

BAB I

PENGENALAN KOMPONEN-KOMPONEN DASAR ELEKTRONIKA

Ada dua macam komponen elektronik :

I.I Komponen pasif

Komponen pasif adalah komponen yang dapat bekerja tanpa catu daya.

Contoh komponen pasif adalah :

I.Ia Resistor

Resistor merupakan komponen pasif yang dibuat untuk mendapatkan hambatan tertentu, sehingga besar arus yang mengalir pun menjadi tertentu. Resistor diberi simbol R, dengan satuan OHM (Ω).

Fungsi resistor yaitu membatasi arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tertutup, semakin besar hambatan maka semakin kecil arus yang mengalir dan untuk membagi tegangan suatu sumber tegangan menjadi bermacam-macam tegangan.

Untuk mengetahui hambatan suatu resistor ada kalanya dapat langsung dilihat pada badan resistor dan ada pula yang menggunakan gelang warna.

Pembacaan gelang warna pada resistor adalah sebagai berikut :

Gelang I : sebagai angka pertama

Gelang II : sebagai angka ke-2

Gelang III : menyatakan faktor pengali

Gelang IV : prosentase nilai toleransi yang diijinkan

Tabel Kode Warna Resistor

NO	WARNA	GELANG 1	GELANG 2	GELANG 3	GELANG 4
1	Hitam	0	0	1	-
2	Coklat	1	1	10	1 %
3	Merah	2	2	100	2 %
4	Jingga	3	3	1.000	3 %
5	Kuning	4	4	10.000	4 %
6	Hijau	5	5	100.000	-
7	Biru	6	6	1.000.000	-
8	Ungu	7	7	10.000.000	-
9	Abu-abu	8	8	100.000.000	-

10	Putih	9	9	1.000.000.000	-
11	Emas	-	-	0,1	5 %
12	Perak	-	-	0,01	10 %
13	Tak berwarna	-	-	-	20 %

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah :

gelang pertama berwarna kuning nilainya = 4

gelang kedua berwarna violet nilainya = 7

gelang ke tiga berwarna merah berarti faktor pengalinya adalah 100

gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi 5%

Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau $47 \times 100 = 4.7K \text{ Ohm}$ dan toleransinya adalah 5%.

Macam-macam resistor :

1. Resistor tetap

Untuk resistor tetap telah dijelaskan diatas

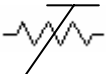
Simbol : 

2. Resistor variabel

Resistor jenis ini nilainya bisa diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.

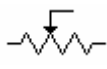
a. Trimpot

Trimpot adalah resistor yang dapat di ubah atau digeser nilainya

Simbol : 

b. Potensiometer

Potensiometer hampir menyerupai trimpot, hanya bedanya terdapat batang as yang dapat diputar dengan tangan. bias digunakan untuk pengaturan volume suara, bass, trebel dan tone.

Simbol : 

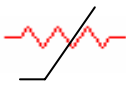
3. Resistor yang dapat berubah-ubah nilainya

Resistor jenis ini dapat berubah-ubah besar hambatannya. Hal yang memengaruhi besarnya resistansi ini adalah suhu, tekanan, sinar, cahaya dan magnetisme.

Yang dipengaruhi oleh suhu antara lain :

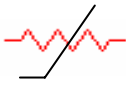
a. PTC

Sifat dari PTC adalah resistansi akan naik jika suhu lingkungan naik maka resistansinya juga naik, dan jika suhu lingkungan turun maka resistansinya juga ikut turun.

Simbol : 
-

b. NTC

Sifat dari NTC adalah resistansi akan naik jika suhu lingkungan turun, dan jika suhu lingkungan turun maka resistansinya naik.

Simbol : 
+

Rangkaian Resistor

hukum Ohm menyatakan $R = V/I$

Rangkaian seri resistor akan menghasilkan resistansi yang besar dengan rumus:

Rangkaian paralele resistor akan menghasilkan resistansi yang lebih kecil dari nilai resistansi terkecil yang diparalelkan dapat dirumuskan :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

I.Ib Kapasitor

Kapasitor merupakan komponen elektronik yang berfungsi untuk menampung muatan listrik selama waktu tertentu dan mengeluarkannya kembali pada saat yang diperlukan.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

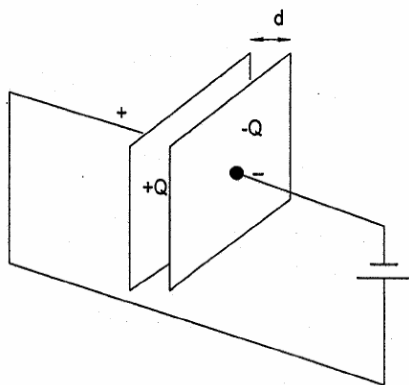
Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = CV \dots\dots\dots(1)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farads)

V = besar tegangan dalam V (volt)



Dalam pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumusan dapat ditulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t) \dots(2)$$

Berikut adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Udara vakum	k = 1
Aluminium oksida	k = 8
Keramik	k = 100 - 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

Tipe Kapasitor Tetap

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor electrostatic, electrolytic dan electrochemical.

1. Kapasitor Electrostatic

Kapasitor electrostatic adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa uF, yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti polyester (polyethylene terephthalate atau dikenal dengan sebutan mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, metalized paper dan lainnya. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

a. Kapasitor Kertas

Terbuat dari lembaran kertas dan aluminium foil yang digulung bersama. Untuk menghubungkan dengan rangkaian dengan cara aluminium foil pada ujungnya dibuat memanjang. Pada proses selanjutnya dimasukan pada tabung rapat dan dikapsulkan.

b. Kapasitor Polyester

Merupakan hasil dari manufaktur dan memiliki stabilitas yang bagus. Resistansi isolasi yang tinggi, koefisien yang rendah. Dari fungsinya konensator ini yang paling sering digunakan.

c. Kapasitor Mika

Mika merupakan bahan alami yang memiliki permitivitas yang tinggi. Dengan struktur kristal yang dapat dibelah tipis-tipis.

d. Kapasitor Keramik

Kondensator ini dibagi menjadi 2 tipe yaitu : permitivitas tinggi dan permitivitas rendah. Untuk permitivitas rendah biasanya dibuat dari mineral alam yaitu steatie. Sedang permitivitas tinggi dibuat dari bahan barium titanate. Kelebihannya adalah dapat memeberikan kapasitansi yang besar dalam bentuk yang kecil, serta mempunyai daya tahan yang tinggi dan periode hidup yang lama.

Simbol : kapasitor non polar



2. Kapasitor Electrolytic

Kelompok kapasitor electrolytic terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutup positif anoda dan kutup negatif katoda.

Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (oxide film). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup kedalam larutan electrolit (sodium borate) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan

larutan elektrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidai permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan electrolyte(katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.

a. elektrolit aluminium

Bahan utama yang digunakan ada dua macam yaitu aluminium dengan kemurnian 99,9% dan elektrolit seperti amonium bornate atau ethylene glycol. Kondensator ini mempunyai polaritas sehingga pemasangannya tidak boleh terbalik. Kode polaritas telah tertulis di badan serta besarnya kapasitansi serta tegangan maksimum. Toleransi kapasitansi nilainya cukup besar berkisar antara -20% hingga 50%.

Bahan yang paling banyak dan murah adalah Aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor *elco*.

b. elektrolit tantalum

Bahan electrolyte pada kapasitor Tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (lifetime) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

Simbol kapasitor bipolar :



3. Kapasitor Electrochemical

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah batere dan accu. Pada kenyataanya batere dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (leakage current) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

Simbol battrae :



Tipe Kapasitor Variabel

Varco

Disamping yang telah disebutkan diatas masih ada lagi macam kapasitor Kapasitor Variabel. Kapasitor variabel biasanya digunakan pada Tuning.

Simbol kapasitor variabel :



Kapasitor Trimmer

Kapasitor ini tergolong pada kapasitor udara. Ukuran dan bentuknya tidak begitu besar. Cara bekerjanya dengan mengetrim atau memutar obeng dengan baut yang ada dalam rangkain fisiknya.

Membaca Kapasitansi

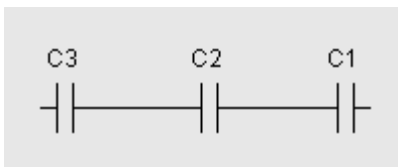
Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22uF/25v. Umumnya kapasitor yang ada di pasar memiliki satuan **uF** (10^{-6} F), **nF** (10^{-9} F) dan **pF** (10^{-12} F). Konversi satuan penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor.

Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah *pF* (*pico*

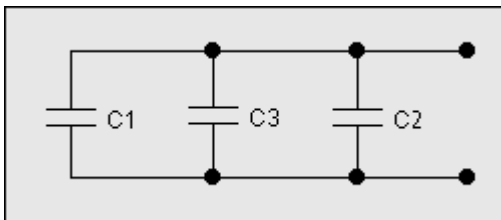
farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya. Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 104, maka kapasitansinya adalah $10 \times 10.000 = 100.000 \text{ pF}$ atau $= 100 \text{ nF}$. Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah $22 \times 100 = 2200 \text{ pF} = 2.2 \text{ nF}$.

Rangkaian kapasitor :



Pada rangkaian kapasitor seri, nilai kapasitansi pengganti adalah

$$1/C_{TOTAL} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3$$


Pada rangkaian kapasitor paralel, nilai kapasitansi total adalah

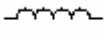
$$C_{TOTAL} = C1 + C2 + C3$$

I.Ic Induktor

Fungsi utama dari induktor di dalam suatu rangkaian adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian dc salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan dc yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian ac, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Akan lebih banyak lagi fungsi dari induktor yang bisa diaplikasikan pada rangkaian filter, tuner dan sebagainya.

Macam-macam induktor :

1. induktor dengan inti isolator

Simbol 

2. induktor dengan inti udara

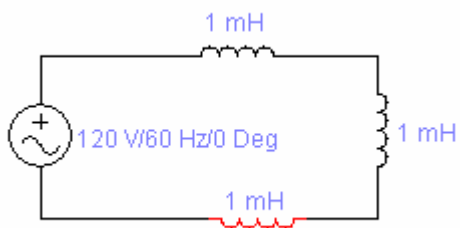
3. induktor dengan perubahan inti

Simbol 

4. induktor dengan inti besi

Rangkaian induktor

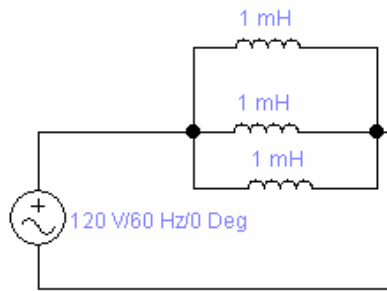
Rangkaian Seri



Rumus :

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$

Rangkaian paralel



Rumus :

$$1/L_t = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3$$

I.Id Transformator

Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan).

Macam transformator menurut tabnya :

Simbol transformator CT



Simbol transformator biasa



I.2 Komponen aktif

Komponen aktif adalah komponen yang untuk kerjanya memerlukan catu daya. Contoh komponen aktif adalah :

I.2a Dioda

Dioda PN

Jika dua tipe bahan semikonduktor ini dilekatkan maka akan didapat sambungan P-N (*p-n junction*) yang dikenal sebagai dioda. Pada pembuatannya memang material tipe P dan tipe N bukan disambung secara harfiah, melainkan dari satu bahan (*monolithic*) dengan memberi doping (*impurity material*) yang berbeda. sambungan *p-n* Jika diberi tegangan maju (*forward bias*), dimana tegangan sisi P lebih besar dari sisi N, elektron dengan mudah dapat mengalir dari sisi N mengisi kekosongan elektron (*hole*) di sisi P. *forward bias* Sebaliknya jika diberi tegangan balik (*reverse bias*), dapat dipahami tidak ada elektron yang dapat mengalir dari sisi N mengisi hole di sisi P, karena tegangan potensial di sisi N lebih tinggi. Dioda akan hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja, sehingga dipakai untuk aplikasi rangkaian penyearah (*rectifier*). Namun pada hal-hal yang lebih khusus dan dari jenis dioda yang lain, dioda dapat difungsikan sebagai detektor cahaya, indikator dll. Dioda, Zener, LED, Varactor dan Varistor adalah beberapa komponen semikonduktor

Macam- macam dioda

a. Dioda penyearah

Dioda memiliki fungsi yang unik yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan N. Satu sisi adalah semikonduktor dengan tipe P dan satu sisinya yang lain adalah tipe N. Dengan struktur demikian arus hanya akan dapat mengalir dari sisi P menuju sisi N.

Simbol dioda penyearah :




Anoda ditunjukkan tanda anak panah dan katoda ditunjukkan dengan tanda garis. Ditinjau dari bahan penyusunnya dioda dibedakan menjadi dua jenis yaitu silikon dan germanium. Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah

diatas 0.7 volt. Kira-kira 0.2 volt batas minimum untuk dioda yang terbuat dari bahan Germanium.

