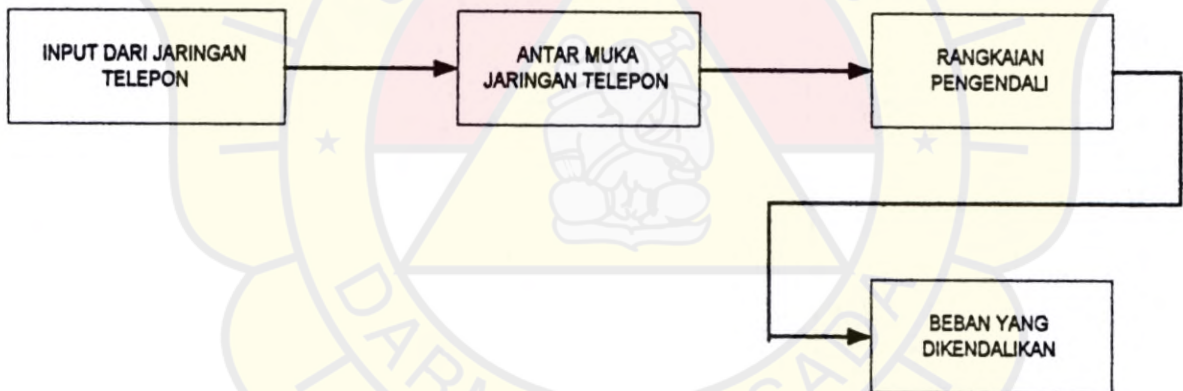


BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 PENDAHULUAN

Sistem pengendali jarak jauh yang dirancang ini menggunakan metode penggabungan dua buah frekuensi atau Dual Tone MultiFrekuensi (DTMF) yang banyak digunakan dalam industri telepon. Bentuk blok diagram fungsi dari sistem tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Blok diagram fungsi

2.2 SISTEM PENYAMBUNGAN TELEPON.

Komunikasi telepon merupakan konversi dari sinyal-sinyal suara menjadi sinyal listrik pada frekuensi audio. Sinyal-sinyal listrik tersebut dipancarkan melalui suatu media transmisi dan pada akhirnya dikonversikan kembali menjadi sinyal-sinyal suara di ujung penerima. Media transmisinya dapat berupa kawat maupun gelombang radio.

Sebuah pesawat telepon berisikan rangkaian dialer yaitu sebuah rangkaian untuk menghubungi sentral sehingga sentral mengetahui telepon hendak berhubungan dengan telepon nomor berapa. Cara penghubungan tersebut secara garis besar dapat dibagi dua yaitu berupa pulsa-pulsa dekodik dan gabungan dua buah frekuensi (DTMF). Rangkaian tone ringer, berupa bel listrik dan rangkaian bicara dengan memakai trafo anti side tone (speech network).

Oleh sebab itu hubungan antara saluran telepon dengan pesawat telepon dapat dikatakan cukup kompleks karena sebuah sistem yang harus dapat menjalankan fungsi-fungsinya sebagai berikut :

1. Menghubungkan dengan sentral lokal kepada nomor yang dipanggil.
2. Memberitahukan kepada sentral lokal bahwa panggilan sedang dilakukan, dijawab dan telah selesai.
3. Memberitahukan pelanggan bila ada panggilan dengan bel (ringer).
4. Dapat mengurangi side tone yang cukup pada penerima.

Catatan, side tone adalah suara kita sendiri yang kita dengar melalui pesawat telepon, akan tetapi bila terlalu besar side tone akan membuat lelah pendengar dan juga mengurangi kejelasan suara.

Agar sistem yang dirancang berjalan dengan baik dan kompatibel dengan saluran telepon maka perlu diperhatikan sinyal-sinyal yang ada pada saluran telepon. Karena setiap peralatan pada pesawat telepon ataupun peralatan tambahan yang dihubungkan dengan saluran telepon harus mengikuti prosedur dan ketentuan standart untuk menjaga keamanan dan ketahanan dari seluruh sistem telepon. Prosedur dan ketentuan standart tersebut tergantung pada jumlahnya daya yang dapat ditarik dari saluran telepon, macam-macam sinyal yang diterima dan dikembalikan oleh pesawat telepon pada saat On Hook maupun Off Hook.

2.3 SPESIFIKASI TONES (NADA) DAN CURRENT

Sebelum kita membahas teori dasar dari rangkaian ini, ada baiknya jika diberikan penjelasan tentang beberapa spesifikasi nada dan arus yang ada dalam suatu jaringan telepon yang direkomendasikan oleh CCITT No.5.

2.3.1. Ringing Current

Pada saat saluran langganan yang dipanggil telah tercapai, maka sentral akan mengirimkan arus pengebelan ke saluran pelanggan yang dipanggil.

Ringling current adalah : $25 \text{ Hz} \pm 8\%$ dengan tegangan sebesar 70/90 Vrms. Arus pengebelan dapat dikategorikan menjadi dua jenis :

- a. immediate ringling current : arus pengebelan tanpa interupsi.
- b. interrupted ringling current : arus pengebelan dengan interupsi 1 detik On dan 4 detik Off.

Periode setiap pengebelan dibatasi antara 30 sampai dengan 60 detik. Untuk pengebelan ke suatu special service tidak diadakan pembatasan periode pengebelan.

2.3.2. Dial Tone (Nada Pilih)

Jika seseorang pelanggan mengangkat pesawat teleponnya untuk melakukan suatu hubungan, nada pilih, nada pilih diberikan kepadanya dimana peralatan sentral menyatakan telah siap untuk menerima nomor pelanggan yang dipanggil, atau sentral siap untuk melayani panggilan tersebut.

Nada pilih diputuskan pada saat pelanggan mulai memutar roda pilih atau menekan tombol pilih. Tidak ada nada pilih kedua yang akan dikirimkan ke pelanggan pemanggil selama melaksanakan suatu hubungan.

