

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Saluran 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 pesawat penerima. Media trasmisinya 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. Maka dapat dikatakan hubungan saluran telepon dengan pesawat telepon cukup kompleks karena sistem harus dapat menjalankan fungsi-fungsi sebagai berikut :

- a) Menghubungkan dengan sentral lokal kepada nomor yang dipanggil
- b) Memberitahukan kepada sentral lokal bahwa panggilan sedang dilakukan, dijawab dan telah selesai.
- c) Memberitahukan pelanggan bila ada panggilan dengan bel (ringer)
- d) Dapat meredam side tone yang cukup untuk penerima . Side tone adalah suara kita sendiri yang kita dengar melalui pesawat telepon. Jika side tone terlalu besar dapat mengurangi kejelasan suara.

Agar sistem yang yang dirancang berjalan dengan baik dan kompatibel dengan saluran telepon maka perlu diperhatikan sinyal-sinyal yang ada pada

saluran telepon. Karena peralatan pada tiap pesawat telepon ataupun peralatan tambahan yang dihubungkan dengan pesawat telepon harus mengikuti prosedur atau ketentuan standar untuk menjaga keamanan dan ketahanan dari seluruh sistem telepon. Prosedur dan ketentuan standar tersebut tergantung pada jumlah daya yang dapat ditarik dari saluran telepon, macam-macam sinyal yang dapat diterima dan dikembalikan oleh pesawat telepon pada saat on hook maupun off hook.

2.2. Spesifikasi Tones 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.

2.2.1. Ringing Current

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

Ringing current adalah : $25 \text{ Hz} \pm 8\%$

dengan tegangan sebesar 70/90 Vrms. ringing current dapat dikategorikan menjadi dua jenis :

- a) immediate ringing current : pengebelan tanpa interupsi.
- b) interrupted ringing current : pengebelan dengan interupsi 2 detik On dan 3 detik Off.

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

2.2.2 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 rodanya.

2.2.2. 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 ringing current.

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

Nada panggil : $425 \text{ Hz} \pm 2,5\%$; 2detik ON dan 3 detik OFF.

2.2.3. 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.

2.2.4. 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 :

- nomor kosong atau spare
 - nomor yang tidak ada dalam sentral tersebut.
 - 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.

2.2.5. 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.

2.2.6. 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 Hz \pm 2,5 % ; 1/2 detik ON - 1/2 detik OFF.

2.2.7. 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 ± 25) Hz ; (330 ± 70) ms

(1400 ± 30) Hz ; (330 ± 70) ms

(1800 ± 50) Hz ; (330 ± 70) ms

2.3. Dual Tone Multi Frequency (DTMF)

Dual Tone Multi Frequency (DTMF) sebagai sistem pembangkit frekuensi merupakan metode yang paling banyak digunakan oleh industri telekomunikasi dewasa ini. Terutama pada sistem telepon. Pemakaian sistem ini pada telekomunikasi telepon memiliki kelebihan dibanding sistem pulsa, seperti pada kecepatan dial dan kemampuan untuk mengirim sinyal pada jalur transmisi suara.

Metode DTMF menggunakan 16 buah frekuensi, yang masing-masing terdiri dari dua buah gelombang sinusoidal yang berasal dari bagian frekuensi low group dan high group.

Tabel 2.1. Frekuensi 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

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh DTMF untuk dapat

dipergunakan dalam sistem telepon diukur pada impedansi terminal 600Ω adalah sebagai berikut :

- a) Level sinyal DTMF memiliki harga nominal antara -6 dBm sampai -4 dBm untuk masing-masing frekwensi. Level minimal untuk frekuensi rendah adalah -10 dBm, sedangkan group frekuensi tinggi adalah -8 dBm. Level sinyal dari group frekuensi tinggi sekurang-kurangnya sama dengan level sinyal dari group frkuensi rendah. Perbedaan sinyal tidak boleh lebih dari 4 dB
- b) Deviasi frekuensi dari ke-16 frekuensi DTMF harus berada pada $\pm 1,2\%$ dari frekuensi nominal.
- c) Rise time maksimal adalah 5 ms (3 ms untuk dialer otomatis) untuk setiap frekuensi sinyal DTMF mencapai 90% amplitudo maksimal.
- d) Distorsi pada sinyal diatas 500 Hz tidak boleh melebihi 10% . Distorsi diukur sebagai perbandingan dari jumlah daya seluruh harmonik DTMF, relatif terhadap jumlah daya fekuensi dasar.

