

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Osilator

Osilator adalah suatu alat yang merupakan gabungan elemen-elemen aktif dan pasif untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal atau bentuk gelombang periodik lainnya. Suatu osilator memberikan tegangan keluaran dari suatu gelombang yang diketahui tanpa penggunaan sinyal masuk dari luar. Suatu osilator dapat membangkitkan bentuk gelombang pada suatu frekuensi dalam batas beberapa siklus tiap jam sampai beberapa ratus juta siklus tiap detik. Osilator dapat hampir secara murni menghasilkan gelombang sinusoidal dengan frekuensi tetap, ataupun gelombang yang hanya dengan harmonik. Osilator umumnya digunakan dalam pemancar dan penerima radio dan televisi, dalam radar serta dalam berbagai sistem komunikasi.

2.1.1. Jenis-jenis Osilator

Osilator dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara, tergantung kepada bentuk gelombang yang dibangkitkan. Osilator dapat dibagi menjadi dua kategori: *osilator sinusoidal* dan *osilator relaksasi*. Osilator sinusoidal menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal atau mendekati sinusoidal pada frekuensi tertentu.

Sedangkan osilator relaksasi menghasilkan bentuk gelombang bukan sinusoidal seperti gelombang segiempat atau gelombang gigi-gergaji.

Osilator dapat pula digolongkan pada alat-alat tertentu yang menghasilkan osilasi. Pada penggolongan ini, osilator dapat merupakan jenis *resistansi-negatif* atau jenis *umpan-balik*. Osilator sinusoidal jenis umpan balik dapat digolongkan lebih lanjut menjadi osilator LC (induktor-kapasitor) dan RC (tahanan-kapasitor)

Osilator sinusoidal kadang-kadang digolongkan menurut frekuensi sinyal yang dihasilkan. Jadi osilator yang membangkitkan sinyal dalam daerah frekuensi audio dikenal sebagai osilator frekuensi audio, demikian pula osilator yang menghasilkan sinyal-sinyal daerah frekuensi radio dinamakan osilator frekuensi radio. Klasifikasi osilator demikian ditunjukkan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1. Klasifikasi osilator didasarkan pada daerah frekuensi yang dihasilkan

Kelas Osilator	Daerah Frekuensi
Osilator Frekuensi Audio (AF)	Beberapa Hz – 20 kHz
Osilator Frekuensi Audio (AF)	20 kHz – 30 MHz
Osilator frekuensi Sangat Tinggi (VHF)	30 MHz – 300 MHz
Osilator Frekuensi Ultra Tinggi (UHF)	300 MHz – 3 GHz
Osilator Gelombang Mikro	3 GHz – beberapa GHz

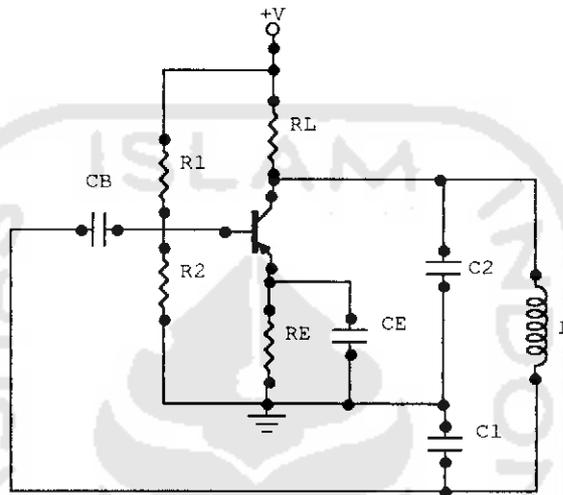
Harga-harga praktis dari L dan C yang tersedia membatasi penggunaan osilator terutama untuk pembangkitan sinyal frekuensi radio. Batas praktis penggunaan osilator RC untuk membangkitkan sinyal terutama dalam daerah frekuensi audio.

Kristal piezolistrik kadang-kadang digunakan sebagai pengganti rangkaian LC dalam osilator sinusoidal untuk stabilisasi frekuensi lebih tinggi. Osilator ini dinamakan osilator kristal.