Nada pilih adalah : $425 \text{ Hz} \pm 2,5\%$ dikirimkan secara kontinyu sampai pemanggil mulai memutar roda pilihnya.

2.3.3. Ringing Tone (Nada Panggil)

Jika hubungan dengan pelanggan yang dipanggil telah dilaksanakan, maka ke arah langganan pemanggil dikirimkan nada panggil, dan ke arah langganan yang dipanggil dikirimkan arus pengebelan.

Nada panggil diputuskan pada saat langganan yang dipanggil menjawab atau jika langganan pemanggil meletakkan handsetnya sebelum langganan yang dipanggil menjawab.

Nada panggil : 425 Hz \pm 2,5% ; 1 detik ON dan 4 detik OFF.

2.3.4 Busy Tone (Nada Sibuk)

Pemakaian nada sibuk antara lain dalam hal :

- a. Langganan yang dipanggil sedang berhubungan.
- b. Setelah menerima nada pilih dalam selang waktu 15 - 20 detik tidak memutar roda pilihnya.
- c. Dalam selang waktu 15 - 20 detik untuk kasus pemutaran digit yang tidak lengkap (incomplete dialling of digits) sehingga hubungan diputuskan dan dikirimkan nada sibuk.
- d. 30 - 60 detik setelah langganan yang dipanggil meletakkan handsetnya.
- e. Telepon yang tidak dapat melakukan hubungan SLJJ (contoh : telepon umum) akan mendapatkan nada sibuk jika memutar angka pertama "0" atau "00".
- f. Jika terdapat kongesti intern di tingkat switching tertentu, maka busy tone akan dikirimkan ke langganan pemanggil.

Nada sibuk : 425 Hz \pm 2,5 % ; 1/2 detik ON dan 1/2 detik OFF (duty cycle 50%).

2.3.5. Number Unobtainable Tone (Nada NU)

Nada ini untuk nomor telepon yang belum dioperasikan. Nada NU akan dikirimkan ke langganan pemanggil, jika nomor langganan yang dipanggil adalah

:a. nomor kosong atau spare

b. nomor yang tidak ada dalam sentral tersebut.

c. jika nomor langganan pemanggil diberi fasilitas tertentu yang mempengaruhi terhadap usahanya melakukan pemanggilan. sebagai contoh :

- pelanggan yang tidak dapat melakukan suatu panggilan (barred from outgoing calls) akan mendapatkan nada NU begitu ia mengangkat handsetnya.
- Pelanggan yang tidak dapat melakukan suatu hubungan SLJJ (barred from long distance calls) akan menerima nada NU setelah langganan tersebut memutar angka "0".

Nada NU : 425 Hz \pm 2,5 % ; 2 detik ON - 1/2 detik OFF

2.3.6. Congestion Tone.

Congestion tone dikirimkan ke langganan pemanggil dalam hal sedang membangun hubungan terjadi kongesti pada suatu rute sehingga panggilan tersebut tidak mungkin terlaksana.

Congestion tone : 425 Hz \pm 2,5 % ; 1/4 detik ON - 1/2 detik OFF

2.3.7. Offering Tone.

Nada ini dikirimkan kepada pelanggan yang sedang sibuk, maupun trunk operator yang menawarkan suatu panggilan penting melalui operator untuk langganan yang sedang sibuk.

Trunk offering tone : $425 \text{ Hz} \pm 2,5 \%$; 1/2 detik ON - 1/2 detik OFF (duty cycle 50%)

2.3.8. Special Information Tone.

Nada ini digunakan dalam menangani panggilan incoming internasional yang mengharapkan agar pelanggan memperoleh bantuan dari seorang operator di negara yang dituju. Nada ini juga akan digunakan jika baik nada sibuk, nada panggil, atau nada NU dapat memberikan informasi yang dibutuhkan kepada pelanggan pemanggil tersebut.

Information tone : $(950 \pm 25) \text{ Hz}$; $(330 \pm 70) \text{ ms}$

$(1400 \pm 30) \text{ Hz}$; $(330 \pm 70) \text{ ms}$

$(1800 \pm 50) \text{ Hz}$; $(330 \pm 70) \text{ ms}$

2.4 Dual Tone Multifrequency (DTMF)

Pensinyalan dual tone multifrequency (DTMF) digunakan dalam industri telepon untuk mengirim sinyal melalui jalur transmisi suara pada sebuah jaringan

telepon. Metode pensinyalan ini terdiri dari 16 sandi yang menggunakan 8 sinyal frekuensi tertentu, di mana setiap sandi terdiri dari dua buah sinyal frekuensi tersebut, satu dari "kelompok rendah" (low group) dan satu dari "kelompok tinggi" (High group). Dua buah sinyal frekuensi ini dikombinasikan secara silang untuk memperoleh 16 sandi berbeda. Sandi-sandi atau karakter-karakter yang mewakili sinyal DTMF ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Frekuensi-frekuensi yang mewakili sinyal DTMF

| Frekuensi Rendah (Hz) | Frekuensi Tinggi (Hz) | | | |
|-----------------------|-----------------------|------|------|------|
| | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| 697 | 1 | 2 | 3 | A |
| 770 | 4 | 5 | 6 | B |
| 852 | 7 | 8 | 9 | C |
| 941 | * | 0 | # | D |

Sandi A, B, C, dan D biasanya digunakan dalam aplikasi khusus dan tidak terdapat pada tombol-tombol telepon pada umumnya. Bentuk gelombang dari sinyal DTMF merupakan penjumlahan dari kombinasi kedua bentuk gelombang dari "kelompok tinggi" dan "kelompok rendah".

