dipusatkan di kantor dimana papan sambung berada (kantor telepon). Papan sambung CB dipergunakan untuk melayani sirkit-sirkit langganan, tetapi juga dipergunakan sebagai meja interlokal dan meja penerangan.

#### 2.1.4.2. Sistem *Switching* Otomatis

1. *Switching* otomatis *step by step*. Pulsa-pulsa yang dikirim dari roda pilih pesawat telepon, menggerakkan alat penyambung telepon dan pemilihan dilakukan oleh setiap angka (digit) yang dikirim secara beruntun dari angka pertama sampai dengan terakhir. Jadi angka yang terakhir dapat secara pasti memilih pihak yang dipanggil. Selektor demi selektor menerima pulsa-pulsa roda pilih dan secara selangkah demi selangkah menjalin hubungan antara saluran-saluran satu sama lain.
2. *Switching* otomatis *common control*. Dalam sistem ini, bagian yang membentuk saluran hubungan pembicaraan dan bagian yang mengatur atau mengontrol saluran hubungan pembicaraan terpisah sama sekali dan bagian yang mengontrol saluran hubungan

pembicaraan dipakai secara bersama (*common*). Jika pihak dipanggil mengangkat *handset*, maka dengan bekerjanya sirkit langganan yang mengangkat *handset* tadi, sirkit pengontrol akan mencari pihak pemanggil. Pihak pemanggil akan dihubungkan dengan suatu register. Register akan mengirimkan nada pilih (*dial tone*) ke pihak pemanggil sebagai tanda bahwa dia boleh mulai memutar roda pilih. Apabila register selesai menerima informasi dari pihak pemanggil, *control* sirkit mencari pihak yang dipanggil dan apabila tidak sibuk, menghubungkan pihak pemanggil dengan pihak yang dipanggil. Dalam prosedur ini, satuan pengontrol atau *control unit* hanya akan terlibat apabila diperlukan dan selama pembicaraan berlangsung, yang terganggu semata-mata hanyalah hubungan pembicaraan.

## 2.2. Komponen-komponen Penunjang

Pada bagian ini akan dibahas beberapa komponen penting yang membentuk rangkaian interkom telepon.

### 2.2.1. IC CMOS

Pada rangkaian Interkom Telepon dipakai IC-IC CMOS, karena itu berikut ini akan dijelaskan sedikit tentang IC-IC CMOS. IC CMOS secara umum mempunyai fungsi yang sama dengan IC TTL, sehingga IC CMOS dapat dipakai untuk menggantikan IC TTL. Berikut ini adalah beberapa

perbedaan yang cukup menguntungkan dari IC CMOS dibandingkan dengan IC TTL, yaitu :




- Konsumsi daya pada keadaan statis (tidak menghantar) cukup rendah, yaitu  $\pm 2,5$  nW tiap gerbang.
- Kecepatan IC CMOS umumnya sebanding dengan IC TTL seri 74L.
- IC CMOS bekerja pada range tegangan catu yang cukup lebar, yaitu antara 3 V sampai 15 V, namun dianjurkan tidak mengoperasikan IC diatas tegangan 12 V.
- Kekebalan terhadap tegangan noise, umumnya sekitar 45 % dari tegangan catu.

IC CMOS yang dipakai pada rangkaian Interkom Telepon akan dijelaskan secara singkat satu per satu di bawah ini.