2.1.2. Osilator Colpitts

Gambar 2.1 menunjukkan diagram rangkaian osilator Colpitts transistor yang bekerja dalam ragam CE. Tahanan R_1 , R_2 , R_L dan R_E serta tegangan catu V_{cc} membentuk titik kerja DC dari transistor. Kapasitor C_E merupakan kapasitor bypass *emitter*. Kapasitor C_B digunakan untuk menahan aliran arus searah (DC) dari kolektor ke basis lewat resistansi kecil kumparan induktor L . Kapasitor ini memberikan reaktansi terabaikan pada frekuensi osilasi. Kapasitor C_1 dan C_2 dan induktor L membentuk jaringan penentu frekuensi. Karena transistor bekerja dalam ragam CE, kapasitor memberikan beda fase 180° antara tegangan masuk dan tegangan keluar. Fraksi tegangan keluaran, yakni yang muncul lewat kapasitor C_1 memberikan tegangan umpan-balik.

Tegangan umpan-balik 180° berbeda fase dengan tegangan keluaran, sehingga dapat dicapai pergeseran fase antara 0° sampai 360° sekeliling lingkaran.



Gambar 2.1. Rangkaian osilator transistor Collpits

2.1.3. Osilator Kristal

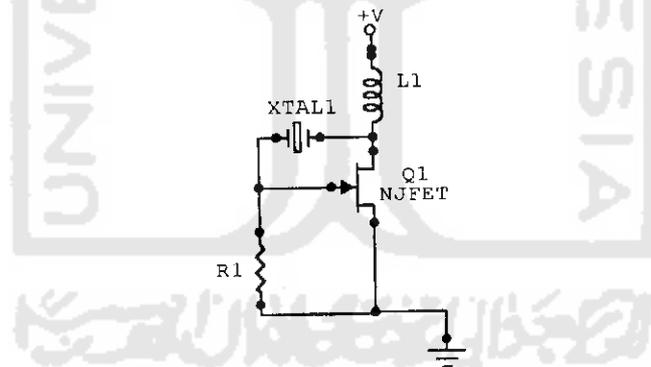
Agar diperoleh frekuensi yang mantap, maka orang menggunakan kristal pada rangkaian osilator. Kristal digunakan sebagai elemen penentu frekuensi dalam suatu osilator untuk stabilitas frekuensi tinggi, yang dimaksud dengan kristal disini adalah kristal kuarsa, yaitu kristal silikondioksida. Kristal ini bersifat piezoelektrik.

Sifat piezoelektrisitas adalah sifat beberapa macam kristal, jika kristal ini ditekan, antara dua permukaan yang ditekan akan timbul beda tegangan listrik. Sebaliknya, jika antara dua permukaan kristal diberi beda potensial

listrik maka terjadilah tekanan mekanis antara kedua permukaan tersebut yang menyebabkan perubahan bentuk kristal.

Sifat piezoelektrik pada kristal kuarsa mengakibatkan kristal ini berperilaku sebagai suatu sistem resonansi. Frekuensi resonansi kristal bergantung pada tebal kristal, dan arah bidang pemotongan kristal menentukan kekuatan osilasi dan perubahan frekuensi terhadap suhu

Gambar 2.2 memperlihatkan rangkaian kristal sederhana dimana kristal tersebut menyediakan umpan-balik sederhana dari *drain* ke *source* suatu FET gerbang-sambungan.



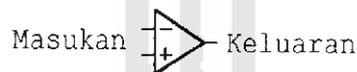
Gambar 2.2. Rangkaian osilator kristal

Kristal dapat dibuat untuk operasi mode dasar dalam kisaran frekuensi dari 100 kHz, 20 MHz hingga diatas 100 MHz.

2.2. Penguat Operational

Penguat operasional atau Operational Amplifier (Op-Amp) merupakan penguat masuk diferensial berperolehan tinggi gandeng langsung. Op-Amp banyak digunakan dalam rangkaian seperti dalam pengaturan tegangan, filter aktif, instrumentasi, pengubah analog ke digital atau sebaliknya serta masih banyak penggunaan lainnya.