2.4.1 DTMF Decoder

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, encoder yang digunakan adalah touch tone encoder yang terdapat pada pesawat telepon digital, yaitu DTMF (Dual Tone Multifrequency). Untuk memperoleh decoder untuk menerjemahkan sinyal-

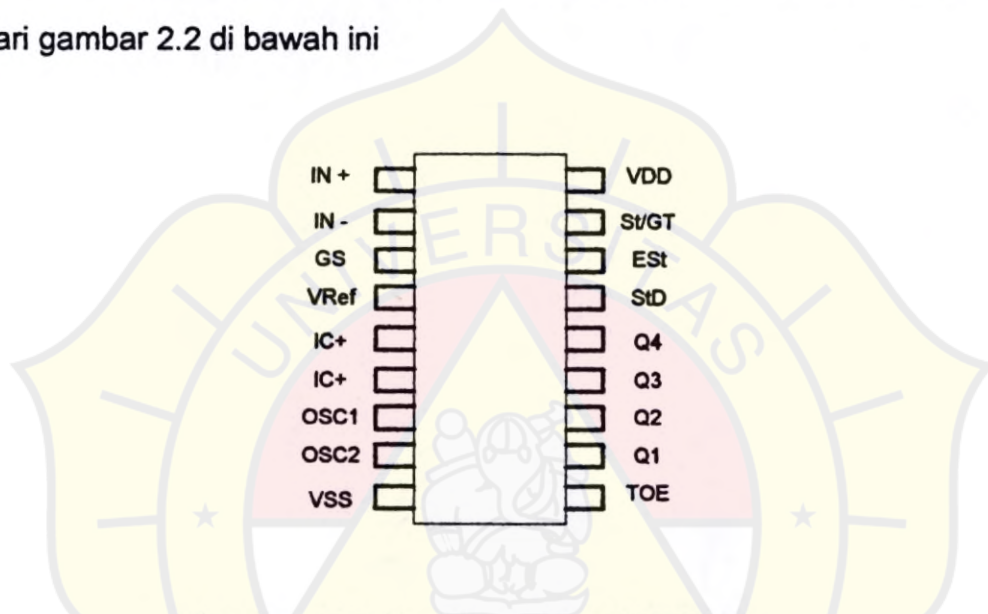
sinyal DTMF yang benar harus memenuhi beberapa syarat yang direkomendasikan oleh CCITT No. 5, yaitu standar yang digunakan oleh PT Telkom :

- a. Dekoder harus dapat menerjemahkan sinyal dengan toleransi $\pm 1,5\%$ dari frekuensi nominal dan tidak boleh menerjemahkan frekuensi dengan deviasi lebih dari $\pm 3,5\%$ dari standar yang ditentukan.
- b. Dekoder harus dapat menerjemahkan hentakan nada (tone burst) sebesar 40 milidetik dan mendeteksi spasi (pause) interdigit sebesar 40 milidetik. Dekoder tidak boleh menerjemahkan hentakan nada atau spasi interdigit lebih kecil dari 20 milidetik.
- c. Dekoder harus dapat menerjemahkan DTMF di dalam dial tone yang mempunyai level setiap frekuensi pada tingkat $-16\text{dBm} \pm 3\text{dB}$.
- d. Dekoder harus dapat menerjemahkan sinyal DTMF yang mempunyai daya frekuensi sebesar -25 sampai 0 dBm , dengan nada frekuensi tinggi $+4$ sampai -8dB relatif dengan nada frekuensi rendah.
- e. Dekoder minimal gagal menerjemahkan 1 dari 10.000 hentakan nada DTMF yang valid dengan adanya noise dalam jaringan.

Terdapat berbagai cara untuk mendapatkan dekoder DTMF yang baik. Salah satunya adalah dengan menggunakan PLL (Phase Locked Loop). Delapan buah IC PLL yang masing-masing ditala atau diset pada salah satu frekuensi DTMF dan dirangkai dengan 12 gerbang NOR. Kekurangan dari rangkaian DTMF tersebut adalah hampir mudah mendeteksi hentakan nada yang palsu. Selaian

dari itu rangkaian tersebut dapat dikatakan kompleks dan membutuhkan suatu rangkaian filter bandpass yang sangat sulit dan kompleks juga untuk setiap sinyal input IC PLL.

Salah satu dari berbagai IC DTMF dekoder adalah IC type MT8870 . IC MT8870 mempunyai daya guna tinggi, konfigurasi pin dari IC MT 8870 dapat dilihat dari gambar 2.2 di bawah ini