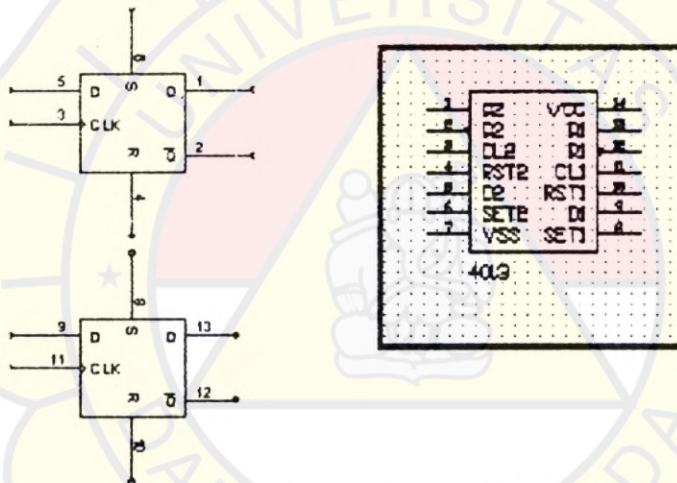
#### A. D Flip-flop MC14013B

D Flip-flop digunakan sebagai penyimpanan data sementara. Flip-flop ini mempunyai *input*/masukan yang disebut D dan keadaan data pada D akan dipindahkan ke *output*/keluaran Q bila *input* CLOCK berubah dari tansisi LOW ke HIGH. Dan bila *input* CLOCK berubah dari transisi HIGH ke LOW, maka keadaan *output* yang akan dikeluarkan adalah sama dengan keadaan *output* sebelumnya. Tabel kebenaran dari D Flip-flop dapat dilihat pada tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Tabel kebenaran D Flip-flop

Clock	D	Reset	Set	Q	$\bar{Q}$
	0	0	0	0	1
	1	0	0	1	0
	x	0	0	Q	$\bar{Q}$
x	x	1	0	0	1
x	x	0	1	1	0
x	x	1	1	1	1

Adapun blok diagram dari IC D Flip-flop MC14013B dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10. Blok diagram IC MC4013B

Keterangan dari kaki-kaki IC MC14013, adalah sebagai berikut:

- Pin 1-2 : adalah terminal *output* Q dan  $\bar{Q}$  dari D Flip-flop pertama.
- Pin 3-6 : adalah terminal *input* D flip-flop pertama, yang berturut-turut adalah *CLOCK*, Reset, D (data), Set.
- Pin 7 : adalah terminal  $V_{SS}$ .

Pin 8-11 : adalah terminal *input* D Flip-flop kedua, yang berturut-turut adalah Set, D (data), Reset, *CLOCK*.





Pin 12-13 : adalah terminal *output* Q dan  $\bar{Q}$  dari D Flip-flop kedua.

Pin 14 : adalah terminal  $V_{DD}$ .

### B. Decade Counter MC14017

IC MC14017 merupakan IC pencacah/penghitung (*counter*) dimana banyak pencacahannya adalah 10 hitungan. Perhitungan dimulai pada saat *input* *CLOCK* berubah dari transisi *LOW* ke *HIGH*, sementara *input* *CLOCK ENABLE* dalam keadaan *LOW*, atau dimulai dengan transisi dari *HIGH* ke *LOW* pada *input* *CLOCK ENABLE*, sementara *input* *CLOCK* dalam keadaan *HIGH*. Sedangkan dalam keadaan yang lain perhitungan tidak akan terjadi. Jika *input* reset diberikan level *HIGH* maka semua *output* akan *LOW*, kecuali *output*  $Q_0$  akan *HIGH*. Hal tersebut dikarenakan perhitungan selalu dimulai dari 0, sehingga pada awal perhitungan  $Q_0$  selalu akan *HIGH*. Tabel kebenarannya dapat dilihat pada tabel 2.2.

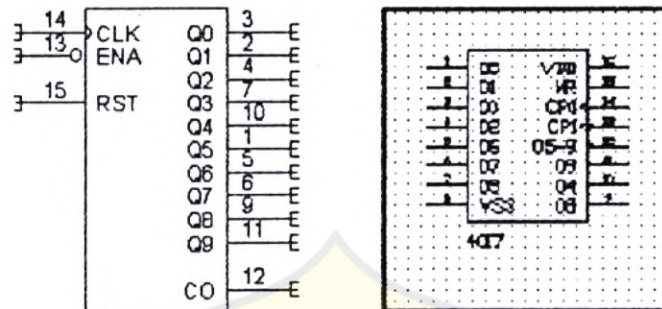
Tabel 2.2. Tabel kebenaran decade counter

CLOCK	CLOCK ENABLE	RESET	OUTPUT = n
0	x	0	n
x	1	0	n
x	x	1	$Q_0$
	0	0	n + 1
	x	0	n
x		0	n
x		0	n + 1



Blok diagram dari IC MC14017B dapat dilihat pada gambar

2.11. dibawah ini.