Adapun simbol rangkaian Op-Amp adalah seperti yang dtunjukkan pada gambar 2.3

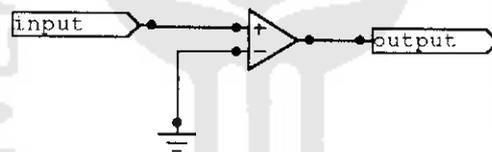


Gambar 2.3 Gambaran rangkaian Op-Amp dasar

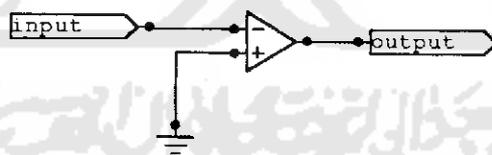
Dari gambar 2.3. diatas terlihat bahwa Op-Amp memiliki dua masukan, yaitu masukan non-inversi atau masukan positif (+) serta masukan inversi atau masukan negatif (-). Biasanya Op-Amp diberi catu-daya dengan polaritas ganda atau bipolar dalam jangkauan ± 5 hingga ± 15 volt.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa Op-Amp memiliki dua masukan, perbedaan antara keduanya sebagai berikut :

- a) Jika sinyal melalui masukan non-inversi atau positif (+) maka keluarannya sefase (*in phase*) dengan masukannya. Jika masukannya positif begitu juga dengan keluarannya (lihat gambar 2.4)
- b) Jika sinyal melalui masukan inversi atau negatif (-) maka keluarannya berbeda fase 180° (*out of phase by 180^\circ*) atau setengah siklus. Jika sinyal positif maka keluarannya menjadi negatif (dibalik). Lihat gambar 2.5



Gambar 2.4 Sinyal pada masukan (+)



Gambar 2.5 Sinyal pada masukan (-)

2.2.1. Karakteristik Op-Amp

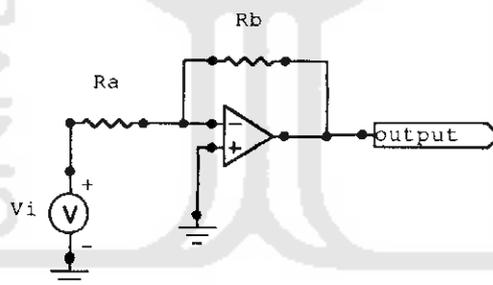
Penguat operational ideal mempunyai sifat sifat sebagai berikut :

1. Perolehan tegangan tidak terhingga
2. Lebar pita tidak terhingga

3. Impedansi masuk tidak terhingga
4. Impedansi keluar nol
5. Neraca sempurna, yakni keluaran nol kalau tegangan yang sama ada pada dua terminal masukan
6. Karakteristik tidak berubah menurut temperatur

2.2.2. Penguat Inversi (*Inverting Amplifier*)

Gambar 2.6 menunjukkan penguat pembalik dasar dengan tahanan masuk R_a dan tahanan umpan-balik R_b . Terminal bukan pembalik (*noninverting*) dibumikan. Tegangan masuk V_i dan tegangan keluar V_o .



Gambar 2.6. Rangkaian Penguat Pembalik

Persamaan yang berkaitan dengan gambar 2.6 diatas:

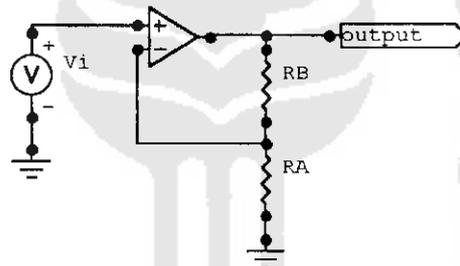
$$V_o = - \frac{R_b}{R_a} V_i \quad (2.1)$$

Penguatan tegangan atau perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan dapat dituliskan sebagai :

$$\text{Penguat Tegangan } A = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_b}{R_a} \quad (2.2)$$

Dengan demikian, penguatan tegangan bisa kurang dari 1, sama dengan 1 (*unity*) atau lebih dari 1.

2.2.3. Penguat Tak membalik (*Noninverting Amplifier*)



Gambar 2.7. Rangkaian Penguat Tak membalik

Pada gambar 2.7 ditunjukkan gambar rangkaian dari penguat tak membalik, persamaan yang dapat dituliskan dari gambar tersebut adalah :

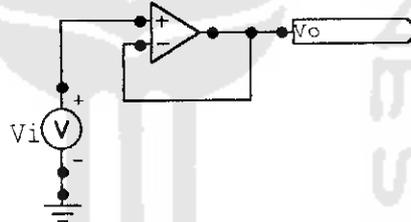
$$V_o = \left[1 + \frac{R_b}{R_a} \right] V_i \quad (2.3)$$

Sehingga persamaan yang menentukan penguat tegangan atau *voltage gain*-nya adalah :

$$\text{Penguat Tegangan} = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_b}{R_a} \quad (2.4)$$

Berbeda dengan penguat inversi, pada penguat non-inversi penguatan tegangannya (*voltage gain*) selalu lebih besar dari 1, lihat perbedaannya dengan persamaan (2.2) dan (2.4).