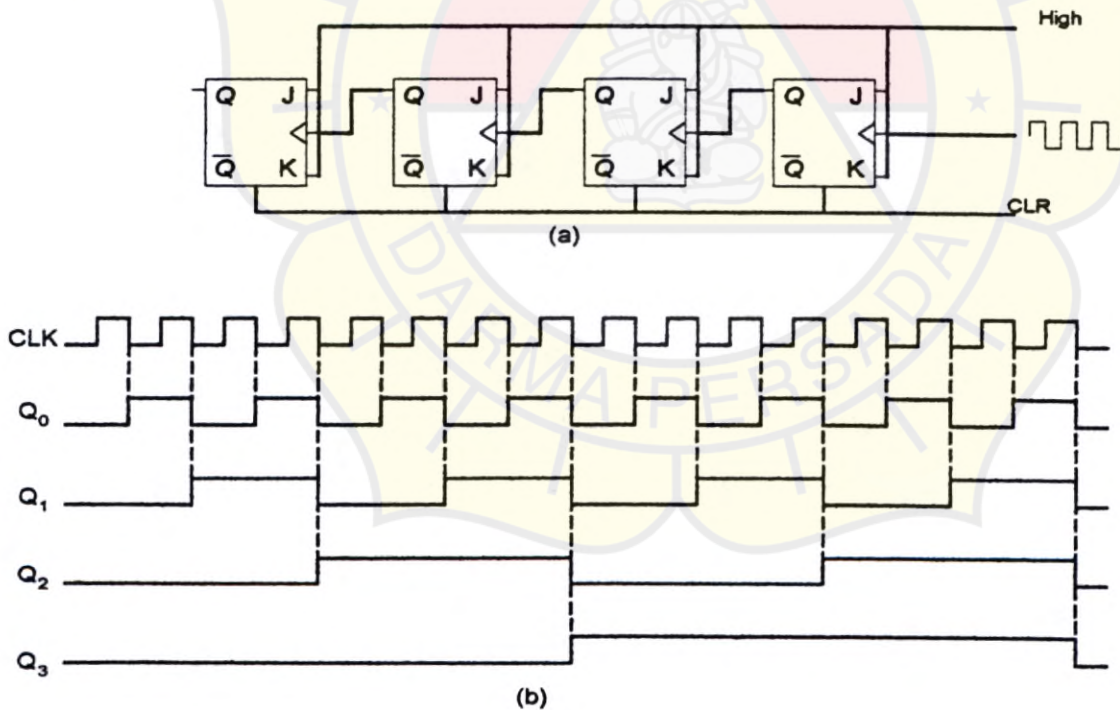
Gambar 2.2 Konfigurasi pin ICMT8870

Secara ringkas cara kerja dari rangkaian ini adalah sebagai berikut. Apabila DTMF dekoder ini menerima suatu pasangan nada, pasangan nada ini akan dipisahkan, dan ditapis secara internal. Kemudian dekoder ini akan memeriksa validitas dan waktu durasi dari pasangan nada tersebut. Setelah itu pasangan nada tersebut akan diterjemahkan ke dalam 4 bit biner untuk kemudian dilatch di output dan pin StD akan berlogik tinggi. Jika pasangan nada yang diterima tidak

berlaku, output StD akan tetap berlogik rendah dan output biner merupakan output biner yang diterjemahkan dan dilatch sebelumnya.

2.5. Pencacah Riak (Ripple Counter)

Pencacah mungkin merupakan salah satu subsistem yang paling berguna dan paling banyak kemampuannya dalam suatu sitem digital. Pencacah yang dikemudikan oleh sebuah clock dapat digunakan untuk mencacah banyaknya daur clock tersebut. Sebuah pencacah riak yang dibangun dengan flip-flop JK ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. (a) Pencacah Riak. (b) Bentuk gelombang output

Keluaran dari pencacah riak tersebut Q merupakan sebuah kata biner yaitu :

$$Q = D C B A$$

dimana A adalah bit paling kurang berarti (LSB = Least Significant Bit) dan D adalah bit paling berarti (MSB = Most Significant Bit).

Pada keadaan awal semua output flip-flop adalah rendah sehingga :

$$Q = 0 0 0 0$$

Bila pulsa clock pertama memasuki flip-flop LSB, A akan menjadi 1 sehingga output Q menjadi :

$$Q = 0 0 0 1$$

Pulsa clock kedua akan menyebabkan output Q menjadi :

$$Q = 0 0 1 0$$

Pulsa clock ketiga akan menyebabkan output Q menjadi :

$$Q = 0 0 1 1$$

Hal ini akan terus berlangsung hingga clock keenam dimana output Q menjadi :

Q = 0 1 1 0

Dan pada clock ketujuh output Q menjadi :

Q = 0 1 1 1

Tabel 2.2 Tabel Kebenaran Pencacah Dekade

| Cacahan | D | C | B | A |
|---------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Pada clock yang kedelapan, A mengalami reset dan pemindahan ; demikian pula B dan C, sedangkan D berubah menjadi 1. Ini menghasilkan keluaran :

$$Q = 1\ 0\ 0\ 0$$

Output D yang tinggi menyebabkan input J dari flip-flop B menjadi rendah sehingga pada pulsa clock kesembilan output B dan C tetap rendah, dan output Q menjadi :

$$Q = 1\ 0\ 0\ 1$$

Pulsa detak (clock) yang kesepuluh memberikan keluaran :

$$Q = 1\ 0\ 1\ 0$$

Dan seterusnya.

Angka terakhir yang dapat dihitung adalah:

$$Q = 1\ 1\ 1\ 1$$

Bersesuaian dengan pulsa detak yang kelima belas , pulsa detak yang berikutnya akan mereset seluruh flip-flop. Dengan demikian, pencacah akan direset menjadi

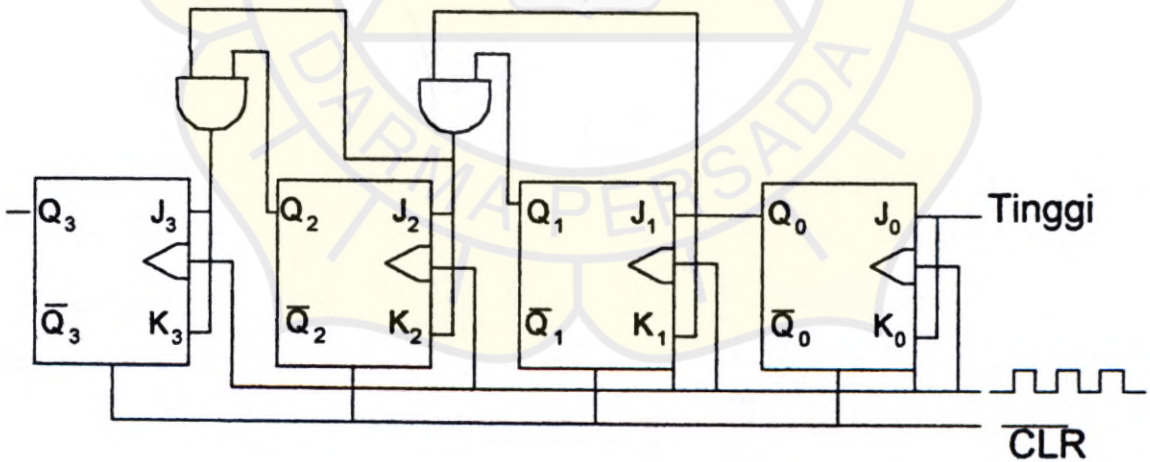
$$Q = 0\ 0\ 0\ 0$$

dan selanjutnya siklus yang sama akan diulangi.