Gambar 2.11. Blok diagram IC MC14017B

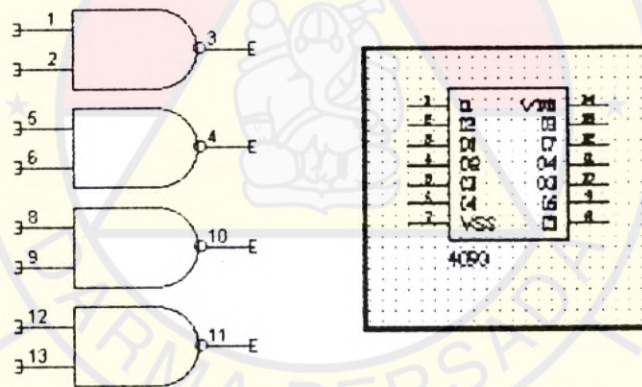
Keterangan kaki-kaki IC MC14017B, sebagai berikut :

- Pin 1-7, 9-11 : adalah terminal *output* MC14017B yang berturut-turut adalah  $Q_5, Q_1, Q_0, Q_2, Q_6, Q_7, Q_3, Q_8, Q_4, Q_9$ .
- Pin 8 : adalah terminal  $V_{SS}$ .
- Pin 12 : adalah terminal *output*  $C_{out}$  (*Carry Out*) dari *decade counter* MC14017B.
- Pin 13 : adalah terminal *input* CE (*CLOCK ENABLE*) dari *decade counter* MC14017B.
- Pin 14 : adalah terminal *input* *CLOCK* dari *decade counter* MC14017B.
- Pin 15 : adalah terminal *input* *RESET* dari *decade counter* MC14017B.
- Pin 16 : adalah terminal  $V_{DD}$ .

### C. NAND Schmitt Trigger MC14093B

Sebagian besar alat ini banyak mempergunakan rangkaian digital. Dan pada umumnya rangkaian digital membutuhkan pulsa-pulsa yang membutuhkan waktu naik dan waktu turun yang cepat. Sehingga mempergunakan *Schmitt Trigger* karena pada dasarnya *Schmitt Trigger* mempunyai saklar ideal yang mampu menghasilkan *output* tegangan berbentuk pulsa *square*.

IC MC14093B ini bekerja dengan rangkaian *Schmitt Trigger* untuk menghasilkan bentuk pulsa *square*. Sedangkan bagian dalam dari IC MC14093B dapat dilihat pada gambar 2.12. berikut ini.



Gambar 2.12. Blok diagram IC MC14093B

Tabel kebenaran IC MC14093 dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Tabel kebenaran IC MC14093

A	B	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

### 2.2.2. Operational Amplifier

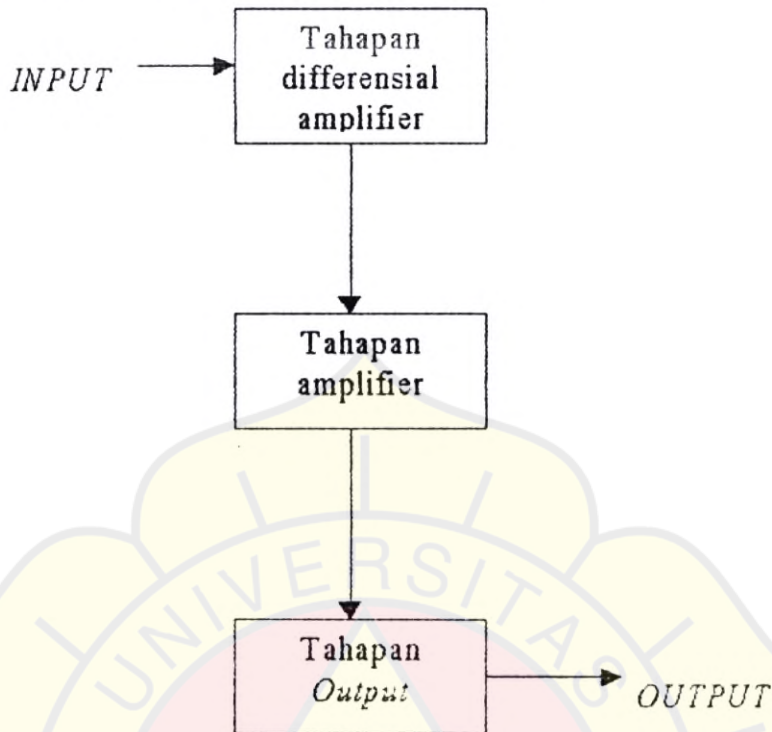
Operational Amplifier sebenarnya adalah suatu penguat differensial yang terkopel DC dan mempunyai tingkat penguatan yang sangat tinggi, lazimnya 100 dB yaitu pada penguatan dengan *open loop*.