2.2.4. Pengikut Tegangan (*Voltage Follower*)



Gambar 2.8. Rangkaian Pengikut Tegangan

Perhatikan gambar 2.8. pengikut tegangan kadang disebut sebagai penyangga atau *buffer* dan memiliki fungsi yang sama seperti pengikut emitor (*emitter follower*) atau pengikut katoda (*cathode follower*). Ciri-cirinya :

- a) Memiliki impedansi masukan yang sangat tinggi; (lebih dari 100 k Ω), dan
- b) Memiliki impedansi keluaran yang sangat rendah (kurang dari 75 Ω)

Jika dibandingkan dengan rangkaian penguat non-inversi (gambar 2.6) maka rangkaian pengikut tegangan adalah sama, dengan $R_a = \infty$ dan $R_b = 0$, dengan demikian penguat tegangan selalu =1. Sinyal keluaran sama persis dengan sinyal masukan atau keluaran mengikuti masukan. Fungsi utamanya sebagai penyangga atau mengisolasi beban dari sumber.

2.3. Gerbang Logika

2.3.1. Gerbang AND

Gerbang AND adalah suatu rangkaian logika dimana nilai keluarannya (*output*) akan menjadi 1 apabila semua nilai masukannya (*input*) mempunyai nilai 1. Pada umumnya gerbang AND mempunyai 2 atau lebih masukan dan hanya mempunyai satu jalan keluaran. Misal input kita beri simbol A dan B sedangkan outputnya kita beri simbol F, maka berdasarkan aljabar Boolean dapat dinyatakan dengan persamaan :

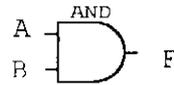
$$F = A \cdot B \quad (2.5)$$

Tabel kebenaran untuk gerbang AND 2 input ditunjukkan oleh tabel 2.2 sedangkan simbol gerbang AND ditunjukkan oleh gambar 2.9 berikut :

Tabel 2.2. Tabel kebenaran untuk gerbang AND 2 input

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Simbol Gerbang AND :



Gambar 2.9. Simbol logika gerbang AND

2.3.2. Gerbang OR

Suatu gerbang OR mempunyai dua masukan atau lebih dan suatu keluaran tunggal. Gerbang OR adalah suatu rangkaian logika dimana nilai keluarannya (*output*) akan menjadi 1 apabila salah satu atau semua nilai masukannya (*input*) mempunyai nilai 1. Kalau kedua input kita beri simbol A dan B sedangkan outputnya kita beri simbol F, Maka berdasarkan aljabar Boolean dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$F = A + B \quad (2.6)$$

Simbol Gerbang OR :



Gambar 2.10. Simbol logika gerbang OR

Gerbang OR dengan 2 buah input A dan B akan diperoleh 4 buah kombinasi variabel input. Tabel kebenaran untuk gerbang OR 2 input ditunjukkan oleh tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3. Tabel kebenaran untuk gerbang OR 2 input

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Rangkaian gerbang OR dapat pula dibentuk dengan 3 buah input A, B, dan C. Dengan 3 input akan diperoleh 8 kombinasi variabel input.

Simbol OR GATE 3 input :



Gambar 2.11. Simbol logika gerbang OR 3 input

Adapun tabel kebenaran untuk gerbang OR 3 input adalah seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2.4. Tabel kebenaran gerbang OR 3 input

A	B	C	F (Output)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

2.3.3. Gerbang NOT

Rangkaian gerbang NOT pada umumnya disebut juga dengan gerbang pembalik logika . Gambar 2.12 dibawah ini menunjukkan simbol dari gerbang NOT .



Gambar 2.12. Simbol logika gerbang NOT

Seperti terlihat pada gambar diatas, gerbang NOT hanya mempunyai satu jalan masukan (input) dan satu jalan keluaran (output). Dalam bidang elektronika gerbang NOT biasa juga disebut dengan istilah *inverter*.