Rangkuman operasi pencacah diperlihatkan pada Tabel 2.2. Angka pada lajur cacahan menyatakan jumlah pulsa detak (clock) yang telah dihitung. Seperti kita lihat, keluaran pencacah merupakan ekivalen biner dari hasil cacahan dalam desimal.

2.6 Pencacah Sinkron

Sebuah pencacah sinkron dengan menggunakan flip-flop pemucuan tepi positif diperlihatkan dalam Gambar 2.4. Dalam rangkaian ini, pulsa-pulsa detak mengendalikan sebuah flip-flop secara paralel.



Gambar 2.4 Pencacah Sinkron

Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.4, flip-flop Q_1 akan mengalami togel pada tepi positif hanya jika Q_0 dalam keadaan 1. Flip-flop Q_2 akan mengalami togel jika Q_1 dan Q_0 bernilai 1. Begitu pula flip-flop Q_3 hanya mengalami togel bilamana Q_2 , Q_1 dan Q_0 bernilai 1. Dengan kata lain, sebuah flip-flop akan mengalami togel pada tepi positif dari sinyal detak yang berikutnya hanya jika semua bit yang lebih rendah bernilai 1. Proses pencacahan yang berlangsung adalah sebagai berikut. CLR yang rendah akan mereset pencacah menjadi :

$$Q = 0 0 0 0$$

Ketika saluran CLR dikembalikan kepada keadaan tinggi, pencacah telah siap untuk beroperasi. Tepi positif dari pulsa detak yang pertama akan mengisi Q_0 untuk menghasilkan

$$Q = 0 0 0 1$$

Karena Q_0 sama dengan 1, flip-flop Q_1 telah disiapkan untuk bertogel pada tepi positif dari pulsa detak berikutnya.

Pada saat tibanya tepi positif yang kedua, Q_1 dan Q_0 secara serempak mengalami togel dan keluarannya menjadi

$$Q = 0 0 1 0$$

Tepi positip detak yang ketiga menaikkan angka cacahan menjadi ;

$$Q = 0 0 1 1$$

Sekarang karena Q_1 dan Q_0 menjadi 1, flip-flop Q_2 , Q_1 dan Q_0 siap untuk bertogel pada tepi positip berikutnya. Ketika tepi positip dari pulsa detak keempat masuk, Q_2 , Q_1 dan Q_0 mengalami togel serempak kata keluarannya menjadi :

$$Q = 0 1 0 0$$

Kata Q yang keluar secara berturut-turut adalah 0101, 0110, 0111, dan seterusnya sampai 1111 (ekivalen dengan angka desimal 15). Pada tepi positip yang berikutnya akan terjadi reset pada pencacah dan siklus sama akan berulang.

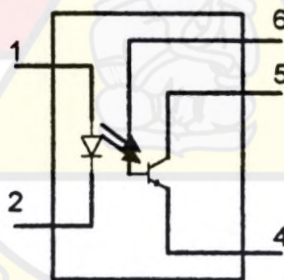
2.7. Optocoupler/Optoisolator

Optocoupler atau optoisolator (pengkopel opto) biasanya terdiri dari sebuah LED (Light Emitting Diode) dan sebuah solid-state detektor cahaya. Cahaya dari LED, pada umumnya IED (Infrared Emitting Diode), mencapai detektor melalui

sebuah media transparan. Media ini dapat berupa sebuah pipa plastik transparan atau sebuah celah udara. Konstruksi komponen seperti ini menghasilkan sebuah perangkat yang dapat mengkopel sinyal antara dua buah rangkaian yang berbeda, walaupun secara elastis kedua rangkaian tersebut terpisah.

Dengan kata lain pengkopel opto menghubungkan dua buah rangkaian yang berbeda secara optis namun terisolasi secara elektrik.

Gambar 2.5. menunjukkan sebuah pengkopel opto yang tipikal. Apabila arus maju I_F melalui input LED, cahaya atau photon yang ditimbulkan akan jatuh pada phototransistor dan menghasilkan arus photo (photocurrent) I_P . Arys emiter I_e yang timbul merupakan hasil dari penguatan arus transistor hFE dilaki dengan I_P



Gambar 2.6. Pengkopel opto

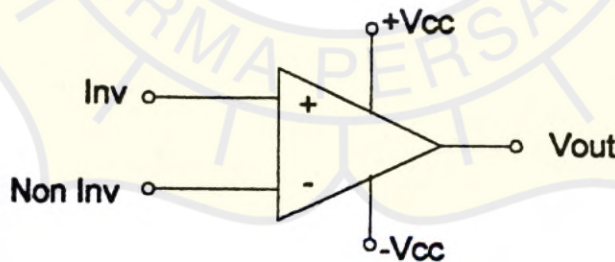
Pengkopel opto mempunyai beberapa keuntungan selain mengisolasi secara elektrik dua buah rangkaian. Pengkopel opto dapat menghilangkan interferensi dari rangkaian kontrol ke beban, dan mencegah refleksi transien dan spike dari beban ke rangkaian kemudi beban. Pengkopel opto juga menghilangkan efek pembebanan dari suatu rangkaian ke rangkaian yang lain.

Apabila digunakan untuk menggantikan perangkat elektromekanik, seperti relay atau saklar pembatas, pengkopel opto menghilangkan efek bouncing dan spark, beroperasi lebih cepat, mempunyai reliabilitas lebih tinggi, dan tidak membutuhkan suatu kalibrasi mekanik.