Pada bagian *input* terdapat dua buah *input*, yaitu *inverting input* (-) dan *non inverting input* (+). Pada *input* ini hanya diperlukan *input* tegangan differensial yang kecil saja untuk menghasilkan perubahan *output* yang besar, tegangan differensial yang dimaksud disini adalah suatu isyarat yang menyebabkan perbedaan tegangan antara kedua *input* sebesar 1 mV, maka akan didapatkan *output* 100.000 dari tegangan differensial.

Blok diagram dari sebuah Op-Amp terdiri atas tiga bagian yaitu :

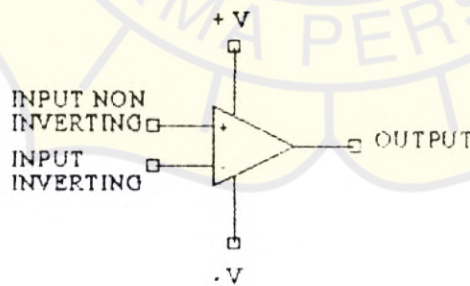
1. Penguat differensial yang mempunyai impedansi yang tinggi.
2. Bagian penguat
3. Bagian *output* dengan impedansi yang rendah.

Dapat digambar pada gambar 2.13. dibawah ini.



Gambar 2.13. Blok diagram Op-Amp.

Di dalam Op-Amp yang terdiri dari inverting *input* dan non inverting *input* mempunyai rangkaian yang identik seperti digambarkan pada gambar 2.14 dibawah ini.



Gambar 2.14. Simbol Op-Amp

Op-Amp sendiri terbagi atas dua jenis, yaitu :

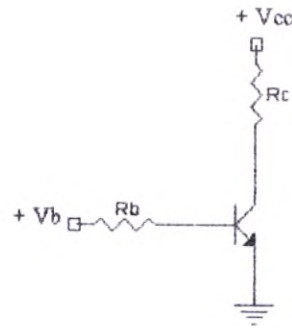
1. Op-Amp dengan *feedback* positif, yaitu Op-Amp yang menghasilkan *signal output* yang mempunyai fasa yang sama dengan *signal input*.
2. Op-Amp dengan *feedback* negatif, yaitu Op-Amp yang menghasilkan *signal output* yang mempunyai perbedaan fasa dengan *signal input*.

### 2.2.3. Transistor sebagai Switch

Pada umumnya transistor digunakan untuk menguatkan arus. Arus masukannya adalah arus basis yang membangkitkan arus kolektor yang lebih besar. Faktor penguatan transistor akan menentukan besar arus kolektor, dengan meurut rumus :