Sebaliknya untuk bias negatif dioda tidak dapat mengalirkan arus, pada kedua elektrodanya akan terjadi beda potensial yang disebut tegangan balik. Tegangan balik tidak boleh lebih besar dari tegangan breakdown (tegangan tembus) karena bisa mengakibatkan rusaknya dioda. Untuk mendapatkan tegangan tembus yang lebih besar dapat dilakukan dengan cara menserikan beberapa dioda.

b. Led

Simbol : 

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Dioda*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkna emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

Fungsi LED antara lain adalah :

1. lampu indicator berbagai peralatan elektronik
2. seven segment (kalkulator, jam digital)
3. Led infrared sebagai pengaman ruangan
4. Traffict Light

Kelebihan LED :

1. Life time yang panjang
2. Pengunaa tegangan yang rendah
3. Konsumsi daya yang rendah
4. Kondisi nyala mati yan cepat dalam nano detik

c. Dioda Photo



Simbol :

Energi termal menghasilkan pembawa minoritas pada dioda. Makin tinggi suhu, makin besar arus dioda yan terbias reseve. Eneri cahaya juga menghasilkan pembawa minoritas. Dengan menggunakan jendela kecil untuk memebuka junction aar terkena sinar, pabrik dapat membuat dioda photo. Jika cahaya luar menenai junction dioda photo yan dibias reseve, akan dihasilkan pasangan elektorn- hole dalam lapisan pengosongan. Makin kuat cahaya makin banyak jumlah pembawa yang dihasilkan cahaya dan makin besar arus reverse. Karena , dioda photo merupakan detektor cahaa ang baik sekali.

d. Dioda Varaktor

Merupakan dioda yang memanfaatkan efek kapasitansi. Semakin bertambah teangan reverse, semakin kecil kapasitansi dioda, demikian sebaliknya. Dalam banyak penerapan dioda ini menggantikan kapasitor yang dioprasikan secara mekanis. Jadi sangat mungkin pengaturan kapasitansi suatu sistem, misalya penalaan yang dioprasikan dari jarak jauh.

Simbol :



e. Dioda Schottky

Merupakan kombinasi dari silikon (tipe N) pada satu sisi dan logam emas, perak atau platina pada sisi lainnya. Kelebihan dioda ini adalah dapat menyearahkan tegangan Ac diatas frekuensi 300 MHz. Komponen ini merupakan komponen unipolar, karena elektron bebas merupakan pembawa mayoritas pada kedua sisi junction. Dioda ini tidak mempunyai lapisan pengosongan atau penyimpanan muatan. Dengan melihat hal diatas tadi, maka dioda dapat dipsswitch nyala-mati cepat dibanding dioda bipolar.

Simbol :




f. Dioda Step Recovery

Merupakan piranti yang memanfaatkan efek penyimpanan muatan. Banyak berguna pada rangkaian pulsa dan digital untuk menghasilkan pulsa yang cepat, juga berguna dalam pengali frekuensi. Mekanisme kerjanya: dalam kondisi forward dioda berlaku seperti dioda bias. Jika dibias reverse, dioda konduksi, sementara lapisan pengosongansedang diatur kemudian mendadak arus reverse menjadi nol. Seakan-akan dioda *snaps open*. Oleh sebab itu dioda step-recovery disebut juga *dioda snap*. Snap off dapat menghasilkan pengkondisian on-off kurang dari ns.

Simbol : 

g. Dioda Zener

Simbol : 

Keadaan tegangan *breakdown* dioda ini mengilhami pembuatan komponen elektronika lainnya yang dinamakan zener. Sebenarnya tidak ada perbedaan struktur dasar dari zener, melainkan mirip dengan dioda. Tetapi dengan memberi jumlah doping yang lebih banyak pada sambungan P dan N, ternyata tegangan breakdown dioda bisa makin cepat tercapai. Jika pada dioda biasanya baru terjadi *breakdown* pada tegangan ratusan volt, pada zener bisa terjadi pada angka puluhan dan satuan volt. Di datasheet ada zener yang memiliki tegangan V_z sebesar 1.5 volt, 3.5 volt dan sebagainya.

I.2b Transistor

Sifat transistor

Transistor memiliki 3 terminal penyambung yaitu basis, kolektor, dan emitor. Transistor merupakan dioda dengan dua sambungan (*junction*). Sambungan itu membentuk transistor PNP maupun NPN. Ujung-ujung terminalnya berturut-turut disebut emitor, base dan kolektor. Base selalu berada di tengah, di antara emitor dan kolektor.

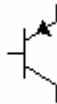
Karena dalam metode penyambungannya terdapat alternatif (dengan center katoda atau anoda) maka transistor dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. NPN (yang dicenterkan anodanya)



Pada transistor NPN kaki kolektor dihubungkan dengan tegangan positif, dan kaki emitor dihubungkan dengan tegangan negative.

b. PNP (yang disenterkan katodanya)



Pada transistor PNP kaki emitor dihubungkan dengan tegangan positif, dan kaki kolektor dihubungkan dengan tegangan negative.

Cara kerja transistor

Agar dapat bekerja transistor harus diberi teangan yang rata. Basis-emitor dan kolektor emitor harus diberi panjar maju, jadi pada NPN basis dan kolektornya aqadalah positif terhadap emitor. Dan pada PNP, basis dan kolektor adalah negatif terhadap emitor.

Dari hukum Kirchoff diketahui bahwa jumlah arus yang masuk kesatu titik akan sama jumlahnya dengan arus yang keluar. Jika teorema tersebut diaplikasikan pada transistor, maka hukum itu menjelaskan hubungan :

$$I_E = I_C + I_B \dots\dots(1)$$

Persamaan (1) tersebut mengatakan arus emiter I_E adalah jumlah dari arus kolektor I_C dengan arus base I_B . Karena arus I_B sangat kecil sekali atau disebutkan $I_B \ll I_C$, maka dapat di nyatakan :

$$I_E = I_C \dots\dots(2)$$

Fungsi transistor :

1. sebagai penguat tegangan
2. sebagai pencampur tegangan bolak-balik dengan frekuensi berbeda.
3. sebagai osilator, membangkitkan getaran-getaran listrik
4. sebagai saklar elektronik

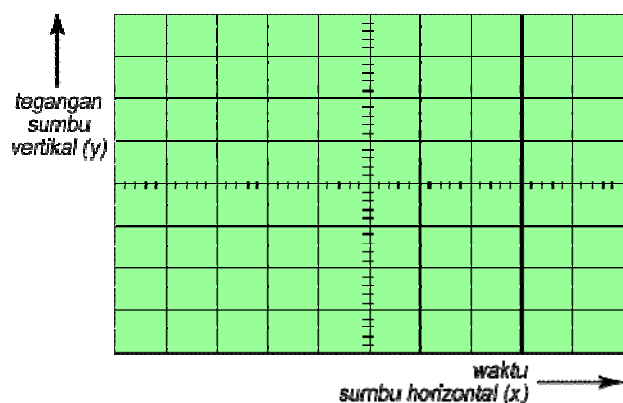
I.2c SCR

Ada beberapa komponen yang termasuk thyristor antara lain **PUT** (*programmable uni-junction transistor*), **UJT** (*uni-junction transistor*), **GTO** (*gate turn off switch*), **photo SCR**, **TRIAC** dan **DIAC**.

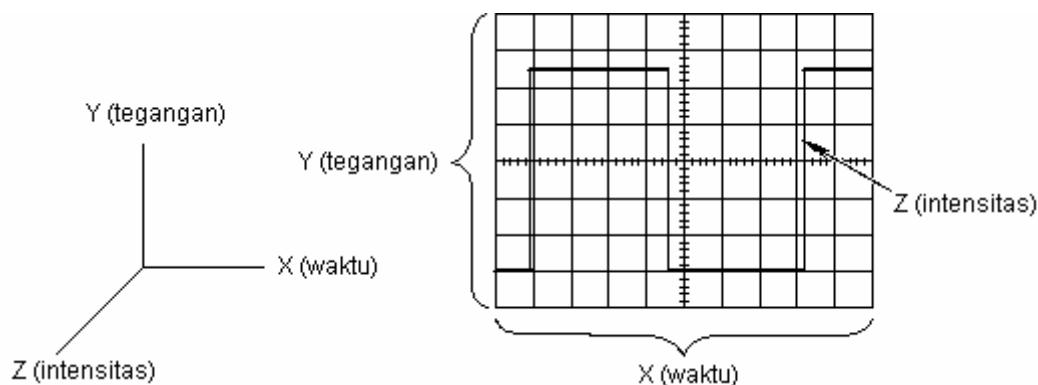
Ciri-ciri utama dari sebuah thyristor adalah komponen yang terbuat dari bahan semiconductor silicon. Walaupun bahannya sama, tetapi struktur P-N junction yang dimilikinya lebih kompleks dibanding transistor bipolar atau MOS. Komponen thyristor lebih digunakan sebagai saklar (*switch*) ketimbang sebagai penguat arus atau tegangan seperti halnya transistor

BAB II PENGUKURAN MENGGUNAKAN OSILOSKOP

Osiloskop adalah alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Pada kebanyakan aplikasi, grafik yang ditampilkan memperlihatkan bagaimana sinyal berubah terhadap waktu. Pada gambar di bawah ini ditunjukkan bahwa pada sumbu vertikal(Y) merepresentasikan tegangan V, pada sumbu horisontal(X) menunjukkan besaran waktu. Layar **osiloskop** dibagi atas 8 kotak skala besar dalam arah vertikal dan 10 kotak dalam arah horisontal. Tiap kotak dibuat skala yang lebih kecil. Sejumlah tombol pada **osiloskop** digunakan untuk mengubah nilai skala-skala tersebut.

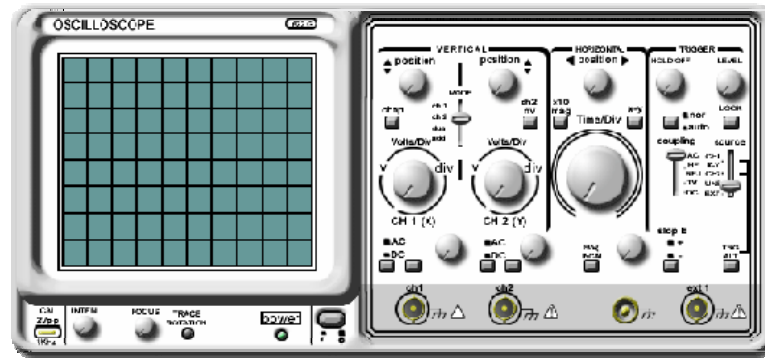


Osiloskop 'Dual Trace' dapat memperagakan dua buah sinyal sekaligus pada saat yang sama. Cara ini biasanya digunakan untuk melihat bentuk sinyal pada dua tempat yang berbeda dalam suatu rangkaian elektronik. Kadang-kadang sinyal **osiloskop** juga dinyatakan dengan 3 dimensi. Sumbu vertikal(Y) merepresentasikan tegangan V dan sumbu horisontal(X) menunjukkan besaran waktu t. Tambahan sumbu Z merepresentasikan intensitas tampilan **osiloskop**. Tetapi bagian ini biasanya diabaikan karena tidak dibutuhkan dalam pengukuran.



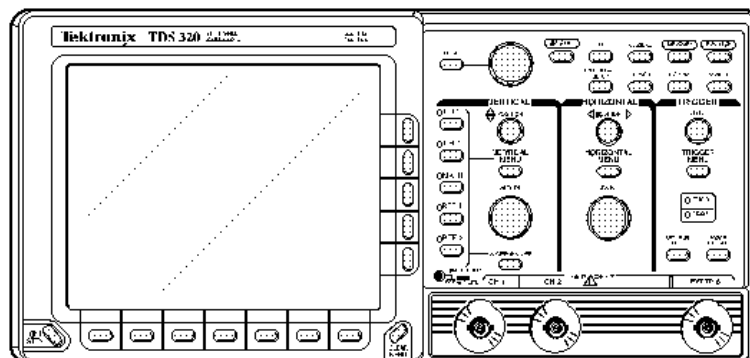
Seperti halnya alat-alat elektronik lainnya, osiloskop dikelompokkan menjadi dua bagian(berdasarkan cara kerjanya) yaitu:

- 1.) Osiloskop analog → menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas elektron dalam tabung gambar ke atas atau ke bawah sesuai dengan bentuk gelombang yang diukur. Pada layar osiloskop dapat langsung ditampilkan bentuk gelombang tersebut.



Osiloskop Analog

- 2.) Osiloskop digital → mencuplik bentuk gelombang yang diukur dan dengan menggunakan ADC(Analog to Digital Converter) untuk mengubah besaran tegangan yang dicuplik menjadi besaran digital. Isyarat digital ini kemudian direka-ulang menjadi bentuk gelombang seperti aslinya yang hasilnya dapat ditampilkan pada layar.



Osiloskop Digital

Beberapa kegunaan **osiloskop** :

- Mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu.
- Mengukur frekuensi sinyal yang beresilasi.
- Mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangkaian listrik.

- Membedakan arus AC dengan arus DC.
- Mengecek noise pada sebuah rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu.

Perbedaan osiloskop dengan volt meter

Osiloskop :

1. tidak mempunyai bagian yang bergerak atau mekanis (jarum, kumparan, pegas)
2. gerakan dilakukan oleh sinar katoda berupa elektron yang menabrak layar pendar yang menimbulkan bintik terang.
3. dapat digunakan untuk mengukur tegangan juga mampu untuk menganbarkan bentuk suatu gelombang tegangan.

Volt meter :

1. mempunyai bagian yang bergerak yaitu jarum.
2. untuk menentukan besarnya tegangan dengan memperhatikan besarnya simpangan.