DTMF yang dipakai pada saat ini sudah terbentuk dalam kemasan IC yang kompak sehongga rangkaiannya kecil dan ringkas. Stabilitas frekuensi pada pembangkit DTMF jenis ini tidak memerlukan penalaan frekuensi untuk disesuaikan dengan spesifikasi DTMF. Berbeda dengan pembangkit frekuensi dari komponen pasif LC yang tidak hanya memakan banyak tempat namun juga penentuan harga LC yang tidak mudah dan tidak dapat dijamin ketepatan frekuensi yang dihasilkan.

Dekoder untuk menerjemahkan sinyal-sinyal DTMF yang benar harus memenuhi syarat-syarat yang direkomendasikan oleh CCITT No. 5. Syarat-syarat tersebut adalah :

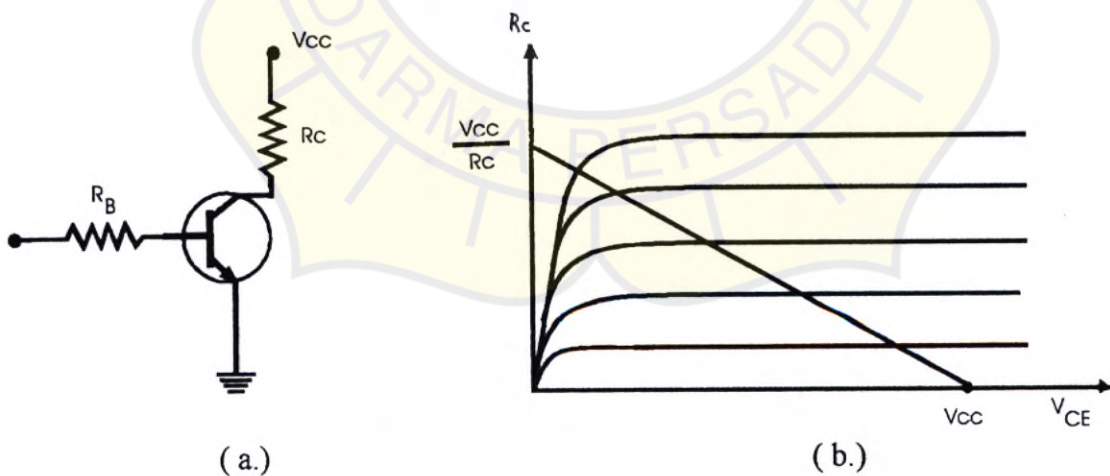
- a) Dekoder harus dapat menerjemahkan sinyal dengan toleransi $\pm 1,5\%$ dari frekuensi nominal dan tidak boleh menerjemahkan frekuensi dengan deviasi lebih dari $\pm 3,5\%$ dari standar yang ditentukan.
- b) Dekoder harus dapat menerjemahkan hentakan nada (tone burst) sebesar 40 ms dan mendeteksi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

Ada beberapa cara untuk mendapatkan dekoder DTMF yang baik. Salah satu diantaranya adalah menggunakan Phase Locked Loop (PLL). Untuk itu diperlukan 8 buah IC PLL yang masing-masing ditala pada salah satu frekuensi DTMF yang dirangkaikan dengan 12 gerban NOR. Kekurangan dari rangkaian ini adalah mudah mendeteksi adanya hentakan palsu dan membutuhkan suatu rangkaian filter bandpass yang sulit dan kompleks untuk setiap sinyal input IC PLL. Untuk mengatasi hal tersebut sekarang ini sudah terdapat IC yang dapat menerjemahkan sinyal DTMF dengan baik seperti IC MT 8870 B.

2.4. Transistor Sebagai Saklar

Cara termudah dalam menggunakan sebuah transistor adalah sebagai sebuah saklar untuk mengontrol arus beban yang keluar. Transistor akan beroperasi sebagai saklar apabila dia berada pada dua kondisi. Kondisi mati ekuivalen dengan kondisi transistor sebagai saklar terbuka. Kondisi jenuh ekuivalen dengan kondisi transistor sebagai saklar tertutup.

