BAB II

DASAR TEORI

2.1 Modulasi

Modulasi adalah pengaturan parameter dari sinyal pembawa (*carrier*) yang berfrekuensi tinggi sesuai sinyal informasi (pemodulasi) yang frekuensinya lebih rendah, sehingga informasi tersebut dapat disampaikan. Modulasi diperlukan karena:

- Meminimalisasi interferensi sinyal pada pengiriman informasi yang menggunakan frekuensi sama atau berdekatan
- Dimensi antena menjadi lebih mudah diwujudkan
- Sinyal termodulasi dapat dimultiplexing (proses menggabungkan beberapa sinyal untuk ditransmisikan bersamaan pada satu kanal) dan ditransmisikan via sebuah saluran transmisi.
- Mempermudah meradiasikan sinyal

Informasi yang berada di wilayah A akan ditransmisikan ke wilayah B. Informasi tersebut pertama-tama diubah menjadi bentuk sinyal informasi dan ditransmisikan melalui sinyal pembawa / *carrier*. Proses inilah yang disebut proses modulasi dengan menggunakan alat modulator (peralatan untuk melaksanakan proses modulasi). Setelah tiba di wilayah B, sinyal informasi tersebut harus diubah lagi ke

dalam bentuk informasi awal, dengan melakukan proses demodulasi dengan menggunakan alat demodulator (peralatan untuk memperoleh informasi informasi awal/kebalikan dari dari proses modulasi). Perlu diingat bahwa informasi ditransmisikan dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi. Semakin tinggi frekuensinya maka semakin jauh jangkauan antarnya (*bandwidth*), dan juga perlu diingat dalam proses mentransmisikan informasi, perangkat yang digunakan bukan hanya modem, tetapi juga *input-output transducer* (mentransformasikan suatu bentuk energi menjadi ke bentuk energi yang lain), *encoder -decoder,* serta *transmitter-receiver*.

Secara garis besar modulasi terbagi menjadi modulasi analog dan modulasi digital. Perbedaan mendasar antara modulasi analog dan digital terletak pada bentuk sinyal informasinya. Pada modulasi analog, sinyal informasinya berbentuk analog dan sinyal pembawanya analog. Sedangkan pada modulasi digital, sinyal informasinya berbentuk digital dan sinyal pembawanya analog**.**

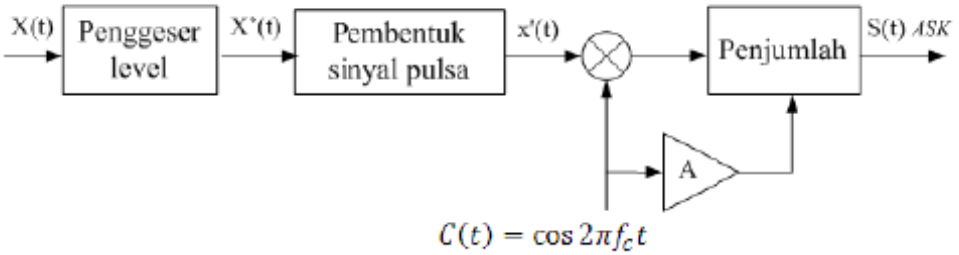
2.2 Modulasi digital

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (*bit stream*) ke dalam sinyal pembawa. Modulasi digital sebenarnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (*carrier*) sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (*modulated carrier*) memiliki ciri-ciri dari bit-bit (0 atau 1). Berarti dengan mengamati sinyal *carriernya*, kita bisa mengetahui urutan bitnya disertai *clock* (*timing, sinkronisasi*). Melalui proses modulasi digital sinyal-sinyal digital setiap tingkatan dapat dikirim ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat

digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Pada dasarnya dikenal 3 sistem modulasi digital yaitu: ASK, FSK, dan PSK.

2.2.1 Amplitude Shift-Keying

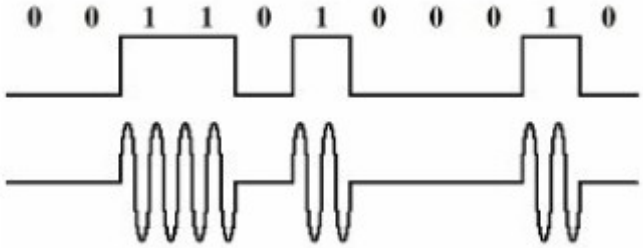
Amplitude Shift Keying (ASK) atau pengiriman sinyal digital berdasarkan pergeseran amplitudo merupakan modulasi dengan mengubah-ubah amplitudo. Dalam proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bit per-*baud* (kecepatan digital) lebih besar. Sedangkan kesulitannya adalah dalam menentukan level acuan yang dimilikinya, yakni setiap sinyal yang diteruskan melalui saluran transmisi jarak jauh selalu dipengaruhi oleh redaman dan distorsi lainnya. Oleh sebab itu metode ASK hanya menguntungkan bila dipakai untuk hubungan jarak dekat saja. Dalam hal ini faktor *noice* atau gangguan juga harus diperhitungkan dengan teliti, seperti juga pada sistem modulasi AM