Bagian-bagian osiloscope

A. Bagian Power Supply

- a. Power On/Off : merupakan tombol untuk menghidupkan dan mematikan Osiloskop
- b. Lampu Power : merupakan lampu indikator dimana lampu kanan menyala jika osiloskop dalam keadaan hidup atau On.
- c. Intensity : digunakan untuk mengukur kecerahan gambar.
- d. Focus : adalah tombol yang digunakan untuk mengatur ketajaman gambar.
- e. Trace Rotation : untuk mengatur kemiringan gambar.
- f. Scale Illumination : untuk mengatur kecerahan layar.
- g. Terminal GND : merupakan terminal ground yang maksudnya dihubungkan dengan tanah agar gambar dilayar lebih bersih dan tenang.

B. Bagian Sumbu Vertikal

- a. Input CH 1 dan Input CH 2 : merupakan konektor BNC yang digunakan untuk memasukkan tegangan yang hendak diukur.
- b. Saklar AC-GND-DC :
 - AC : yang diteruskan hanya tegangan bolak-balik murni saja

- DC : yang diteruskan tegangan bolak-balik dan searah
 - GND : tegangan masuk ditanahkan
- c. VOLTS/DIV : menyatakan besarnya skala tegangan
 - d. Variabel : merupakan pengaturan halus dari tombol VOLT/DIV
 - e. Tombol X5MAG : jika tombol ini ditekan maka sumbu vertikal akan mengalami pembesaran lima kali
 - f. Position (pengaturan kedudukan vertikal) : merupakan tombol untuk mengatur letak gambar dalam arah atas bawah
 - g. Invert : jika tombol ini ditekan maka polaritas dalam CH2 akan terbalik
 - h. Tombol Mode : tombol ini digunakan untuk memilih mode operasi
 - Mode CH1 : hanya sinyal CH1 yang ditampilkan pada layar
 - Mode CH2 : hanya sinyal CH2 yang ditampilkan pada layar. Untuk menampilkan sinyal CH1 dan CH2 maka tekan tombol CH1 dan CH2 sekaligus
 - Mode ADD : efek logaritma dan perbedaan sinyal input yang masuk ke CH1 dan CH2 yang ditampilkan pada layar

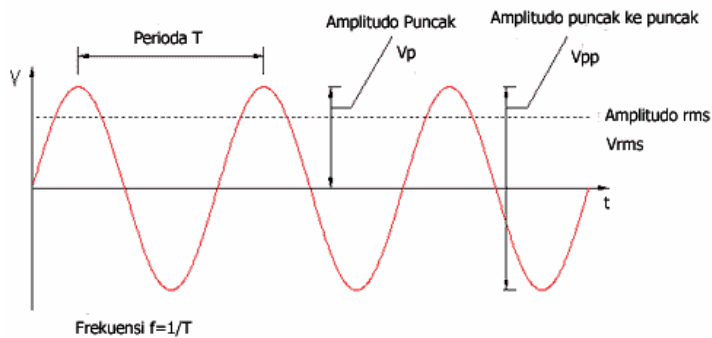
C. Bagian Sumbu Horisontal

- a. Time/DIV : digunakan untuk mengubah sweep time
- b. Tombol XY : digunakan mode XY. Sinyal input X dihubungkan ke CH1 dan sinyal input Y ke CH2
- c. Variabel : untuk mengatur Time/Div secara halus.
- d. Position (pengaturan horisontal) : tombol yang digunakan untuk mengatur letak gambar dalam arah kanan kiri.
- e. Tombol x10 MAG : jika ditekan maka sweep time akan mengalami pembesaran 10 kali lebih besar.

Macam-macam Gelombang:

1.)Gelombang Sinus

Gelombang sinus adalah gelombang yang berbentuk fungsi sinus seperti yang digunakan dalam trigonometri. Dalam elektronika, gelombang sinus memegang peranan yang sangat besar dalam menguji dan menganalisa rangkaian. Pada gambar berikut ditunjukkan gelombang sinus secara detil:



Istilah istilah berikut sering digunakan untuk menjelaskan gelombang :

1. Periode T : Waktu yang dibutuhkan satu siklus pengulangan secara lengkap. Periode dapat diukur dengan cara mengukur waktu interval antara dua puncak gelombang yang berdekatan. Dengan mengalikan panjang div horizontal (1 cycle) dengan besarnya setingan time/div.
2. Frekuensi: f : Jumlah siklus (gelombang) dalam satu detik, satuannya dinyatakan dalam hertz, Hz. 1 Hz = 1 siklus per detik. Bila diketahui periode, maka dapat dihitung frekuensinya dengan persamaan:

$$f = \frac{1}{T}$$

Sebaliknya, periode dapat dituliskan sbb:

$$T = \frac{1}{f}$$

Frekuensi sinyal yang digunakan dapat bervariasi dari sekitar 0.1 Hz, kilohertz, (kHz), atau orde megahertz (MHz)

3. Amplitudo: Amplitudo adalah tingginya puncak gelombang sinus. Amplitudo ini dapat dinyatakan dengan beberapa cara. Amplitudo puncak, V_p , diukur dari sumbu X ,0 volt, ke puncak tertinggi (terendah) dari gelombang. Amplitudo puncak ke puncak, V_{pp} ,diukur dari puncak tertinggi ke puncak terendah. Dalam praktek, mengukur V_{pp} lebih mudah daripada mengukur V_p . Besarnya V_{pp} tepat 2 kali V_p . Walaupun V_{pp} pada osiloskop lebih mudah diukur, tetapi mengukur amplitudo rms lebih disukai karena tegangan rms menggambarkan tegangan efektif, yang biasa dicantumkan dalam informasi arus bolak-balik. Amplitudo rms dapat ditulis:

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad V_{\text{rms}} = 0.7 \times V_p$$

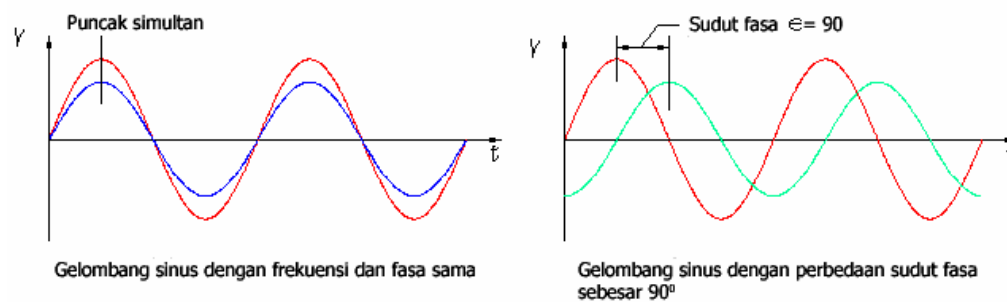
Dan:

$$V_p = \sqrt{2} \times V_{\text{rms}} \quad \text{atau} \quad V_p = 1.4 \times V_{\text{rms}}$$

4. Fasa: Kadang-kadang gelombang sinus dibagi-bagi dalam sudut fasanya (dalam derajat) seperti berikut:



Bila dua buah gelombang sinus mempunyai frekuensi yang sama dan terjadi pada saat yang sama, maka kedua gelombang tersebut dikatakan sefasa (in phase):

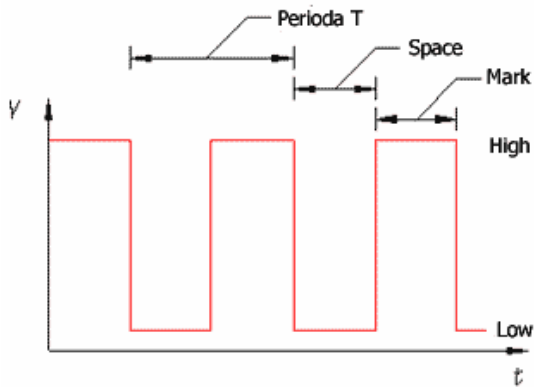


Sebaliknya, bila kedua gelombang tersebut terjadi pada waktu yang berbeda, maka dikatakan kedua gelombang tersebut tidak sefasa (out of phase). Bila ini terjadi, perbedaan fasa tersebut dinyatakan dalam sudut fasa, . Pada gambar B di atas, beda sudut fasa kedua gelombang tersebut = 90°. Bentuk sinusoidal yang teredam (damped sine) merupakan kasus khusus yang dapat anda dapatkan pada sirkuit yang berosilasi namun semakin mengecil bersama waktu.

5. Tegangan V_{pp} adalah tegangan dari puncak ke puncak, yaitu dihitung dari tegangan minimum negatif hingga tegangan maksimum positif.

2.)Gelombang Pulsa

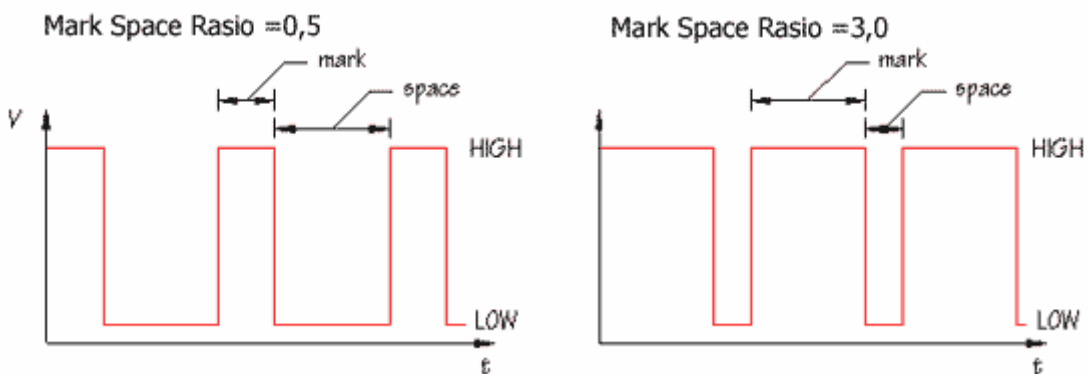
Gelombang pulsa mirip dengan gelombang kotak kecuali bahwa gelombang pulsa semuanya terletak di atas sumbu X. Pada awalnya, tegangan berubah mendadak dari level Low, dekat sumbu X, ke level High, biasanya dekat dengan tegangan catu daya



Adapun istilah 'frekuensi' pulsa didefinisikan sebagai laju pengulangan (repetition rate), yaitu jumlah siklus per detik (hertz, Hz). Waktu keadaan High dari pulsa gelombang disebut mark, dan waktu Low disebut space. Perbandingan kedua besaran tersebut disebut mark space ratio:

$$\text{mark space ratio} = \frac{\text{HIGH time}}{\text{LOW time}}$$

Mark space ratio = 1.0 berarti waktu Low = waktu High.



Cara lain yang populer untuk menyatakan perbandingan waktu High dengan perioda gelombang adalah yang disebut duty cycle, yaitu:

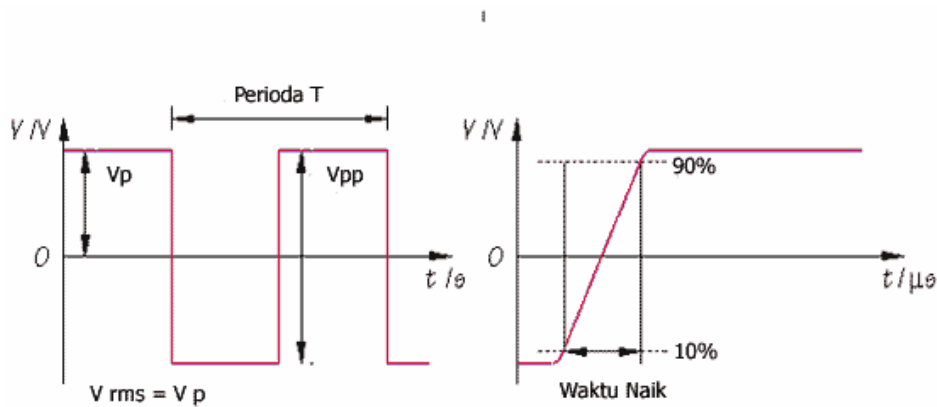
$$\text{duty cycle} = \frac{\text{HIGH time}}{\text{period}} \times 100\%$$

Bila duty cycle kurang dari 50%, maka waktu High nya lebih rendah waktu Low.

3.) Gelombang Kotak (Square)

Gelombang kotak merupakan bentuk umum gelombang yang lain. Pada dasarnya gelombang kotak adalah tegangan yang dihidupkan dan dimatikan (kondisi high dan low) pada interval yang teratur. Rangkaian elektronik digital, seperti pada komputer, TV, radio, dll, seringkali menggunakan gelombang kotak sebagai sinyal pewaktuan (timing signals).

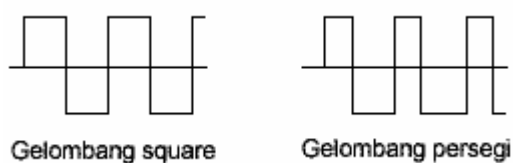
Seperti gelombang sinus, gelombang kotak juga diuraikan dalam perioda, frekuensi dan amplitudo:



Amplitudo puncak, V_p , amplitudo puncak ke puncak, V_{pp} , diukur seperti pada gelombang [sinus](#). Tetapi, amplitudo rms gelombang kotak adalah lebih besar dari amplitudo rms gelombang sinus.