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



Gambar 2.1. Transistor a). Transistor sebagai saklar. b). Garis beban

$$\text{Besar arus } I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$\text{Besar arus } I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{V_{CC}}{\beta R_C}$$

Jika dicari melalui untai basis emiter, arus basis adalah :

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

Agar transistor dalam kondisi jenuh haruslah :

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} > \beta I_B$$

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

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

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

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan I_B titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban. Dalam hal ini transistor kelihatan seperti sebuah swith yang tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol transistor bekerja pada ujung bawah garis beban dan transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang terbuka.

2.5. Voice Memory System

Voice memory system (VMS) adalah suatu rangkaian terintegrasi

CMOS yang didesain khusus untuk aplikasi perekaman dan mereproduksi suara. Rangkaian ini terdiri dari Memory Address Controller, Adaptive delta Modulator yang memberikan fungsi A/D dan D/A, penguat mic, Demodulasi, dan Low Pass Filter.

2.6. Komparator

Penguat Operasional (OP-AMP) mempunyai penguatan tegangan yang sangat tinggi, yaitu dalam orde 10^5 . OP-AMP dibuat dalam bentuk rangkaian terintegrasi atau terpadu (Integrated Circuit).

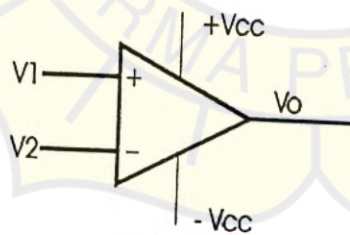
OP-AMP memiliki sifat-sifat ideal, yaitu :

1. Penguatan pada lingkaran terbuka (open loop) tak terhingga 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) adalah tak berhingga atau $R_{in,OL} = \infty$.
4. Lebar pita (Band Width) tak berhingga atau $\sigma f = f_2 - f_1 = \infty$
5. Common Mode Rejection Ratio (CMRR) tak terhingga

Untuk keperluan tertentu OP-AMP dapat dipakai dalam lingkaran terbuka atau dengan umpan balik (feedback). Jika op-amp digunakan, dimana keluaran tidak berbanding lurus dengan masukan, maka op-amp digunakan secara non linier. Salah satu penggunaan non linier dari op-amp adalah sebagai komparator tegangan.

Dimana untuk menggunakan suatu op-amp sebagai komparator adalah loop terbuka (tidak ada resistor umpan balik), seperti ditunjukkan dalam gambar 2.2.a. Karena 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 kurang dari tegangan catu. Dipihak lain jika V_1 kurang dari V_2 , tegangan outputnya berayun ke harga negatif maksimum.

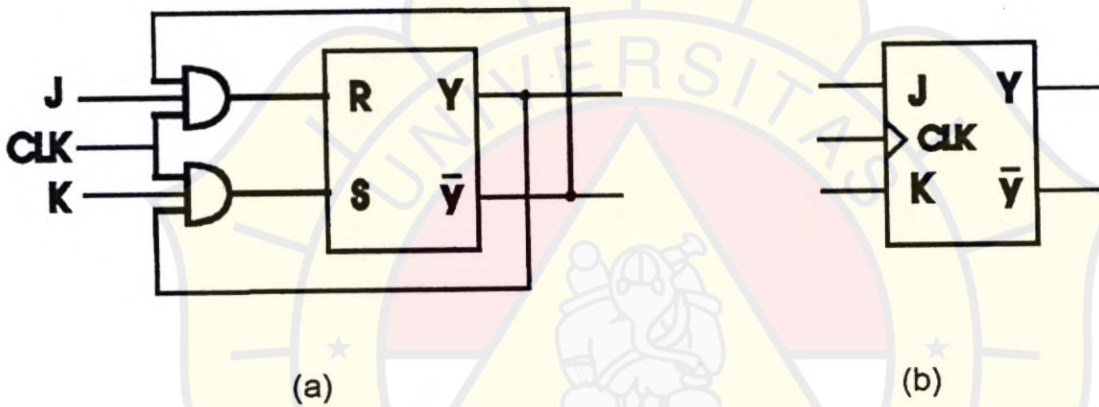
Gambar 2.2.b. meringkaskan gerak tersebut. Tegangan kesalahan positif mendorong output ke $+V_{Sat}$. Harga positif maksimum dari tegangan output. Tegangan kesalahan negatif menimbulkan tegangan output $-V_{Sat}$. Jika sebuah penguat operatif digunakan seperti ini, maka disebut *komparator* karena semua yang dapat dilakukannya adalah membandingkan V_1 dengan V_2 yang menghasilkan output positif atau negatif jenuh, tergantung pada apakah V_1 lebih besar atau lebih kecil daripada V_2 .