2.8 Operational Amplifier

Operational Amplifier atau disingkat OP-AMP adalah penguat deferensial dengan dua masukan dan satu keluaran. OP-AMP mempunyai penguatan tegangan yang sangat tinggi, yaitu dalam ordo 10^5 .

OP-AMP dibuat dalam bentuk rangkaian terintegrasi /terpadu (Integrated Circuit). Pemakaian OP-AMP sangat luas, meliputi bidang elektronika yaitu audio, filter aktif komparator analog dan lain sebagainya. OP-AMP biasanya dilukiskan simbol seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Simbol OP-AMP

Dari gambar 2.6 terlihat ada dua masukan yaitu masukan inverting (Inv, tanda -) dan masukan non inverting (Non Inv, tanda +). Bila isyarat masukan dihubungkan dengan masukan inverting, maka pada daerah frekuensi tengah isyarat keluaran berlawanan fasa atau berlawanan tanda dengan isyarat masukan. Sebaliknya bila isyarat masukan dihubungkan dengan masukan non inverting, maka isyarat keluaran akan sefasa atau mempunyai tanda yang sama dengan isyarat masukan.

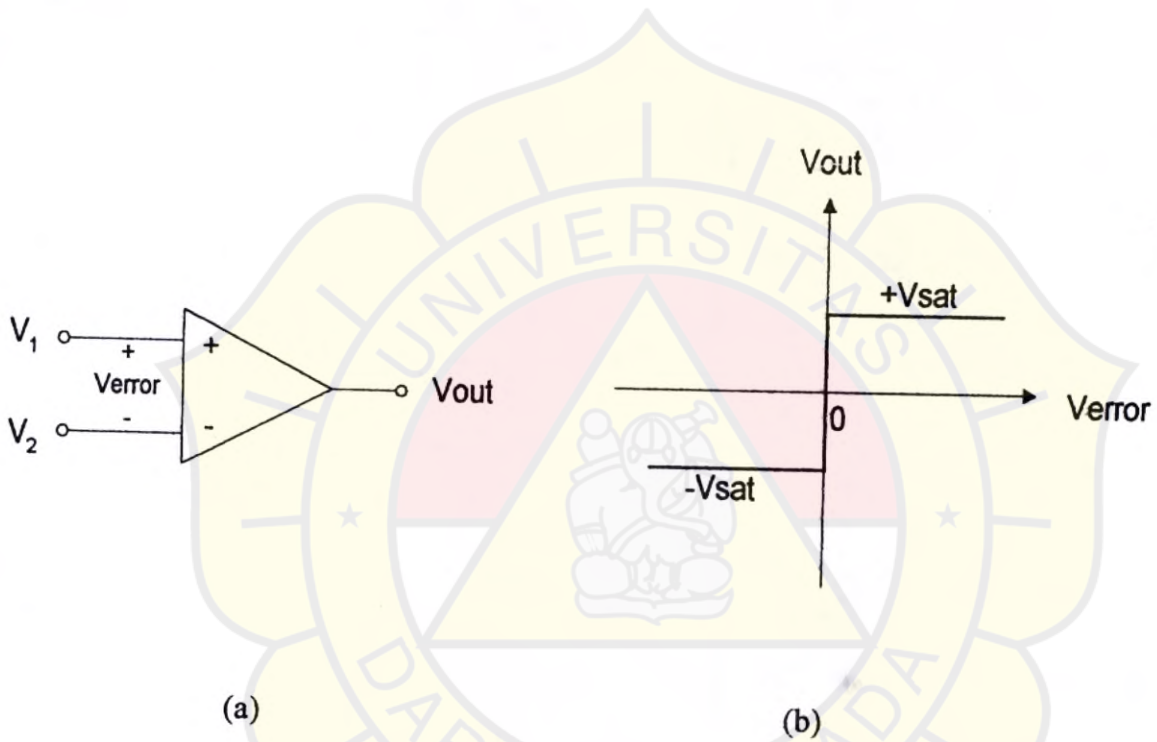
Sifat-sifat ideal OP-AMP adalah sebagai berikut :

1. Penguatan lingkaran(loop) terbuka adalah tak berhingga atau $A_{V,OL} = \infty$
2. Hambatan keluaran lingkaran terbuka (open loop) adalah nol atau $R_{o,OL} = 0$
3. Hambatan masukan lingkaran terbuka (open loop) tak berhingga atau $R_{in,OL} = \infty$
4. Lebar pita (bandwidth) tak berhingga atau $\Delta f = f_2 - f_1 = \infty$
5. Common Mode Rejection Ratio (CMRR) tak berhingga atau $CMRR = \infty$

2.9. Komparator

Cara yang termudah untuk menggunakan suatu penguat operatif adalah loop terbuka (tidak ada resistor umpan balik), seperti ditunjukkan dalam gambar 2.7. Penguatan yang tinggi dari penguat operatif tegangan kesalahan yang sedikit (secara tipikal dalam mikrovolt) menimbulkan ayunan (swing) output maksimum. Misalnya jika V_1 lebih besar daripada V_2 , tegangan kesalahan adalah positif dan tegangan output menuju ke harga positif maksimumnya secara tipikal 1 sampai 2