Bila input mempunyai logika 1 maka output akan menjadi logika 0 dan sebaliknya, Bila inputnya mempunyai logika 0 maka outputnya akan menjadi logika 1. Persamaan logika untuk gerbang NOT adalah seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 2.7 dibawah ini :

$$F = \bar{A} \quad (2.7)$$

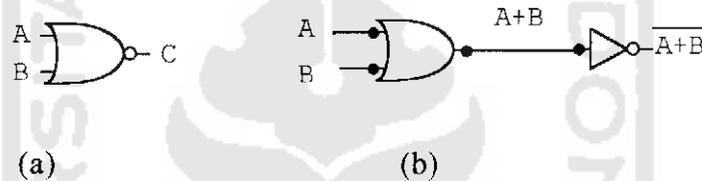
Adapun tabel kebenarannya adalah seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5. Tabel kebenaran untuk gerbang NOT

A	F
0	1
1	0

2.3.4. Gerbang NOR

Pembalikan yang mengikuti OR dinamakan NOT-OR, atau disebut juga dengan gerbang NOR. Simbol logika untuk gerbang NOR berupa suatu simbol OR dengan gelembung pembalik (lingkaran kecil) pada sisi sebelah kanan. Fungsi NOR diperlihatkan dengan suatu gerbang OR dan suatu pembalik seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13(b).



Gambar 2.13. a) Simbol logika gerbang NOR

b).Ekspresi Boolean untuk keluaran gerbang NOR

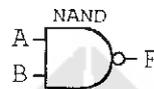
Tabel kebenaran untuk gerbang NOR ditunjukkan oleh tabel 2.6. Perhatikan bahwa tabel kebenaran dari gerbang NOR hanyalah merupakan komplemen dari keluaran gerbang OR.

Tabel 2.6. Tabel kebenaran untuk gerbang NOR 2 input

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

2.3.4. Gerbang NAND

Gerbang NAND adalah suatu rangkaian logika yang merupakan pembalikan dari gerbang AND. Gerbang NAND dibentuk dari gabungan antara gerbang AND dan gerbang NOT yang mana output gerbang AND dihubungkan keinput gerbang NOT. Adapun simbol dari gerbang NAND adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.14 dibawah ini :



Gambar 2.14. Simbol logika untuk gerbang NAND

Tabel kebenaran untuk gerbang NAND ditunjukkan oleh tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7. Tabel kebenaran untuk gerbang NAND

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.4. Multivibrator

Multivibrator adalah suatu rangkaian regeneratif dengan dua buah piranti aktif, yang dirancang sedemikian sehingga salah satu piranti bersifat menghantar pada saat piranti lain terpancung. Multivibrator dapat menyimpan bilangan biner, mencacah pulsa, menyerempakkan operasi-operasi aritmatika, serta melaksanakan fungsi-fungsi pokok lainnya dalam sistem digital.

Ada tiga jenis multivibrator, yaitu : astabil multivibrator, monostabil multivibrator, dan bistabil multivibrator. Nama lain dari multivibrator bistabil adalah flip-flop, yaitu multivibrator yang keluarannya adalah suatu tegangan rendah atau tinggi, 0 atau 1. Keluaran ini tetap rendah atau tinggi, untuk mengubahnya harus didrive oleh suatu masukan yang disebut pemicu (*trigger*).

Rangkaian flip-flop pada dasarnya mempunyai dua keadaan stabil sebelum ada pulsa pada inputnya, rangkaian flip-flop dapat mempertahankan suatu keadaan biner dalam waktu yang tak terbatas sampai suatu sinyal masukan baru datang untuk mengubah keadaan itu. Flip-flop dapat digolongkan atas beberapa jenis antara lain:

1. S-R Flip-flop
2. *Clocked* S-R Flip-flop
3. T Flip-flop
4. D Flip-flop
5. JK Flip-flop

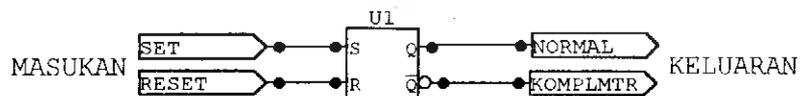
Perbedaan utama diantara berbagai jenis flip-flop adalah banyaknya masukan yang dimiliki serta perilaku bagaimana masukan itu mempengaruhi keadaan biner dalam flip-flop tersebut. Pada skripsi ini hanya dibahas 3 flip-flop yaitu S-R flip-flop, *Clocked* S-R flip-flop, serta D flip-flop.