Gambar 2.2. Komparator

2.7. Flip-Flop JK

Flip-flop JK dapat dibangun dari flip-flop RS dan gerbang AND. Gambar 2.3. memperlihatkan flip-flop JK yang dibangun dari flip-flop RS dan gerbang AND, J dan K disebut sebagai masukan pengendali karena keduanya menentukan apa yang akan dilakukan oleh flip-flop pada saat suatu pinggiran pulsa lonceng positif tiba. Seperti terlihat pada tabel 2.2., J dan K keduanya 0, y tetap pada nilai terakhirnya.



Gambar 2.3. Flip-flop JK a) salah satu cara mewujudkan flip-flop JK. b). lambang flip-flop JK

Pada saat J rendah dan K tinggi, gerbang atas tertutup, maka tidak terdapat kemungkinan untuk mengeset flip-flop. Satu-satunya kemungkinan adalah reset. Pada saat \bar{Y} adalah tinggi, gerbang bawah melewati suatu pemicu reset segera setelah pinggiran pulsa lonceng positif berikutnya tiba. Hal ini mendorong \bar{Y} menjadi rendah.

Pada saat J tinggi dan K rendah, gerbang bawah tertutup, maka tak terdapat kemungkinan untuk mereset flip-flop. Namun anda dapat mengeset

flip-flop sebagai berikut. Pada saat y rendah dan y tinggi, maka gerbang atas melewati suatu pemacu set pada saat pinggiran pulsa lonceng positif berikutnya tiba. Hal ini mendrive y ke keadaan tinggi.

Pada saat J dan K keduanya tinggi, kita dapat mengeset atau mereset flip-flop. Jika y adalah tinggi, gerbang bawah melewati suatu pemacu reset pada saat pinggiran pulsa lonceng positif berikutnya tiba. Sebaliknya, jika y

adalah rendah gerbang atas melewati suatu pemacu set pada saat pinggiran pulsa lonceng positif berikutnya tiba. Dalam kedua hal di atas, y berubah menjadi komplemen keadaan terakhirnya, yang berarti bahwa flip-flop akan toggle pada saat pinggiran pulsa lonceng positif berikutnya tiba.

Tabel 2.2. tabel kebenaran flip-flop JK

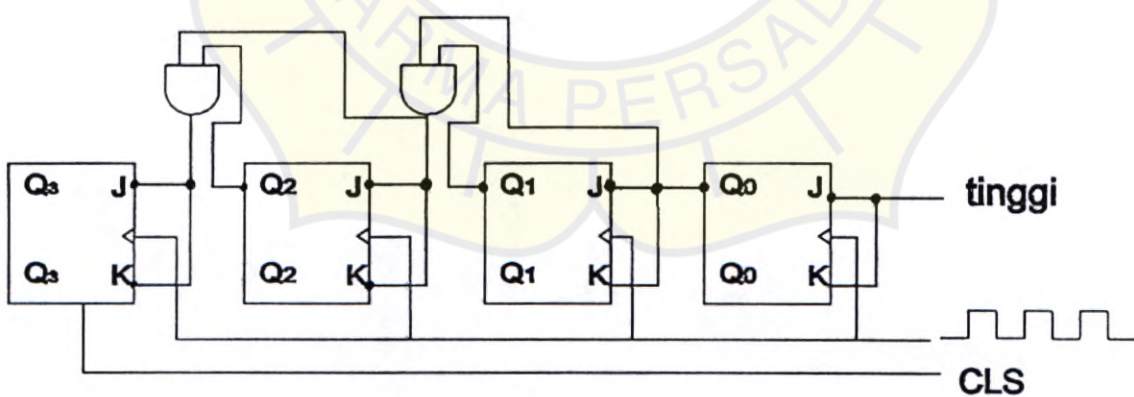
CLOCK	J	K	Y
X	0	0	Keadaan terakhir
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	toggle

Flip-flop JK merupakan elemen yang sangat ideal untuk digunakan sebagai pencacah. Pencacah mungkin merupakan salah satu subsistem yang paling berguna dan paling banyak kemampuannya dalam suatu sistem digital.