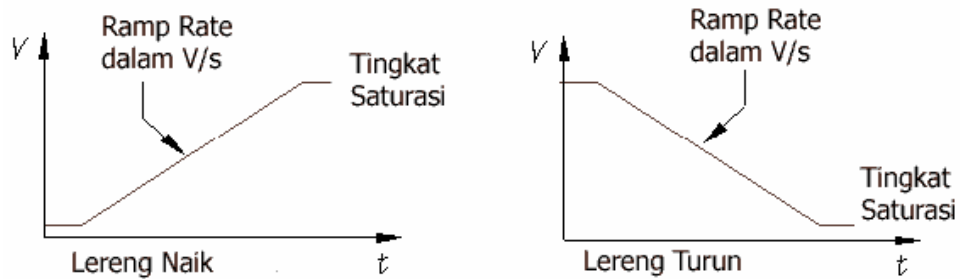
Walaupun gelombang kotak dapat berubah dengan cepat dari posisi minimum ke posisi maksimum, perubahan ini tetap memerlukan waktu. Didefinisikan rise time (waktu naik) suatu sinyal adalah waktu yang dibutuhkan nilai tegangan berubah dari 10% ke 90% nilai maksimumnya. Rise time ini biasanya sangat pendek, dalam orde nanoseconds ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$), atau microseconds ($1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$), seperti terlihat pada gambar di atas.

Gelombang persegi (rectangular) menyerupai gelombang kotak, hanya interval waktu kondisi high dan low tidak memiliki panjang yang sama. Kedua gelombang tersebut cukup penting untuk menganalisa rangkain elektronik



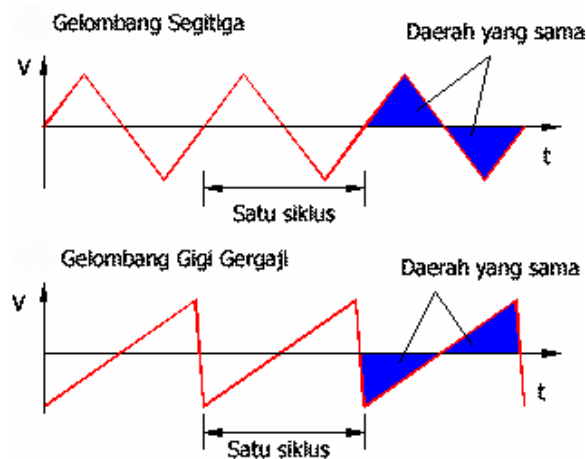
4.) Gelombang Segitiga dan Gigi Gergaji

Tegangan Ramp adalah tegangan yang naik atau turun seperti ditunjukkan pada gambar berikut



Ramp rate dinyatakan dalam volt per detik, V/s.

Gelombang segitiga terdiri dari gelombang ramp yang berubah-ubah dari positif ke negatif secara bergantian. Pada gelombang segitiga, laju perubahan tegangan dari ramp positif dan ramp negatif dalam tiap siklus sama besar, sedangkan pada gelombang gigi gergaji tidak sama besar.

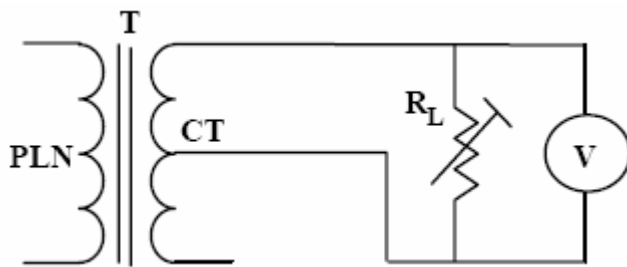


BAB III

TRANSFORMATOR DAN PENYEARAH

I.3a TRANSFORMATOR

Transformator berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan AC. Dalam percobaan ini digunakan transformator untuk menurunkan tegangan. Perhatikan diagram transformator pada gambar 4.



Setiap transformator memiliki hambatan keluaran R_o , yang akan menyebabkan turunnya tegangan sekunder dari trafo jika dipasang beban antara CT dan V. Tegangan turun sebesar $V = I_L \cdot R_o$, dimana I_L adalah arus beban. Makin besar arus beban yang ditarik, makin kecil tegangan keluaran.

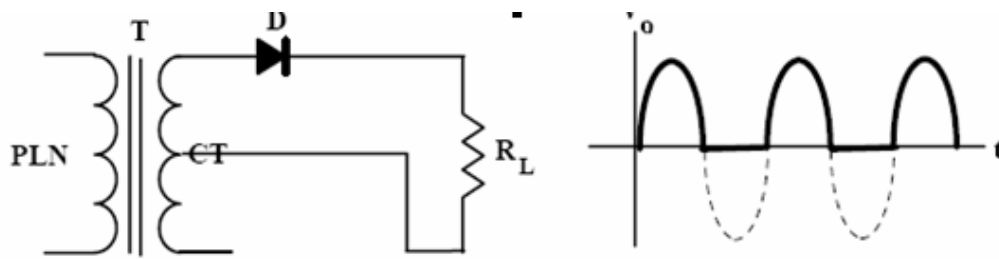
Tegangan keluaran dalam keadaan terbebani (V_{ob}) adalah $V_{ob} = V_{oo} - I_L \cdot R_o$, sedangkan V_{oo} adalah tegangan keluaran tanpa beban yang merupakan tegangan keluaran transformator diukur dengan multimeter tanpa beban.

Hal tersebut perlu kita lakukan untuk dapat menentukan hambatan keluaran transformator R_o , karena kita tidak memiliki amperemeter yang dapat mengukur langsung arus beban.

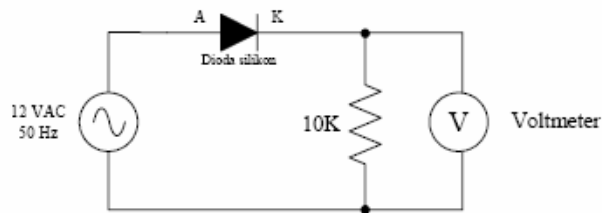
I.3b PENYEARAH

Untuk memperoleh tegangan penyearah yang cukup konstan pada suatu harga, kita dapat membuat penyearah tegangan dengan menggunakan dioda. Kita dapat membuat berbagai macam rangkaian penyearah, misalnya rangkaian penyearah dengan tapis yang berfungsi meratakan tegangan keluaran.

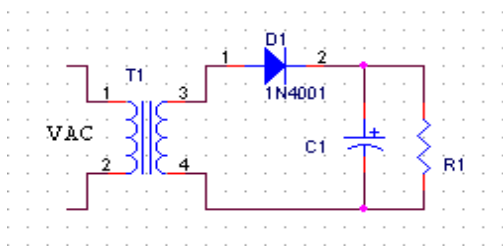
Penyearah setengah gelombang :



Atau

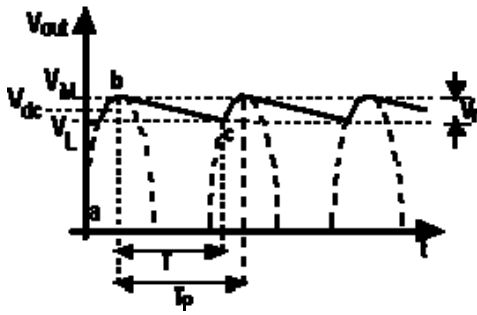


Arus AC yang mendorong elektron ke atas melalui resistor, saat melewati dioda hanya $\frac{1}{2}$ periode positif dari tegangan input yang akan memberikan biased forward pada dioda, sehingga dioda akan menghantarkan selama $\frac{1}{2}$ periode positif. Tetapi untuk $\frac{1}{2}$ periode negatif, dioda dibias reverse dan terjadilah penyumbatan karena kecil seklai arus yang dapat mengalir. Dengan demikian, arus AC telah disearahkan oleh dioda ini menjadi arus searah (DC)



rangkaiian penyearah setengah gelombang dengah filter C

Gambar ini adalah rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor C yang paralel terhadap beban R. Ternyata dengan filter ini bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata. Gambardibawah ini menunjukkan bentuk keluaran tegangan DC dari rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor. Garis b-c kira-kira adalah garis lurus dengan kemiringan tertentu, dimana pada keadaan ini arus untuk beban R1 dicatu oleh tegangan kapasitor. Sebenarnya garis b-c bukanlah garis lurus tetapi eksponensial sesuai dengan sifat pengosongan kapasitor.

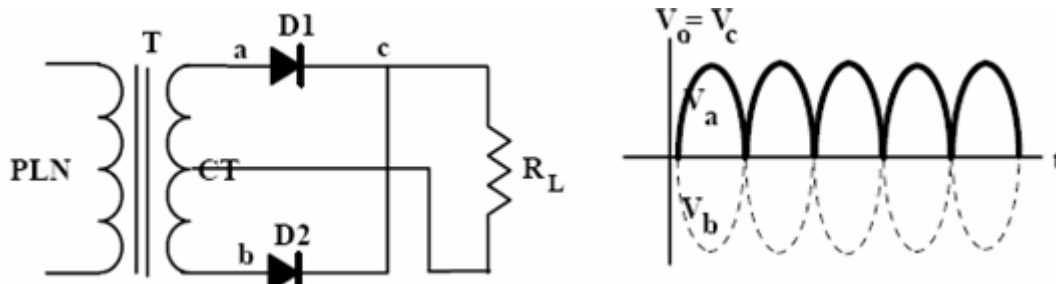


bentuk gelombang dengan filter kapasitor

Kemiringan kurva b-c tergantung dari besar arus I yang mengalir ke beban R . Jika arus $I = 0$ (tidak ada beban) maka kurva b-c akan membentuk garis horizontal. Namun jika beban arus semakin besar, kemiringan kurva b-c akan semakin tajam. Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

$$V_r = V_M - V_L$$

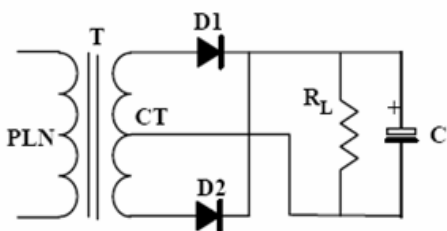
Penyearah gelombang penuh



Jika isyarat masukan sedang positif arus akan melalui D_1 , jika isyarat masukan sedang negatif arus D_2 menghantar.

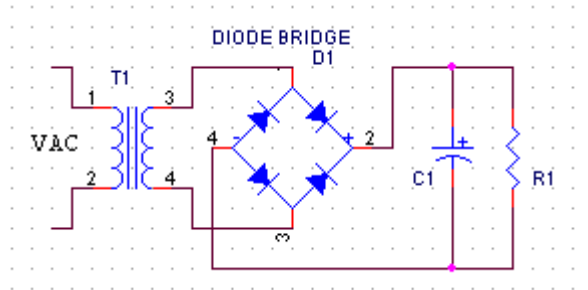
Dengan tapis

Penyearah gelombang penuh dengan filter C dapat dibuat dengan menambahkan kapasitor pada rangkaian



Bisa juga dengan menggunakan transformator yang tanpa CT, tetapi dengan merangkai 4 dioda seperti pada gambar berikut ini.

Dengan dioda bridge dan tapis kapasitor



rangkaian penyearah gelombang penuh dengan filter C

jika isyarat masukan positif arus melalui D1 dan D3 , jika isyarat masukan negatif arus melalui D2 dan D4.

BAB IV

GERBANG LOGIKA DASAR

Gerbang Logika

Gerbang logika adalah rangkaian yang menggunakan sinyal digital sebagaimasukan dan keluarannya. Yang membuat rangkaian disebut sebagai gerbang adalah bahwa setiap keluaran tergantung sepenuhnya pada sinyal yang diberikan pada masukan-masukannya. Jika sinyal masukan ini berubah, keluarannya juga dapat berubah.

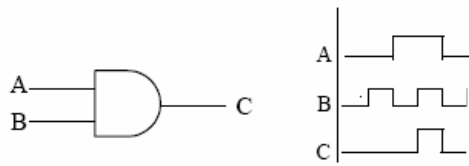
Rangkaian logika dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu : rangkaian logika kombinasional dan rangkaian logika sekwensial. Yang dimaksud dengan rangkaian logika kombinasional adalah rangkaian yang nilai keluarannya (output) bergantung pada keadaan nilai masukannya (input) pada saat itu saja, sedangkan rangkaian logika sekwensial tidak bergantung pada saat itu saja tetapi pada waktu keadaan masukan sebelumnya. Ada dua teknologi pembuatan gerbang rangkaian digital yang umum dipasaran, yang pertama adalah TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Gerbang yang dibuat dengan teknologi ini berkode 74XX, misalnya 7400 adalah gerbang NAND dua masukan. Yang kedua teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Kode untuk gerbang CMOS yang tersedia dipasaran adalah 40XX, misalnya 4001 adalah gerbang NOR dengan dua masukan. Gerbang TTL beroperasi pada tegangan persis 5 volt, sedangkan gerbang CMOS bisa diberi catu tegangan dari 3 volt sampai 15 volt. Gerbang –gerbang ini dikemas dalam bentuk IC.

Pada dasarnya semua sistem digital disusun oleh hanya tiga buah gerbang logika dasar, gerbang –gerbang ini adalah AND, OR dan NOT. Beberapa gerbang logika lainnya seperti NAND, NOR, EXOR dan EXNOR adalah merupakan kombinasi dari beberapa gerbang AND, OR atau NOT dan dari gerbang inilah rangkaian kompleks apapun dapat dirancang.