2.4.1. Rangkaian flip-flop dasar

Suatu rangkaian flip-flop dasar dapat disusun dengan 2 gerbang NOR atau 2 gerbang NAND. Masing masing flip-flop mempunyai dua masukan *Set* dan *Reset*, serta dua keluaran Q dan \bar{Q} . Masukan set membuat flip-flop bernilai logika-1 pada keluaran normalnya (Q), dan masukan reset membuat flip-flop membuat flip-flop menjadi dalam keadaan bebas (*clear*) atau mempunyai nilai logika-0 pada keluaran normalnya. Jenis flip-flop ini sering dikenal dengan flip-flop RS.

Simbol logika untuk flip-flop S-R ditunjukkan pada Gambar 2.15. Perhatikan bahwa flip-flop S-R mempunyai dua masukan, yang diberi label S dan R. Dua keluaran diberi label Q dan \bar{Q} . Pada flip-flop S-R, keluaran selalu berlawanan atau komplementer. Dengan kata lain bila keluaran $Q = 1$, maka keluaran $\bar{Q} = 0$.

Tabel kebenaran seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.8 memperjelas flip-flop S-R. Bila masukan S dan R kedua-duanya 0, maka semua keluaran menjadi logika 1. Ini disebut kondisi istirahat atau tergantung output sebelumnya.



Gambar 2.15 . Simbol logika untuk suatu flip-flop S-R

Baris kedua dari tabel kebenaran memperlihatkan bila masukan S adalah 0 dan R adalah 1, maka keluaran Q diset pada logika 0. ini disebut kondisi *reset*

Tabel 2.8 . Tabel kebenaran untuk suatu flip-flop S-R

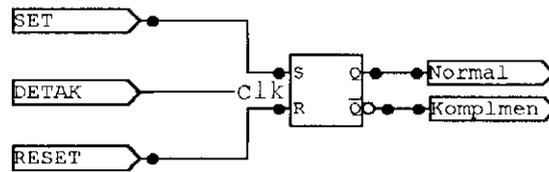
MASUKAN		KELUARAN	
S	R	Q	\bar{Q}
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	<i>Not Used</i>	

Baris ketiga memperlihatkan bahwa bila masukan S adalah 1 dan masukan R adalah 0, maka keluaran Q akan berlogika 1. Ini disebut kondisi *set*. Baris 4 pada tabel kebenaran memperlihatkan kedua masukan (S dan R) pada logika 1.

Dari tabel 2.8 terlihat bahwa untuk mengaktifkan pengesetan (pengesetan Q ke 1) diperlukan suatu logika 1. Untuk mengaktifkan reset, atau menghapus (Q ke 0), juga diperlukan suatu logika 1.

2.4.2. Flip-flop S-R yang Berdetak (*Clocked S-R Flip-flop*)

Simbol logika untuk flip-flop S-R yang berdetak (*Clocked RS Flip-flop*) diperlihatkan pada gambar 2.15. Amatilah bahwa flip-flop tersebut kelihatannya seperti flip-flop S-R, kecuali bahwa flip-flop S-R yang berdetak mempunyai satu masukan ekstra yang diberi label CLK (untuk detak).



Gambar 2.16 . Simbol logika untuk suatu flip-flop S-R yang berdetak

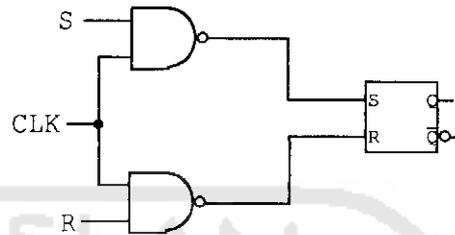
Dalam rangkaian digital sering terjadi beberapa buah S-R flip-flop bekerja secara bersamaan dan ini tentunya sangat tidak diharapkan. Untuk mengatasi hal itu diperlukan suatu pengontrol yang disebut dengan *clock* (Clk). Dengan adanya *clock* maka output akan berubah hanya pada saat clock diberi logika 1.

Tabel 2.9. memperlihatkan tabel kebenaran untuk flip-flop S-R yang berdetak.

Tabel 2.9 . Tabel kebenaran untuk suatu flip-flop S-R dengan detak

CLK	MASUKAN		KELUARAN	
	S	R	Q	\bar{Q}
	0	0	1	1
	0	1	0	1
	1	0	1	0
	1	1	<i>Not Used</i>	
	x	x	<i>No Change</i>	

Pada gambar 2.17 menunjukkan rangkaian flip-flop S-R yang berdetak dengan menggunakan gerbang NAND.