$$I_C = h_{FE} \times I_B$$

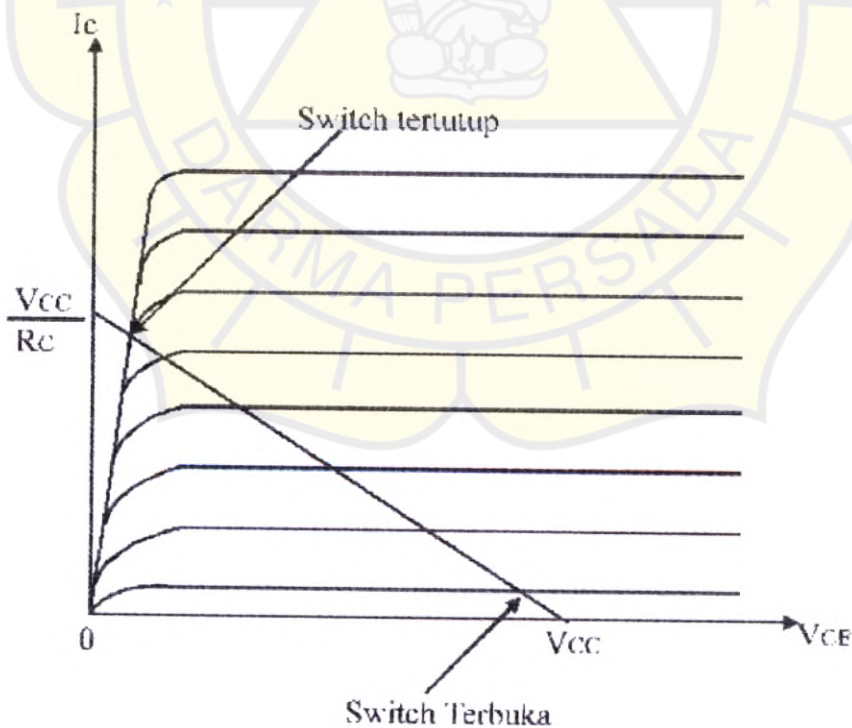
Selain sebagai penguatan, transistor juga dipakai sebagai *switch/saklar*. Pada transistor yang bekerja sebagai *switch* dapat dibedakan atas dua macam pemberian *signal input*. Yaitu pada transistor NPN, *signal input* positif yang diberikan pada basis akan mengaktifkan transistor. Sedangkan pada transistor PNP, transistor akan aktif jika basis diberi *input* negatif. Gambar 2.15. dibawah ini adalah suatu rangkaian sederhana sebuah transistor yang berfungsi sebagai *switch*.

Gambar 2.15. Transistor sebagai *switch*

Arus yang mengalir pada resistor  $R_B$  dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Adapun karakteristik dan gambar garis beban DC dari transistor sebagai *switch* pada gambar 2.16 berikut.

Gambar 2.16. Karakteristik *output* transistor

Perilaku penguat transistor dapat dianalisa secara grafis. Dengan bantuan karakteristik  $I_C - V_{CE}$  diatas dan sebuah garis beban yang kita tarik dikurva tersebut, dapat kita tentukan  $V_i$  yang dapat diberikan ke transistor.

Garis beban dapat digambarkan melalui persamaan garis beban yang diperoleh dari hukum persamaan tegangan Kirchoff,

$$V_{CC} = I_C \times R_C + V_{CE}$$

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE})/R_C$$

Dari persamaan tersebut, tempat kedudukan dapat ditentukan dengan menghitung sepasang koordinat  $(I_C, V_{CE})$  yang dengan mudah diperoleh dengan memasukkan nilai istimewa, yaitu  $I_C = 0$  dan  $V_{CE} = 0$ . Diperoleh koordinat  $(I_C, V_{CE})$  pertama =  $(V_{CE}, 0)$  dan koordinat kedua  $(0, V_{CC}/R_C)$ . Kedua titik merupakan titik potong garis beban dengan sumbu datar  $V_{CE}$  dan sumbu tegak  $I_C$ .

Garis beban akan memotong sekelompok kurva arus base konstan  $I_B$ , dengan  $I_B$  tertentu (yang diatur rangkaian bias), garis beban akan memotong kurva  $I_B$ , dan perpotongan ini dinamakan titik kerja transistor. Titik kerja menjadi kondisi awal pengoperasian transistor sebelum diberi sinyal untuk diproses.

Pada kondisi  $V_{CE} \approx 0$ ,  $I_C = V_{CC}/R_C$ , transistor disebut jenuh karena bekerja di daerah jenuh atau saturasi. Sinyal masukan mungkin pula menggeser titik kerja transistor hingga ke batas bawah. Disini sama sekali

tidak mengalir arus kolektor  $I_c = 0$ . Tegangan  $V_{CE} = V_{CC}$  sehingga transistor berada dalam keadaan padam atau *cut-off*.