Rangkaian Dasar Gerbang AND

Gerbang AND mempunyai dua atau lebih sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gambar 2.1. memperlihatkan simbol dan diagram keadaan (pulsa) gerbang AND dua masukan.

$$\text{Persamaan Boole : } C = A \cdot B$$



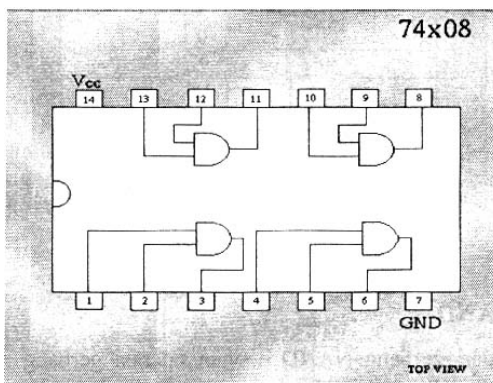
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Gambar 2.1. Gerbang AND

Tabel 2.1. Tabel Kebenaran AND

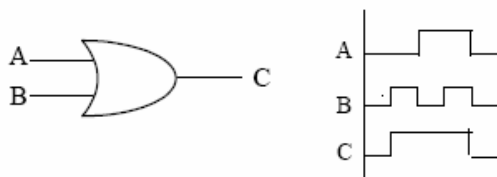
Tabel 2.1 memperlihatkan tabel kebenaran gerbang AND, dimana keluaran gerbang AND akan berlogika 0 (low), kecuali jika kedua masukan gerbang ini berlogika 1 (high) maka keluarannya akan berlogika 1 (high).

Tata letak gerbang logika AND pada IC TTL 7408



Rangkaian Dasar Gerbang OR

Simbol dan pulsa keluaran untuk gerbang OR dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini :



A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

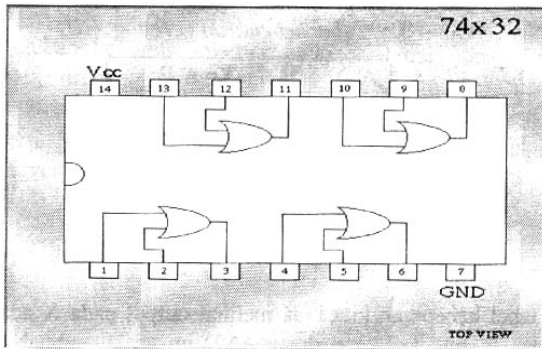
Gambar 2.2. Gerbang OR

Tabel Kebenaran OR

Gerbang OR dapat mempunyai dua atau lebih sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Tabel kebenaran gerbang OR ditunjukkan oleh tabel 2.2, dimana jenis gerbang ini menghasilkan keluaran berlogika 1 (high) jika salah satu atau semua sinyal masukan berlogika 1 (high).

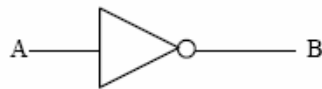
$$\text{Persamaan Boole : } C = A+B$$

Tata letak gerbang logika OR pada IC TTL 7432



Rangkaian Dasar Gerbang NOT

Gerbang NOT, inverter atau rangkaian pembuat komplemen, yang digambarkan pada gambar 2.3 adalah gerbang dengan satu sinyal masukan dan satu sinyal keluaran, dan keadaan keluarannya selalu berlawanan dengan keadaan masukannya.



A	B
0	1
1	0

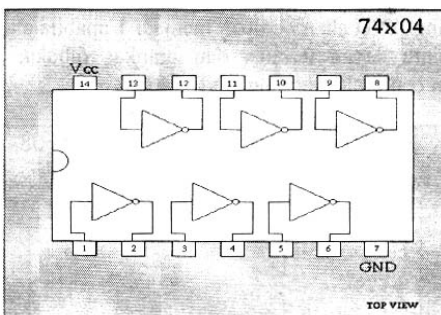
Gambar 2.3. Gerbang NOT Tabel 2.3.

Tabel Kebenaran NOT

Inverter diperlukan dalam suatu rangkaian jika gerbang sebelumnya menghasilkan keluaran yang polaritasnya tidak sesuai.

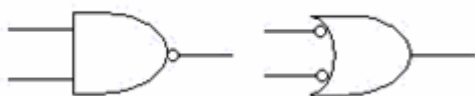
$$\text{Persamaan Boole : } B = A'$$

Tata letak gerbang logika NOT pada IC TTL 7404



Gerbang NAND

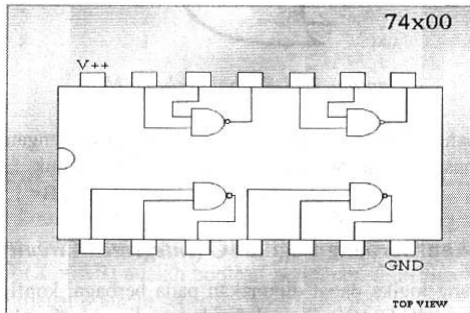
Gerbang NAND mengimplementasikan fungsi $\overline{A \cdot B}$ NAND, dimana merupakan kebalikan dari fungsi AND. Kedua inputnya berlogika 1 agar outputnya berlogika 0. Jika salah satu saja inputnya berlogika 0, outputnya berlogika 1.



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1

Persamaan Boole : $Y=A'.B'=A'+B'$

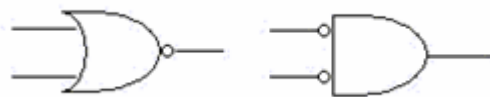
Gambar IC TTL 7400



Gerbang NOR

Gerbang NOR adalah gerbang OR dimana outputnya dibalik Gerbang NOR memaksa outputnya berlogika 0 jika salah satu inputnya berlogika 1

Persamaan Boole : $Y=A'+B'=A'.B'$



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

IC Gerbang NOR seri 7402

Gerbang Eksklusif -OR atau Gerbang XOR

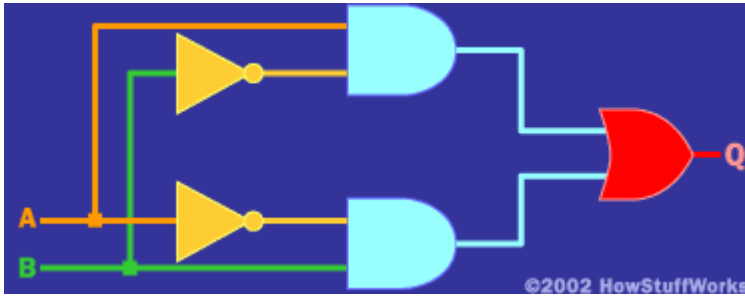
Exclusive-OR, fungsi EX-OR sangat menarik dan variasi berguna dari fungsi OR. Gerbang XOR menghasilkan output berlogika 1 jika kedua inputnya berbeda. Jika inputnya sama maka outputnya berlogika 0. Karna sifat yan dimilikinya itu EX-OR berfungsi sebagai Non Equality Comparator, yaitu sebagai komponen utama pembanding logika masukan yang berbeda.



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Persamaan Boole : $Y=A + B= A'B+A'B$

Rangkaian ekuivalen dengan



IC gerbang EX-OR seri 7486

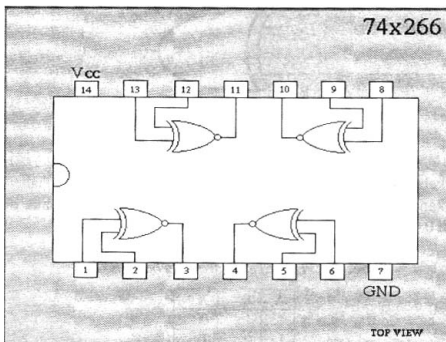
Rangkaian Gerbang EX-NOR

Exclusive-OR, fungsi EX-NOR sangat menarik dan variasi berguna dari fungsi OR. Gerbang EX-NOR menghasilkan output berlogika 1 jika kedua inputnya sama. Jika inputnya berbeda maka outputnya berlogika 0. Karena sifat yang dimilikinya itu EX-NOR berfungsi sebagai Equality Comparator, yaitu sebagai komponen utama pembandingan logika masukan yang sama

$$\text{Persamaan Boole : } Y = A' + B' = AB + A'B'$$



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

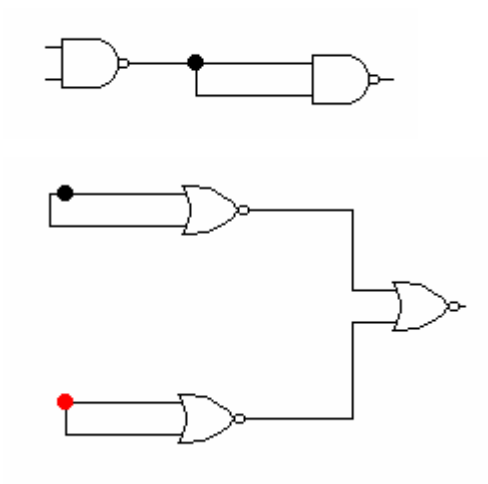


KONVERSI GERBANG

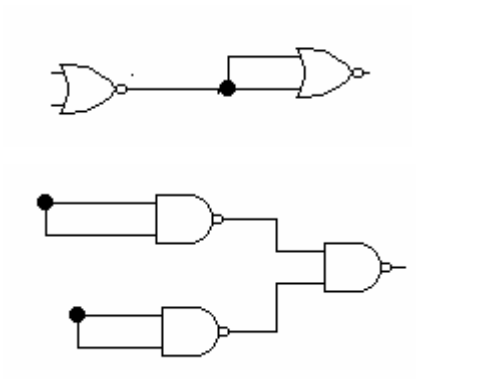
Fungsi NOT



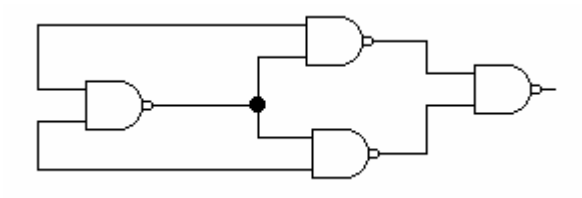
Fungsi AND



Fungsi OR



Fungsi EX-OR



BAB V

ALJABAR BOOLEAN

Teori boole

$$P1 : 0.0 = 0$$

$$P2 : 1+1 = 1$$

$$P3 : 0+0 = 0$$

$$P4 : 1.1 = 1$$

$$P5 : 1.0 = 0$$

$$P6 : 1+0 = 1$$

Rumus dasar Boolean

T1 : Rumus komutatif

$$a. A + B = B + A$$

$$b. A \cdot B = B \cdot A$$

T2 : Rumus asosiatif

$$a. (A + B) + C = A + (B + C)$$

$$b. (A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$$

T3 : Rumus distributif

$$a. A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$b. A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

T4 : Rumus identifikasi

$$a. A + A = A$$

$$b. A \cdot A = A$$

T5 : Rumus negatif

$$a. (A')' = A$$

$$b. (A'') = A$$

T6 : Rumus redudans

$$a. A + A \cdot B = A$$

$$b. A \cdot (A + B) = A$$

T7 : Rumus identitas

$$a. 0 + A = A$$

$$b. 1 \cdot A = A$$

$$c. 1 + A = 1$$

d. $0.A = 0$

T8 : Rumus idempoten

a. $A' + A = 1$

b. $A + A = A$

c. $A' + A' = A'$

d. $A'.A = 0$

e. $A'.A' = A'$

f. $A.A = A$

T9 : a. $A' + (A.B) = A'+B$

b. $A'.(A + B) = A'.B$

T10: Teorema Demorgan

a. $(A' + B') = A'.B'$

b. $(A'.B') = A' + B'$

T11: Hukum komplemen:

a. $a + a' = 1$

b. $aa' = 0$

T12: Hukum dominansi:

a. $a \cdot 0 = 0$

b. $a + 1 = 1$

T13: Hukum penyerapan:

a. $a + ab = a$

b. $a(a + b) = a$

11. T14: Hukum 0/1

a. $0' = 1$

b. $1' = 0$

BAB VI

TEORI DEMORGAN DAN PETA KARNAUGHT

I.6a Teori De Morgan

Teori De Morgan adalah teori dalam aljabar boolean atau lebih tepatnya salah satu hukum dalam aljabar boolean. Teori ini ada dua (2) macam yakni:

1. De Morgan I $\overline{A+B+C+\dots} = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \dots$ (Menggunakan Gerbang AND dan NOT)
2. De Morgan II $\overline{ABC\dots} = \overline{A}+\overline{B}+\overline{C}+\dots$ (menggunakan gerbang OR dan NOT)

Dalam pengaplikasiannya teori de morgan ini digunakan dalam membuat rangkaian gerbang logika, namun rangkaiannya perlu disederhanakan duluminimalnya dengan komponen elektronika (IC) yang tidak membahayakan pengaruhnya. Dalam penyederhaannya kita dalam menggunakan dengan 3 cara:

- 1). Secara Aljabar
- 2). Menggunakan Peta Karnaugh
- 3). Menggunakan Metode Quine Me Cluskey (Metode Tabulasi)

Mengapa menggunakan Peta Karnaugh? Peta Karnaugh merupakan proses penyederhaan suatu rangkaian gerbang logika dengan menggabungkan minterm-minterm secara vertical dan horizontal. Keunggulannya yakni mempercepat proses penyederhanaan suatu rangkaian gerbang logika dibanding dengan table kebenaran

Pengertian Logika Kombinasional

Rangkaian logika yang membentuk suatu fungsi untuk tujuan tertentu biasanya dibentuk dari berbagai macam gerbang logika.