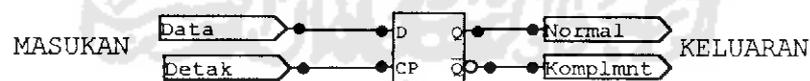


Gambar 2.17. Gambar flip-flop S-R yang berdetak

2.4.3. Flip-flop D

Simbol logika untuk flip-flop D diperlihatkan pada gambar 2.18. Flip-flop D hanya mempunyai satu masukan data (D) dan satu masukan detak (CLK). Keluaran dari tabel Q dan \bar{Q} . Flip-flop D sering disebut “flip-flop tunda”.

Kata tunda menggambarkan apa yang terjadi pada data, atau informasi pada masukan D. Data (0 atau 1) pada masukan D ditunda 1 pulsa detik dari pemasukan sampai keluaran Q.



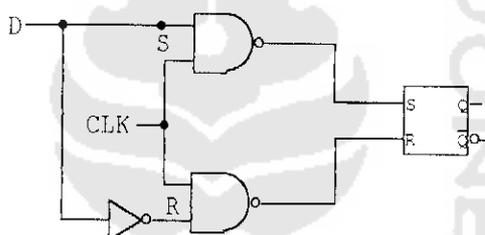
Gambar 2.18 . simbol logika untuk flip-flop D

Tabel kebenaran untuk flip-flop D diperlihatkan oleh tabel 2.10. Perhatikan bahwa keluaran Q mengikuti masukan D sesudah satu pulsa detak.

Tabel 2.10 . Tabel kebenaran untuk flip-flop D

clock	Masukan (D)	Keluaran (Q)
	0	0
	1	1
	x	No Change

Flip-flop D dapat dibentuk dari flip-flop S-R yang berdetak dengan menambahkan satu pembalik, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.19.



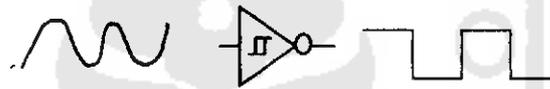
Gambar 219 . Rangkaian flip-flop D

Data yang dimasukkan melalui input D akan disimpan pada output Q apabila *clock* dalam keadaan logika 1. Walaupun hanya sebentar, output Q akan mengikuti input D selama *clock* dalam keadaan logika 1 tetapi jika *clock* dalam keadaan logika 0 maka perubahan pada input D tidak akan mempengaruhi output Q lagi.

2.5. Schmitt Trigger

Rangkaian digital lebih menyukai bentuk gelombang dengan waktu naik turun yang cepat. Bentuk gelombang yang ada pada sisi kanan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.21 merupakan contoh sinyal digital yang baik.

Sisi L-ke-H dan H-ke-L pada gelombang persegi ini, digambarkan secara vertikal. Ini berarti waktu turunnya sangat cepat. Sedangkan gelombang yang ada pada sisi kiri menunjukkan waktu naik turun yang sangat lambat.. Bentuk operasi yang buruk mengakibatkan operasi tidak optimal. Fungsi *Schmitt trigger* adalah sebagai pengkondisi sinyal sehingga menghasilkan gelombang yang lebih bermanfaat. Pada gambar 2.21 inverter *Schmitt trigger* digunakan untuk mempersegikan gelombang sinyal input.



Gambar 2.20. Inverter *Schmitt Trigger*

2.6. Medan Magnet

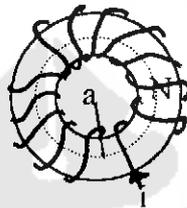
Ketika arus mengalir melalui suatu konduktor, akan terbentuk suatu medan magnet di sekeliling konduktor tersebut yang arahnya bergantung pada arah arus. Arah garis-garis gaya magnet disekitar arus listrik dapat dinyatakan dengan kaidah tangan kanan pertama yang berbunyi :“ *Bila kita menggenggam penghantar berarus dengan tangan, kanan sedemikian sehingga ibu jari menunjukkan arah arus listrik, maka arah lipatan keempat jari lainnya menyatakan arah putaran garis-garis gaya magnet*”. Kekuatan dari suatu medan magnet memperlihatkan seberapa besar kerapatan fluks medan magnet tersebut pada suatu titik tertentu.