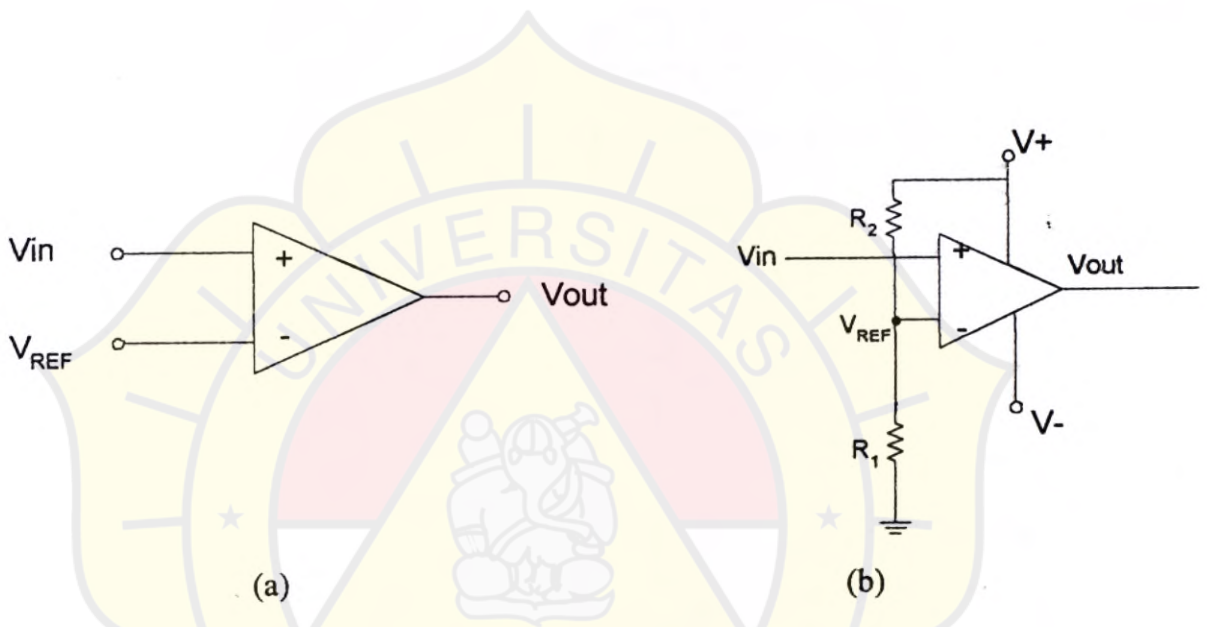
V_1 kurang dari tegangan catu. Dipihak lain jika V_1 kurang dari V_2 , tegangan outputnya berayun ke harga negatif maksimum. Keluaran komparator hanya memiliki dua harga, yaitu 0 Volt atau V_{cc} saja. Komparator memiliki dua masukan yaitu masukan inverting (-) dan non inverting (+).



Gambar 2.7 (a). Simbol Komparator. (b). Kerja Komparator

Umumnya komparator adalah penguat operatif yang tidak dikompensasi ; mereka tidak mempunyai kapasitor kompensasi dalam untuk menurunkan penguatan tegangan. Lagipula komparator dioptimasi untuk keistimewaan tertentu yang tidak

ditemui dalam penguat operatif serbaguna. Katalog dari pabrik pembuat (manufacturer) memuat komparator dengan judul yang terpisah : contoh dari komparator IC yang digunakan secara luas adalah LM 306, 311 dan 710.



Gambar 2.8 (a). Simbol Komparator. (b) Rangkaian Arus Bias Input

Dalam gambar 2.8 tegangan referensi idealnya diberikan dengan

$$V_{REF} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V \dots\dots\dots (2.6)$$

Ini adalah ideal karena kita mengabaikan arus bias input dari input inverting. Jika arus ini mengalir melalui resistansi Thevenin ekuivalen dari R_1 dalam hubungan paralel dengan R_2 , arus tersebut menimbulkan tegangan kecil yang memasukkan sedikit kesalahan kedalam persamaan (2.6). Dalam banyak pemakaian, kesalahan dapat diabaikan. sama, yang menimbulkan tegangan common-mode sinus. Akibatnya tegangan yang kecil yang ditimbulkan oleh arus bias input cenderung untuk menghapuskan.

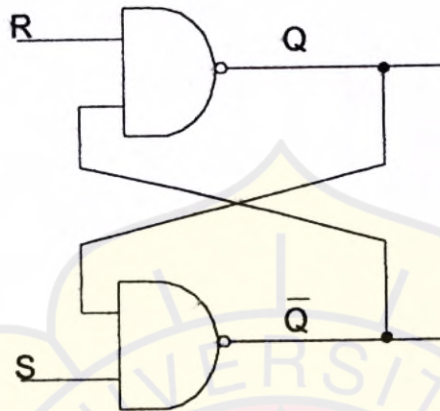
2.10. Flip-Flop

Flip-flop adalah piranti yang memiliki dua keadaan stabil. Piranti ini akan tetap bertahan pada salah satu dari dua keadaan itu sampai adanya pemicu yang membuatnya berganti keadaan.

2.10.1. Flip-flop RS

Bentuk sederhana dari flip-flop ialah flip-flop RS, yang dibuat dari dua buah gerbang NAND (gambar 2.9) . Untuk itu keluaran gerbang-gerbang disambung dengan input pasangannya. Ujung masukan yang bebas dipergunakan sebagai masukan pengemudi ditandai dengan S (Set = menseset = membuat kerja) dan R (Reset = mengembalikan). Suatu pulsa pada masukan S akan menseset keluaran utama Q pada kondisi logika tertentu. Kondisi tersebut dapat dipulihkan kembali

ke kondisi semula dengan memasukkan suatu pulsa pada masukan R. Pada keluaran Q selalu muncul keadaan terbalik dari Q. Tabel 2.3 merupakan tabel kebenaran dari RS flip-flop.