Rangkaian Logika yang outputnya hanya tergantung dari kombinasi input-inputnya saja, dan tidak tergantung pada keadaan output sebelumnya disebut dengan Rangkaian Logika Kombinasional.

Bentuk Sum of Product (SOP)

Bentuk persamaan logika yang melakukan operasi OR terhadap suku-suku yang berbentuk operasi AND

Contoh :

$$X = ABC + ABC + ABC$$

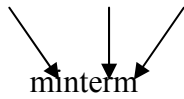
$$X = AB + AB$$

$$P = ABC + AB + BC + A$$

$$Q = AB + BC + AC$$

Pada bentuk SOP standar, setiap sukunya dinamakan minterm disingkat m

$$X = ABC + ABC + ABC$$



minterm : suku SOP yang bernilai 1

Dari Contoh $X = ABC + ABC + ABC$

Minterm $ABC=0.1.1=1$ m3

Minterm $ABC=1.0.1=1$ m5

Minterm $ABC=1.1.0=1$ m6

Sehingga penulisan persamaan di atas menjadi

$$X = m3 + m5 + m6 \quad \text{atau}$$

$$X(A,B,C) = \Sigma m(3,5,6)$$

Tabel Kebenaran SOP

Input			Output	
A	B	C	X	
0	0	0	0	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	→ $m3 = \bar{A}BC$
1	0	0	0	
1	0	1	1	→ $m5 = A\bar{B}C$
1	1	0	1	→ $m6 = AB\bar{C}$
1	1	1	0	

Bentuk persamaan logika yang melakukan operasi AND terhadap suku-suku yang berbentuk operasi OR

Contoh :

$$X = (A+B+C)(A+B+C)(A+B+C)$$

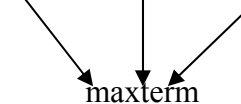
$$X = (A+B)(A+B)$$

$$P = (A+B+C)(A+B +C)(A+C)$$

$$Q = (A+B)(B+C)(A+C)$$

Pada bentuk POS standar, setiap sukunya dinamakan maxterm disingkat M

$$X = (A+B+C)(A+B+C)(A+B+C)$$



Maxterm : suku POS yang bernilai 0

Dari Contoh $X = (A+B+C)(A+B+C)(A+B+C)$

Maxterm $(A+B+C)=1+0+0=0$ M4

Maxterm $(A+B+C)=0+1+0=0$ M2

Maxterm $(A+B+C)=0+0+1=0$ M1

Sehingga penulisan persamaan di atas menjadi

$X = M4 \cdot M2 \cdot M1$ atau

$X(A,B,C) = \Pi M(4,2,1)$

Tabel Kebenaran POS

Input			Output	<p>→ $M1 = A+B+\bar{C}$</p> <p>→ $M2 = A+\bar{B}+C$</p> <p>→ $M4 = \bar{A}+B+C$</p>
A	B	C	X	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	1	1	
1	1	0	1	
1	1	1	1	

Penyederhanaan Rangkaian Logika Kombinasional

Untuk mempelajari hubungan antara input dan output rangkaian logika kombinasional, akan menjadi lebih mudah jika rangkaian tersebut disederhanakan terlebih dahulu

Ada 2 cara untuk menyederhanakan rangkaian kombinasional :

- Penyederhanaan menggunakan Teorema Aljabar Boole
- Penyederhanaan menggunakan Peta Karnaugh

Penyederhanaan suatu rangkaian logika kombinasional tidak boleh mengubah fungsi rangkaian logika kombinasional tersebut

Kelebihan Penyederhanaan Rangkaian Logika Kombinasional

• Hasil penyederhanaan rangkaian logika kombinasional diharapkan dapat digunakan untuk menggantikan rangkaian semula. Rangkaian yang lebih sederhana akan mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya :

- Menggunakan jumlah gerbang lebih sedikit sehingga waktu tunda total untai menjadi lebih kecil

- Kemungkinan resiko kegagalan fungsi lebih kecil karena penggunaan gerbang dan perkawatan yang lebih sedikit
- Daya total yang dikonsumsi untai logika juga akan lebih kecil.

Penyederhanaan Dengan Teorema Aljabar Boole

2 langkah pokok penyederhanaan, yaitu :

- Ubahlah pernyataan tersebut menjadi pernyataan penjumlahan dari hasil kali masing-masing variabelnya. Langkah ini biasanya banyak menggunakan Teorema De Morgan.
- Lihatlah apakah terdapat variabel yang dapat difaktorkan. Jika ada, faktorkan variabel tersebut untuk menjadikan persamaan lebih sederhana.

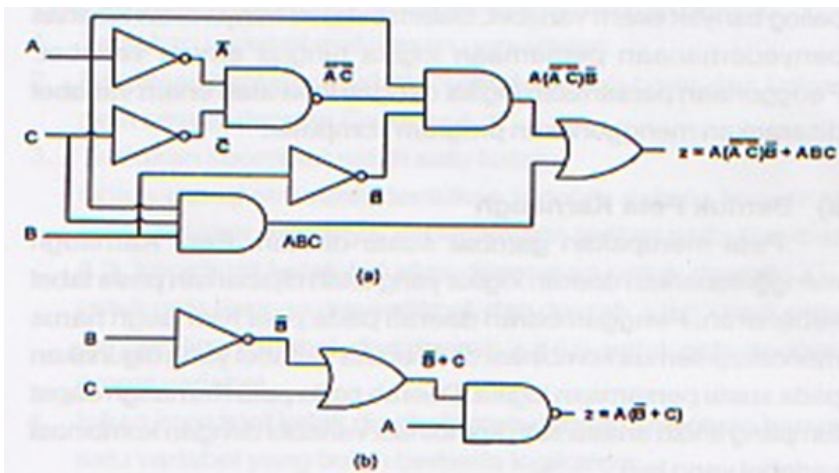
Contoh Penyederhanaan

Sederhanakan persamaan logika $x = ABC + AB(AC)$

Persamaan di atas, akan lebih baik jika terlebih dahulu menghilangkan inverter yang besar menggunakan teorema De Morgan, baru kemudian difaktorkan.

$$\begin{aligned}
 x &= ABC + AB(AC) \\
 &= ABC + AB(A+C) \quad (\text{teorema De Morgan}) \\
 &= ABC + AB(A+C) \quad (\text{teorema Involusi}) \\
 &= ABC + AB + ABC \quad (\text{teorema distributif}) \\
 &= AC(B+B) + AB \quad (\text{teorema komplemen}) \\
 &= AC + AB \\
 &= A(C+B)
 \end{aligned}$$

Contoh Penyederhanaan dengan Teorema Aljabar Boole



I.6b Peta Karnaugh

Peta Karnaugh (*Karnaugh Map, K-Map*) dapat digunakan untuk menyederhanakan persamaan logika yang menggunakan paling banyak enam variabel. Dalam bab ini hanya

akan dibahas penyederhanaan persamaan logika hingga empat variabel. Penggunaan persamaan logika dengan lima atau enam variabel disarankan menggunakan program komputer.

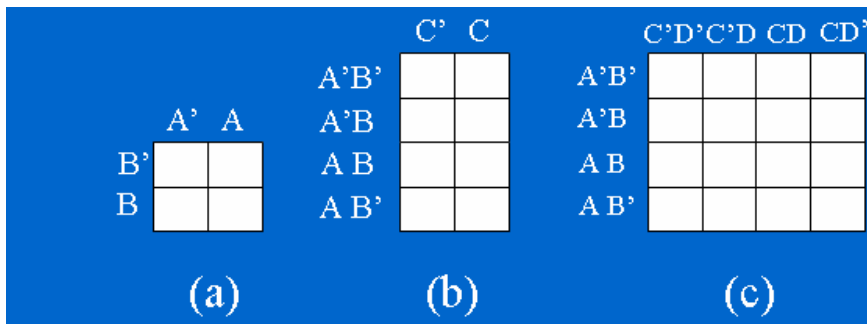
Bentuk Peta Karnaugh

Peta merupakan gambar suatu daerah. Peta Karnaugh menggambarkan daerah logika yang telah dijabarkan pada tabel kebenaran.

Penggambaran daerah pada peta Karnaugh harus mencakup semua kombinasi dari semua variabel yang digunakan pada suatu persamaan logika.

Daerah pada peta Karnaugh dapat tumpang tindih antara satu kombinasi variabel dengan kombinasi variabel yang lain.

Peta Karnaugh : (a) 2 variabel, (b) 3 variabel, (c) 4 Variabel, dengan rumus : 2^n sel



Langkah-Langkah Penyederhanaan dengan Peta Karnaugh

- Pastikan bahwa persamaan dalam bentuk standar
- Menyusun peta karnaugh sebanyak 2^n dengan n jumlah input
- Masukkan minterm persamaan ke dalam petak yang sesuai
- Beri tanda lingkaran pada minterm terisolasi yaitu minterm yang tidak dapat digabung dengan minterm lain
- Gabung beberapa minterm yang berdekatan baik secara horisontal maupun vertikal, tidak boleh diagonal. Penggabungan bisa secara Duet, Quad, maupun Oktet
- Buang input yang berbeda, gunakan input yang sama sebagai suku persamaan dari hasil penggabungan
- Buat persamaan dengan cara melakukan operasi OR terhadap suku-suku hasil penggabungan

Penggabungan Beberapa Kotak

- Penggabungan Dua Kotak (Duet)

Pada Peta Karnaugh, dua kotak berlogika 1 berdampingan dapat digabungkan untuk menyederhanakan persamaan logika.

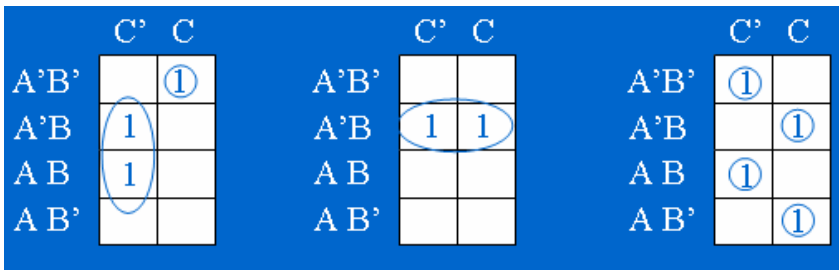
•Gabungan Empat Kotak (Quad)

Daerah gabungan empat kotak dapat membentuk bujur sangkar atau persegi panjang.

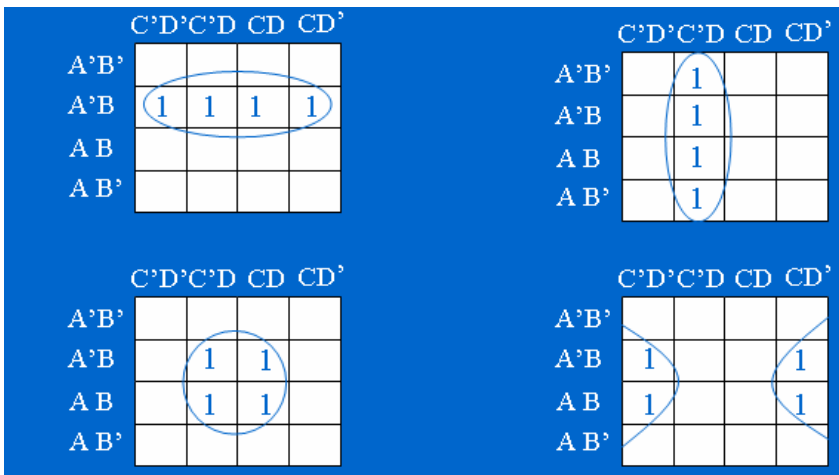
•Gabungan Delapan Kotak (Oktet)

Daerah gabungan delapan kotak dapat membentuk persegi panjang tegak maupun mendatar.

Contoh Duet dan minterm terisolasi



Contoh Quad



Contoh Soal

Sederhanakan fungsi :

$$X = A'BC + AB'C + ABC + BC'$$

Dengan menggunakan Aljabar Boole dan Peta karnaugh !

Keadaan Yang Diabaikan

•Pada sebuah untai logika, dimungkinkan adanya masukan yang tidak akan pernah terjadi. Keluaran untuk masukan keadaan ini dapat diabaikan. Pada Peta Karnaugh, keluaran keadaan ini tetap dicantumkan dan dinotasikan dengan tanda 'X'

•Contoh keadaan yang dapat diabaikan yaitu rangkaian logika dengan input kode BCD

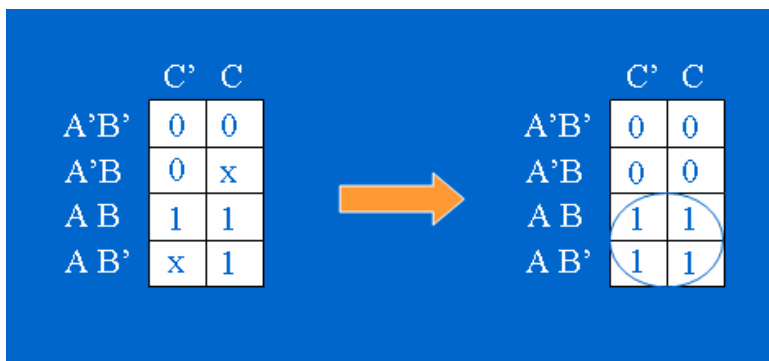
Contoh Keadaan Diabaikan

Input			Output
A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	x
1	0	0	x
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

} Diabaikan

Peta Karnaugh Keadaan Diabaikan

Pada Peta Karnaugh logika 'x' dapat digabung membentuk gabungan kotak. Logika 'x' pada Peta Karnaugh dapat diganti dengan logika 0 atau 1 tergantung keadaan mana yang akan memberikan pernyataan logika yang lebih sederhana. Hal ini ditandai dengan gabungan kotak yang lebih sederhana.