Besarnya fluks magnetik dinyatakan dengan persamaan 2.8 berikut :

$$\Phi = BA \quad (2.8)$$

2.6.1. Medan magnet di sumbu toroida

Gambar 2.21. menunjukkan sebuah toroida dengan dengan jari-jari efektif a dan banyak lilitan N dialiri arus sebesar i yang mengitari inti, garis gaya magnetik adalah melingkar sesuai dengan penampang inti.



Gambar 2.21. Konstruksi Toroida

Besarnya induksi magnetik disumbu toroida dapat dihitung dengan rumus :

$$B = \frac{\mu Ni}{2\pi a} \quad (2.9)$$

Dengan :

B = besar induksi magnetik di sumbu toroida ($\text{Wb m}^{-2} = \text{T}$)

N = banyaknya lilitan toroida

a = jari-jari efektif (m)

μ = Permeabilitas bahan inti toroida = $\mu_0 \cdot \mu_r$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Wb A}^{-1} \text{m}^{-1}$

2.7.Induktor

Induktor adalah lilitan kawat pada sebuah tempat, yang mungkin pula mempunyai inti dari udara, besi, ataupun ferit. Kalau arus listrik mengalir dalam kumparan, suatu fluktuasi magnetik akan berada dalam inti.

2.7.1 .Induktansi diri sebuah kumparan

Induktansi merupakan sifat dari suatu kumparan yang menghasilkan perlawanan terhadap perubahan arus yang mengalir didalamnya. Perubahan apapun yang dilakukan terhadap perubahan arus yang mengalir pada suatu kumparan akan menghasilkan suatu tegangan terinduksi pada kumparan itu. Besarnya induktansi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$L = N \frac{\Phi}{i} \quad (2.10)$$

2.7.2 .Energi yang tersimpan

Energi yang tersimpan dalam suatu induktor sebanding dengan hasil kali dari induktansi dan kuadrat dari arus. Jika dinyatakan dengan persamaan maka:

$$E = 0.5(LI^2) \quad (2.11)$$

Dimana E adalah energi (dalam joule), L merupakan induktansi (dalam henry), dan I merupakan arus (dalam ampere).

2.7.3. Pengaruh bahan inti pada induktansi

Selain jumlah lilitan dan tingkat perubahan fluks, induktansi suatu kumparan tergantung dari dimensi kumparan dan karakteristik magnetik dari bahan yang digunakan sebagai inti induktor. Bahan ferromagnetis pada umumnya berupa besi dan campuran besi, serta memiliki karakteristik magnetik yang menghasilkan fluks magnet yang lebih besar daripada induktor berinti udara yang dialiri arus. Oleh karena itu, induktansi suatu kumparan berisi udara dapat diperbesar dengan menggunakan inti ferromagnetis sebagai gantinya. Untuk menghitung besarnya induktansi digunakan persamaan :

$$L = \frac{\mu AN^2}{l} \quad (2.12)$$

Dengan :

L = Induktansi (henry)

μ = Permeabilitas = $\mu_0\mu_r$

μ_0 = Permeabilitas udara ($4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$)

μ_r = Permeabilitas relatif (tergantung jenis bahan)

A = Luas penampang kumparan (m^2)

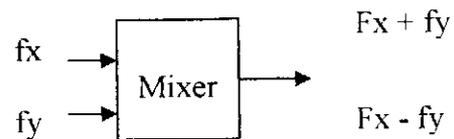
l = Panjang kumparan

2.8. Beat Frequency

Beat frequency merupakan frekuensi selisih dari pencampuran dua sinyal.

Gambar 2.22 memperlihatkan proses pencampuran dua frekuensi sehingga

dihasilkan frekuensi selisih antara dua sinyal yang selanjutnya disebut dengan “*Beat Frequency*”.



Gambar 2.22. Proses pencampuran frekuensi

Dari gambar 2.22. diatas terlihat bahwa sinyal input mempunyai frekuensi f_x dan f_y . Setelah dimasukkan ke rangkaian *mixer* maka dihasilkan sinyal output yang terdiri penjumlahan serta selisih antara dua frekuensi yaitu $f_x + f_y$ dan $f_x - f_y$. Sinyal yang dapat didengarkan oleh telinga manusia adalah frekuensi selisih yaitu $f_x - f_y$.