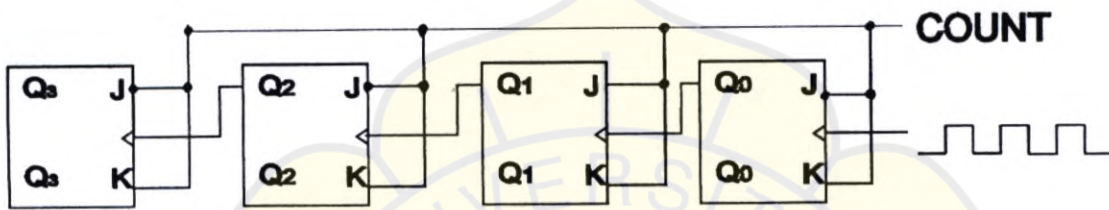
Pencacah yang dikemudikan oleh sebuah clock dapat digunakan untuk mencacah banyaknya daur clock tersebut. Karena pulsa clock tersebut terjadi pada selang waktu yang diketahui, pencacah dapat digunakan sebagai sebagai suatu instrumen untuk mengukur waktu.

Pencacah seri atau serempak sangat sederhana dan mudah dipahami dalam operasi maupun kontruksinya dan biasanya membutuhkan perangkat keras dalam jumlah kecil. Namun demikian, pencacah ini memiliki kecepatan yang terbatas. Dimana masing-masing flip-flop dipicu oleh flip-flop yang mendahuluinya, dan dengan demikian pencacah yang bersangkutan mempunyai waktu penyelesaian yang komulatif.

Peningkatan operasi dapat diperoleh dengan menggunakan pencacah paralel atau serempak. Sangat disayangkan bahwa peningkatan kecepatan biasanya disertai dengan peningkatan volume perangkat keras. Pencacah seri dan paralel digunakan dalam bentuk gabungan untuk mendapatkan kompromi antara kecepatan operasi dan volume perangkat keras.



(a).Pencacah sinkron



(b).Pencacah asinkron

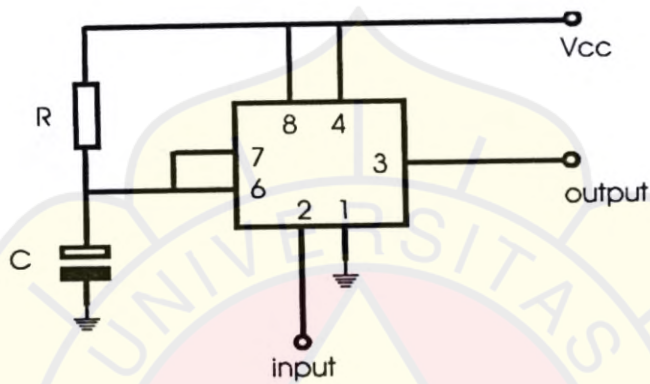
Gambar 2.4. Pencacah

2.8. Pembatas Waktu

Pada masa sekarang ini banyak peralatan elektronika menggunakan rangkaian pembatas waktu. Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan waktu tunda sesaat. Salah satu rangkaian pembatas waktu yaitu multivibrator monostabil. Multivibrato adalah suatu rangkaian regeratif dengan dua buah piranti aktif, yang dirancang sedemikian hingga salah satu piranti bersifat menghantar pada saat piranti yang lain terpancung. Sedangkan multivibrator

monostabil ini stabil pada salah satu keadaan namun tidak stabil pada keadaan lainnya. Bila dipicu, rangkaian berpindah dari keadaan stabil ke keadaan tak stabil. Rangkaian menetap pada keadaan tak stabil selama sesaat dan selanjutnya kembali pada keadaan stabilnya.

Rangkaian ini dapat dibangun dengan menggunakan IC 555, gambaran rangkaiannya secara umum dapat digambarkan seperti dibawah ini :



Gambar 2.5. Pengatur waktu 555 digunakan sebagai multivibrator monostabil.

Lamanya keadaan tidak stabil ditentukan oleh nilai R dan C. Hal ini dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 1,1 R C$$

Dimana : T = lamanya waktu keluaran dalam kondisi tidak stabil (detik)

R= tahanan (ohm)

C= kapasitor (F)