Hasil Penyederhanaan

'x' di kotak $AB'C$ akan lebih baik jika diganti logika 1 sehingga dapat digabung dengan kotak di sebelah kanan dan di atasnya. Gabungan ini memberikan hasil pernyataan yang lebih sederhana, yaitu $X = A$.

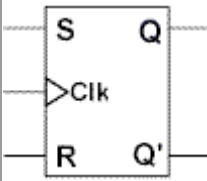
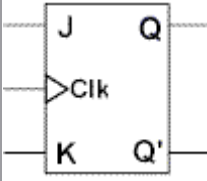
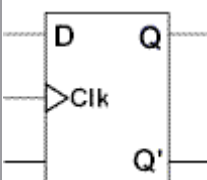
Demikian juga kotak $A'BC$ akan memberikan hasil pernyataan yang lebih sederhana jika diberi logika 0, dibandingkan jika kotak ini diberi logika 1, karena harus digabungkan dengan kotak di bawahnya sehingga menambah panjang pernyataan logika yang dihasilkan.

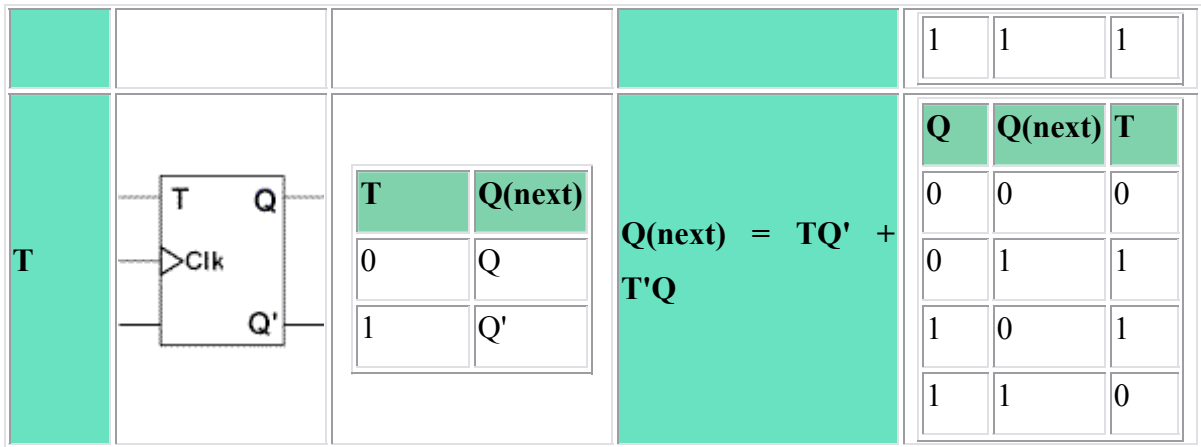
BAB VII FLIP-FLOP

Pada kebanyakan sistem digital, salah satu hal yang sangat penting yang harus ada adalah kemampuan untuk menyimpan data tidak secara permanen. Dalam sistem ini data yang disimpan pada media yang disebut memori.

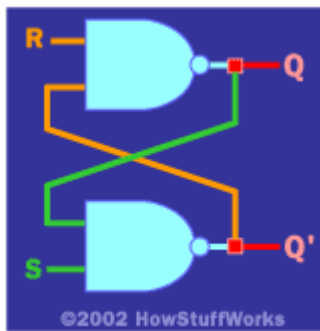
Salah satu komponen utama memori adalah flip-flop. Flip-flop merupakan untai yang tersusun dari gerbang logika. Flip-flop dapat digunakan untuk menyimpan suatu keadaan.

Macam-macam Flip-flop

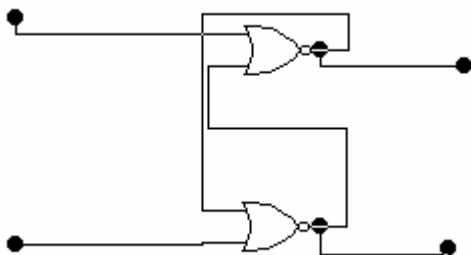
FLIP-FLOP NAME	FLIP-FLOP SYMBOL	CHARACTERISTIC TABLE	CHARACTERISTIC EQUATION	EXCITATION TABLE																																			
SR		<table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>R</th> <th>Q(next)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>?</td> </tr> </tbody> </table>	S	R	Q(next)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	?	$Q(\text{next}) = S + R'Q$ $SR = 0$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q</th> <th>Q(next)</th> <th>S</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>X</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Q	Q(next)	S	R	0	0	0	X	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	X	0
S	R	Q(next)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	?																																					
Q	Q(next)	S	R																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	0																																				
1	0	0	1																																				
1	1	X	0																																				
JK		<table border="1"> <thead> <tr> <th>J</th> <th>K</th> <th>Q(next)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q'</td> </tr> </tbody> </table>	J	K	Q(next)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	Q'	$Q(\text{next}) = JQ' + K'Q$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q</th> <th>Q(next)</th> <th>J</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>X</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>X</td> <td>toggle</td> </tr> </tbody> </table>	Q	Q(next)	J	K	0	0	0	X	0	1	1	X	1	0	X	1	1	1	X	toggle
J	K	Q(next)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	Q'																																					
Q	Q(next)	J	K																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	X																																				
1	0	X	1																																				
1	1	X	toggle																																				
D		<table border="1"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>Q(next)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>x</td> </tr> </tbody> </table>	D	Q(next)	0	0	1	1	0	x	$Q(\text{next}) = D$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q</th> <th>Q(next)</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Q	Q(next)	D	0	0	0	0	1	1	1	0	0															
D	Q(next)																																						
0	0																																						
1	1																																						
0	x																																						
Q	Q(next)	D																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	0																																					



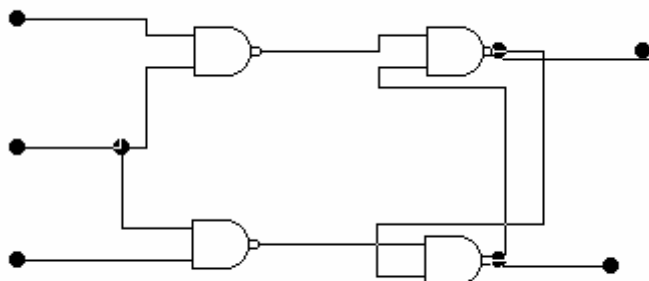
FLIP-FLOP S-R



Flip-flop dengan gerbang NAND



Flip-flop dengan gerbang NOR



Flip-flop dengan clock

Flip-flop RS mempunyai dua masukan yaitu R dan S, serta sebuah masukan clock. Masukan R S akan menentukan keadaan keluaran Q. Masukan clock akan menentukan kapan keluaran masukan dapat mempengaruhi keadaan Q.

Bagian clock yang kerja flip-flop yang dipicu oleh sisi naik atau sisi turun clock. Meskipun setiap saat flip-flop ini akan menanggapi perubahan masukan R S, namun keluaran flip-flop ini hanya akan berubah pada saat terjadinya sisi naik clock.

FLIP-FLOP TIPE D

Flip-flop D merupakan flip-flop yang paling sering digunakan. Flip-flop ini hanya memiliki satu masukan, yaitu D dan satu masukan clock.

Keluaran flip-flop D akan mengikuti masukannya, pada saat sisi naik clock apabila flip-flop ini menggunakan pemacu clock naik.

FLIP-FLOP TIPE-T

Flip-flop tipe T mempunyai satu masukan T (toggle) yang akan menyebabkan keadaan keluaran pada setiap pulsa

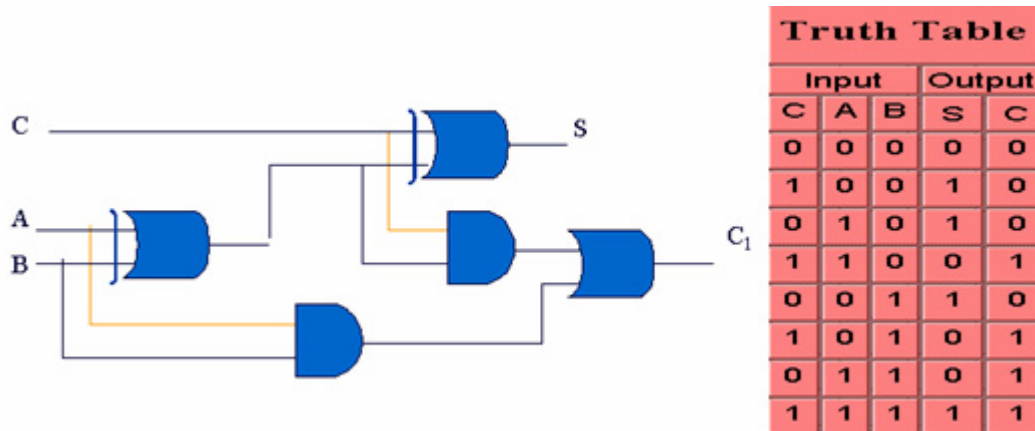
FLIP-FLOP JK

Prinsip kerja flip-flop J K hampir sama dengan flip-flop R S. Flip-flop ini dapat dipacu dengan sisi naik clock atau sisi turun clock. Perbedaannya tidak ada kondisi terlarang pada Flip-flop J K. Masukan S=1 R=1 yang merupakan kondisi terlarang pada flip-flop S R, pada flip-flop J K akan menghasilkan keluaran toggle (kebalikan dari keluaran sebelumnya).

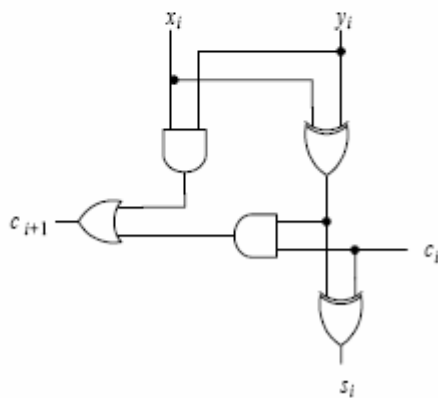
BAB VIII

FULL ADDDER DAN FULL SUBTRACTOR

Full adder



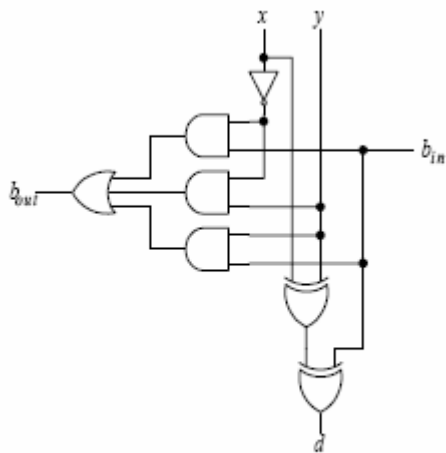
x_i	y_i	c_i	c_{i+1}	s_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



Circuit for Full Adder

Full Subtractor

b_{in}	x	y	b_{out}	d	Comment
0	0	0	0	0	$x - b_{in} - y = d = 0 - 0 = 0$
0	0	1	1	1	$0 - 0 - 1 = \text{borrow } 2 - 1 = 1$
0	1	0	0	1	$1 - 0 - 0 = 1$ with no borrow
0	1	1	0	0	$1 - 0 - 1 = 0$ with no borrow
1	0	0	1	1	$x = 0 - 1 = -1$ because of $b_{in} = 1$, therefore, borrow $2 - 1 = 1$. Finally, $1 - 0 = 1$
1	0	1	1	0	$x - b_{in} - y = \text{borrow } 2 - 1 - 1 = 0$
1	1	0	0	0	$1 - 1 - 0 = 0$ with no borrow
1	1	1	1	1	$x - b_{in} = 1 - 1 = 0$. Then $0 - 1 = \text{borrow } 2 - 1 = 1$



Circuit for Full Subtractor

BAB IX

SIFT REGISTER DAN RING COUNTER

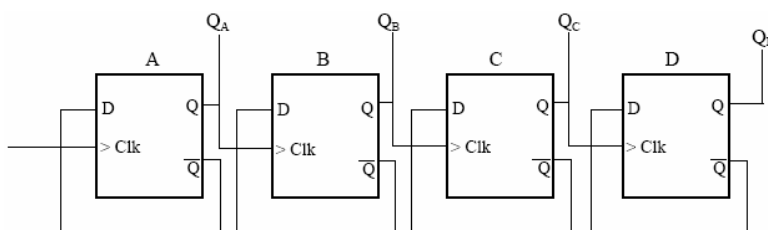
Pencacah (Counter)

Pencacah merupakan suatu rangkaian logika yang berfungsi untuk mencacah jumlah pulsa pada bagian input dan keluaran berupa digit biner, dengan saluran tersendiri untuk setiap pangkat dua 2⁰, 2¹, 2² dan seterusnya . Pencacah terdiri dari flip-flop yang diserikan dimana keadaan arus keluaranya ditahan sampai ada clock .