Gambar 2.9 Flip-flop RS

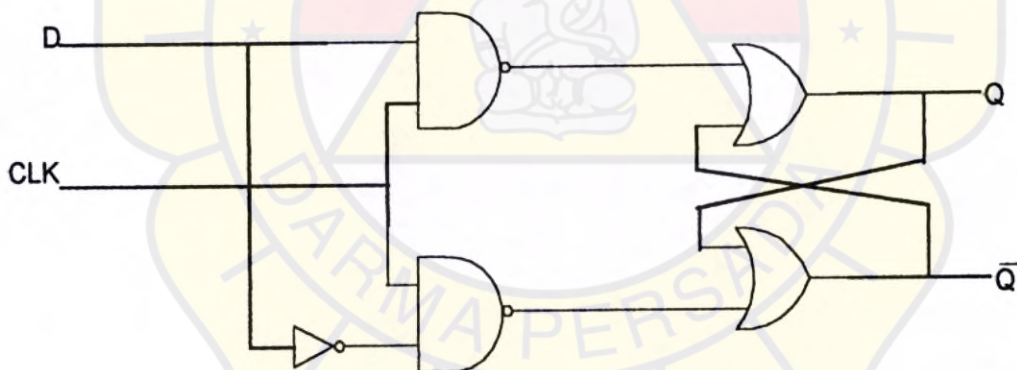
Tabel 2.3 Tabel kebenaran RS Flip-Flop

| R | S | Q | Keterangan |
|---|---|---|---------------|
| 0 | 0 | Q | Tidak berubah |
| 0 | 1 | 1 | Set |
| 1 | 0 | 0 | Reset |
| 1 | 1 | * | Pacu |

2.10.2. Flip-flop D

Pada penerapan di memori dan apa yang disebut dengan data latches (penyimpanan data) perlu diingat keadaan logika dari suatu input tunggal meskipun input tersebut telah berubah selangkah. Hal ini diwujudkan dengan "flip-flop data" yang rangkaianannya diberikan pada gambar 3.1.2.

Selama input clock tinggi, output Q dari flip-flop D akan mengikuti input data. Namun bila input clock menjadi rendah, input S dan R dari bagian input Flipflop RS tidak akan berubah keadaannya dan hanya menyimpan data yang ada sebelumnya. Tabel 2.4 tabel kebenaran dari flip-flop D.



Gambar 3.1.2 Flip-flop D

Tabel 2.4 Tabel kebenaran Flip-flop D

| D | Clock | Q |
|---|-----------|-------|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 → 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 → 1 → 0 | 1 → 0 |
| 1 | 0 | 0 |

2.10.3 Flip-flop JK

Kalau bicara tentang rangkaian yang dapat mencacah, maka flip-flop JK merupakan elemen memori yang ideal untuk digunakan. Bentuk tabel kebenaran dari flip-flop JK terlihat dalam Tabel 2.5.

Jika J dan K sama-sama rendah memberikan keadaan tak aktif, apapun yang dilakukan oleh sinyal detak. Apabila K menjadi tinggi dengan sendirinya, maka pulsa detak berikutnya akan mereset flip-flop. Dan apabila J yang menjadi

tinggi, pulsa detak berikutnya akan men-set flip-flop. Akhirnya, setiap pulsa detak akan menghasilkan satu togel bilamana kedua masukan J dan K tinggi semua.

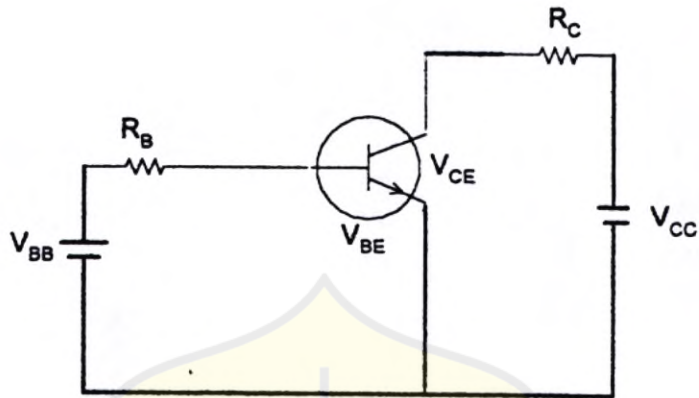
Tabel 2.4 Tabel kebenaran Flip-flop JK

| J | K | Q | Keterangan |
|---|---|---|---------------|
| 0 | 0 | Q | Tidak berubah |
| 0 | 1 | 0 | Reset |
| 1 | 0 | 1 | Set |
| 1 | 1 | Q | Togel |

2.11. TRANSISTOR

Transistor akan beroperasi sebagai saklar apabila dia berada pada dua kondisi. Kondisi mati ekuivalen dengan kondisi transistor sebagai saklar terbuka. Kondisi jenuh ekuivalen dengan transistor sebagai saklar tertutup.

Transistor akan mati apabila basis dan emiternya dihubungkan baik secara langsung maupun lewat sebuah tahanan. Sebaliknya transistor akan berada pada kondisi jenuh apabila tegangan V_{ce} dari transistor mendekati harga nol ($V_{ce} = 0$). Hal ini mungkin kalau arus I_c besar. Untuk mengetahui berapa besar harga dari arus I_c harus dicapai lewat garis beban.



Gambar 3.2.1 Transistor sebagai saklar

Besar arus

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_c} = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

Besar arus

$$I_B = \frac{I_c}{b} = \frac{V_{cc}}{bR_c}$$

Jika dicari lewat untai basis Emitter, arus Basis adalah :

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B}$$

Agar transistor dalam kondisi jenuh haruslah :

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} > bI_B$$

$$\frac{V_{CC}}{R_C} > b \frac{V_{BB} - 0,7}{R_B}$$

Catatan, pemilihan tahanan R_C dan R_B haruslah memenuhi keadaan persamaan diatas.

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

Jika arus Basis lebih besar atau sama dengan I_B (sat) 1 titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban (gambar 3.2.1). Dalam hal ini, transistor kelihatan seperti sebuah switch yang tertutup. Sebaliknya jika arus Basis nol transistor bekerja pada ujung bawah garis beban dan transistor kelihatan seperti sebuah switch yang terbuka