Pencacah dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu : Synchronous dan Asynchonus, dimana keduanya dibedakan dengan bagaimana cara diclock.

Pencacah Asynchonus didisain dengan menggunakan flip-flop pada keadaan toggle. Flip-flop JK atau D dapat dibuat kedalam keadaan toglle. Flip-flop JK dapat dibuat dalam keadaan toglle dengan menghubungkan kedua input J dan K pada logika 1(high). Sedangkan untuk flip-flop tipe D, dapat dibuat dalam keadaan toglle dengan menghubungkan keluaran Q kembali ke input.

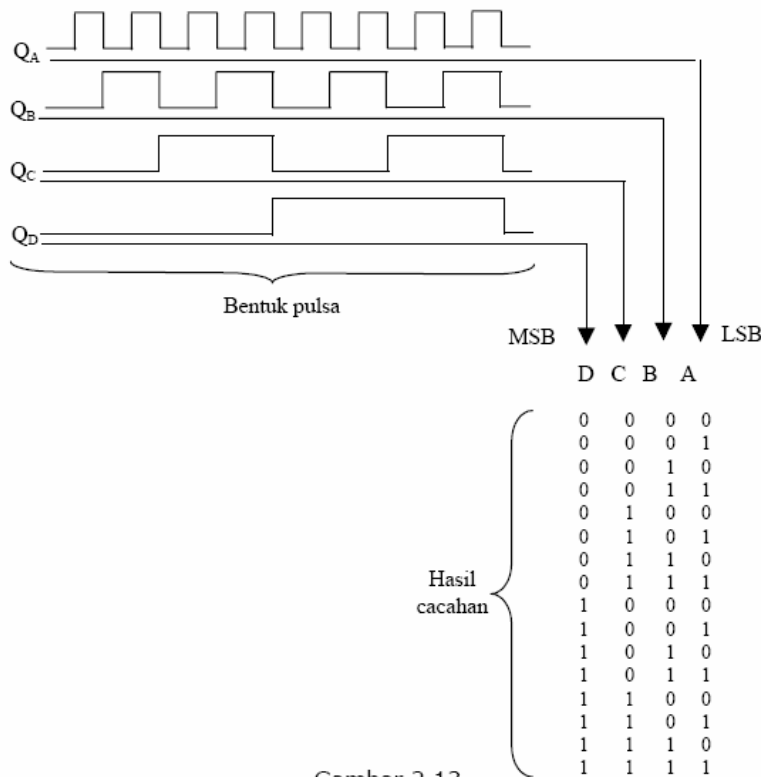
Pencacah asynchonus bekerja dengan mengkaskade seri flip-flop dalam keadaan togle secara bersamaan. Keluaran tiap-tiap flip-flop digunakan sebagai clock untuk flip-flop berikutnya secara berurutan. Hal ini menyebabkan flip-flop berubah secara asynchonus, seperti gelombang. Pencacah asynchonus lebih dikenal sebagai pencacah ripple. Karena cara penghubungan setiap flip-flop seperti diatas, sehingga setiap frekuensi flip-flop berikutnya dibagi dua . Hal ini ditunjukkan pada contoh pencacah riple pada gambar 2.12



Gambar 2.12
Pencacah biner ripple empat keluaran

Diagram pewaktu pencacah biner ripple ditunjukkan pada gambar 2.13, dimana panah pada diagram waktu menunjukan penyebab dan hasilnya. Hal ini mununjukan bagaimana bentuk gelombangnya dapat menunjukan cara pencacahannya dari LSB (Lowest Significant Bit) sampai MSB (Most Significant Bit). Penggunaan pencacah

ripple ini sangat luas, setiap IC terdiri atas empat master-slave flip-flop dan gerbang reset nol. Karena harganya murah dan serbaguna, pencacah ripple sangat berguna bagi sistem instrumentasi terutama sebagai pembagi frekuensi



Gambar 2.13

Diagram pewaktu dan hasil cacahan pencacah biner empat bit

Register Geser

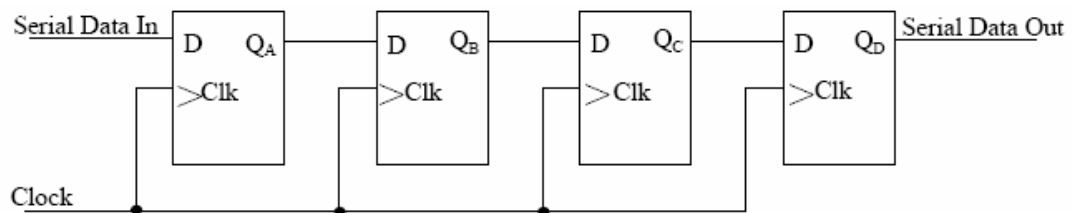
Register geser adalah suatu rangkaian yang menggunakan *flip-flop* yang saling disambung secara seri sehingga setiap bit yang disimpan di keluaran Q digeser ke *flip-flop* berikutnya. Pergeseran bit ini terjadi pada setiap pulsa clock. Pulsa-pulsa clock tersebut dikirim ke semua *flip-flop* dalam register, sehingga operasinya berjalan secara sinkron. *Flip-flop* jenis apapun yang operasinya sesuai (terpucu tepian) dapat dipakai.

Register merupakan blok logika yang sangat penting dalam kebanyakan sistem digital. Register sering digunakan untuk menyimpan (sementara) informasi biner yang muncul pada keluaran sebuah matrik pengkodean. Disamping itu, register sering digunakan untuk menyimpan (sementara) data biner yang sedang dikodekan. Maka register membentuk suatu kaitan yang sangat penting antara sistem digital utama dan kanal-kanal keluaran. Register yang paling sederhana terdiri dari satu *flip-flop* saja, yang berarti hanya dapat menyimpan data terdiri suatu bit bilangan biner saja yaitu 0 atau 1 oleh sebab itu untuk menyimpan data yang terdiri empat bit bilangan biner maka diperlukan empat buah *flip-flop*.

Register geser merupakan kelas komponen yang sangat penting dalam semua tipe rangkaian digital. Karena keluaran *flip-flop* diubah hanya oleh pulsa clock yang datang sesudah masukan berubah, maka penghilangan pulsa clock (tegangan catu tetap ada) tidak mengubah keluaran *flip-flop* selama kondisi ini terjaga. Karena itu, setiap *flip-flop* dapat dipakai untuk menyimpan digit biner (bit) selama daya masih dikenakan dan pulsa-pulsa clock ditahan. Seperangkat bit dapat disimpan dalam register, dengan satu *flip-flop* untuk setiap bit. Register geser mempunyai empat tipe dasar, yaitu :

1. SISO (Serial In Serial Out)

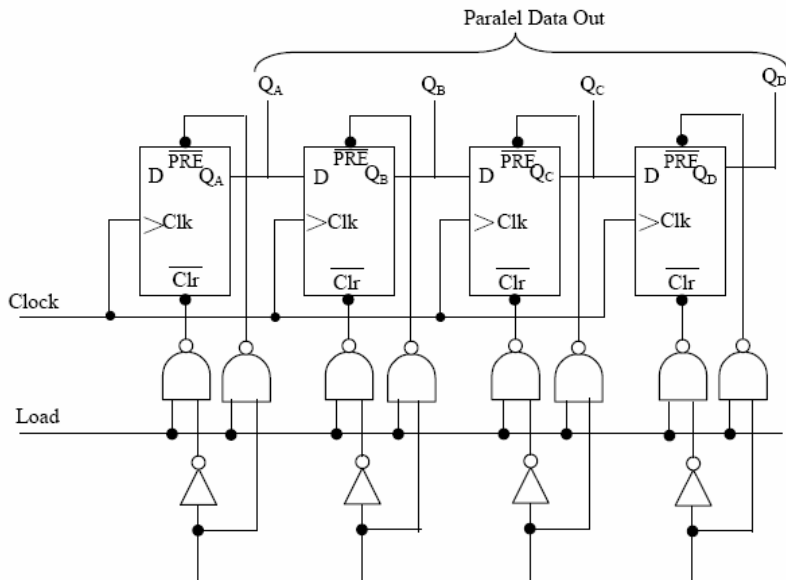
Pada tipe ini data dimasukkan bit demi bit mulai dari *flip-flop* yang paling ujung dan digeser sampai semuanya terisi. Pergeseran data diatur oleh sinyal clock tiap kali data dimasukkan satu persatu. Cara menyimpan data secara sejajar, semua bagian register atau masing-masing *flip-flop* akan dimuati pada saat yang bersamaan. Seperti yang terlihat pada gambar 2.14. dimana pada gambar tersebut register geser menggunakan *flip-flop* tipe D.



Gambar 2.14. Rangkaian Register Geser tipe SISO menggunakan *flip-flop* tipe D

2. PIPO (Parallel In Parallel Out)

Register geser PIPO diperlihatkan pada gambar 2.15. dengan menggunakan *flip-flop* tipe D. Pada cara ini semua bagian register atau masing-masing *flip-flop* diisi pada saat yang bersamaan atau output masing-masing *flip-flop* akan respon sesuai data pada saat yang sama setelah diberikan sinyal input kontrol, dan biasanya menggunakan terminal set/reset bukan dengan pemberian clock.

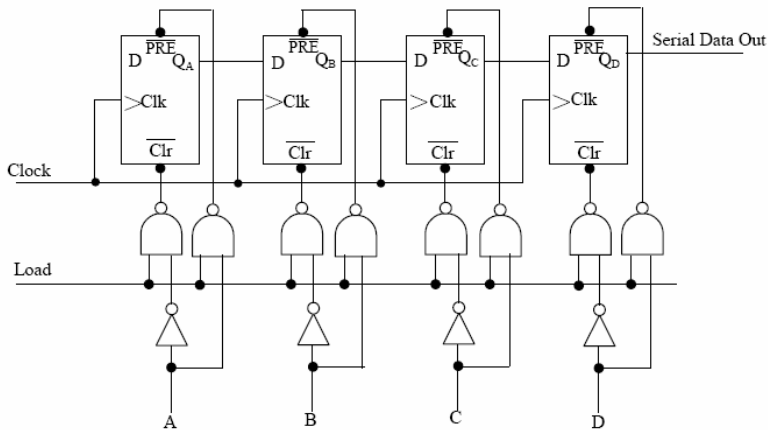


Gambar 2.15. Rangkaian Register Geser tipe PIPO menggunakan *flip-flop* tipe D.

Jika tidak ada pulsa clock yang dikenakan, bit tidak digeserkan dan pembacaan di terminal Q adalah sama dengan apa yang dimasukkan. Pemakaian register ini adalah metode yang menyenangkan untuk menyimpan beberapa bit secara sementara. Jika diberi pulsa clock, setiap bit akan digeserkan satu tempat pada setiap pulsa clock.

3. PISO (Parallel In Serial Out)

Register ini memungkinkan kita dapat mengirim data secara paralel input melalui satu saluran dengan output serial seperti yang terlihat pada gambar 2.16 dibawah ini.



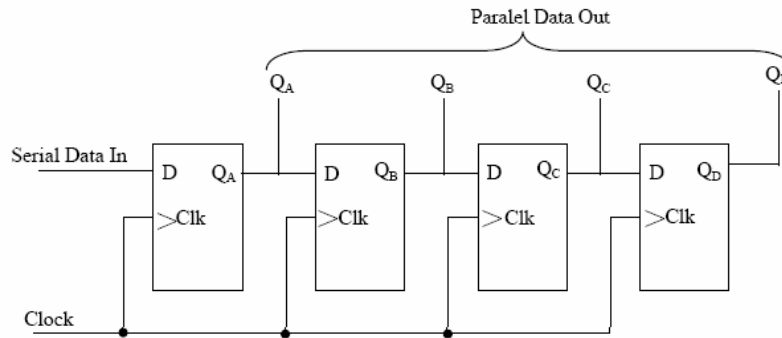
Gambar 2.16 Rangkaian register geser tipe PISO menggunakan *flip-flop* tipe D

Jenis *flip-flop* yang digunakan adalah J-K *flip-flop* atau *flip-flop* yang dilengkapi dengan input preset dan input preclear. Pemasukan data dilakukan melalui input Preset. Data kemudian digeser keluar satu bit pada saat ketika diberikan pulsa clock. Hal ini memungkinkan data yang disajikan dalam bentuk paralel (beberapa saluran pada saat yang

sama)) dapat diubah menjadi bentuk serial (bit demi bit) untuk dipancarkan melalui satu saluran.

2.6.4 SIPO (*Serial in Parallel Out*)

Register serial in parallel out (SIPO) merupakan kebalikan dari register PISO, jika seperti yang terlihat pada gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2.17. Rangkaian register geser tipe SIPO menggunakan flip-flop tipe D

Dalam tipe ini, data disajikan satu bit pada satu saat lalu digeser masuk pada setiap pulsa clock. Sesudah seperangkat pulsa clock lengkap, register menjadi penuh dan kandungannya dapat dibaca di terminal Q atau dikeluarkan melalui seperangkat saluran paralel. Dalam pengertian ini, dikeuarkan berarti bahwa bit-bit tersebut dapat dipakai untuk mengoperasikan gerbang atau rangkaian lain, sementara registernya sendiri tidak mengalami perubahan karena tindakan ini. Dengan menggunakan register SIPO, bit-bit data yang sudah dipancarkan secara berurutan dari sebuah saluran dapat dikumpulkan hingga membentuk satu 'kata' dari beberapa bit.