Gambar 2.1 Blok Diagram Modulator ASK

Dalam modulasi ASK, amplitudo *carrier* tersaklar *ON* dan *OFF* sesuai dengan kecepatan sinyal pemodulasi. Sinyal direpresentasikan dalam dua kondisi perubahan amplitudo gelombang pembawa, yaitu logika “1” dan “0”. Logika “1” direpresentasikan dengan

status "*ON*" (ada gelombang pembawa) sedangkan logika "0" direpresentasikan dengan status "*OFF*" (tidak ada gelombang pembawa). Dari dua kondisi tersebut, maka didapatkan sebuah sinyal yang termodulasi ASK. Berikut adalah gambar hubungan sinyal digital dengan sinyal termodulasi ASK.

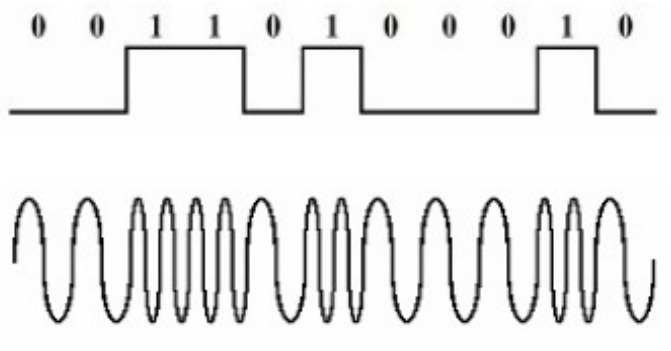


Gambar 2.2 Hubungan Sinyal Digital dan Sinyal Modulasi ASK

2.2.2 Frequency Shift Keying

Frequency Shift Keying (FSK) atau pengiriman sinyal digital melalui penggeseran frekuensi. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi *output* gelombang pembawa. Pergeseran ini terjadi antara harga-harga yang telah ditentukan semula dengan gelombang *output* yang tidak mempunyai fase terputus-putus. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidak adanya sinyal informasi digital.

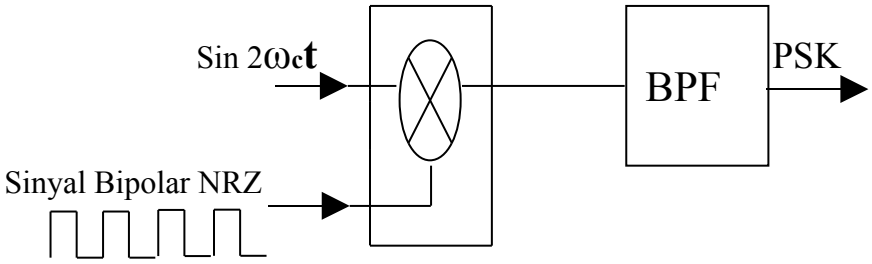
FSK merupakan metode modulasi yang paling populer. Dalam proses ini gelombang pembawa digeser ke atas dan ke bawah untuk memperoleh bit 1 dan bit 0. Kondisi ini masing-masing disebut *space* dan *mark*



Gambar 2.3 Hubungan Sinyal Digital dan Sinyal Modulasi FSK

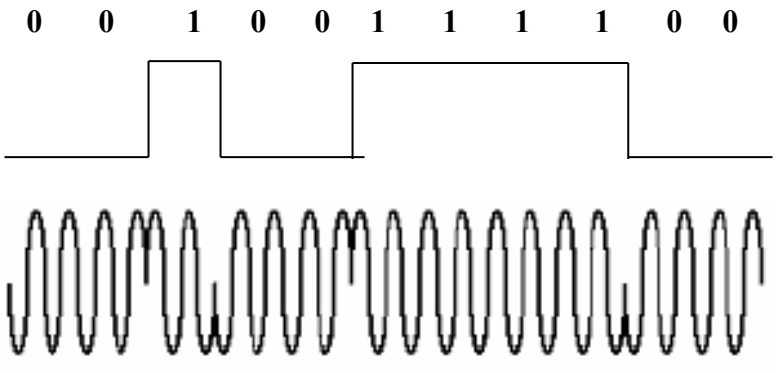
2.2.3 Phase Shift Keying

Phase Shift Keying (PSK) atau pengiriman sinyal digital melalui pergeseran fasa. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi fasa yang memungkinkan fungsi pemodulasi fasa gelombang termodulasi diantara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya.



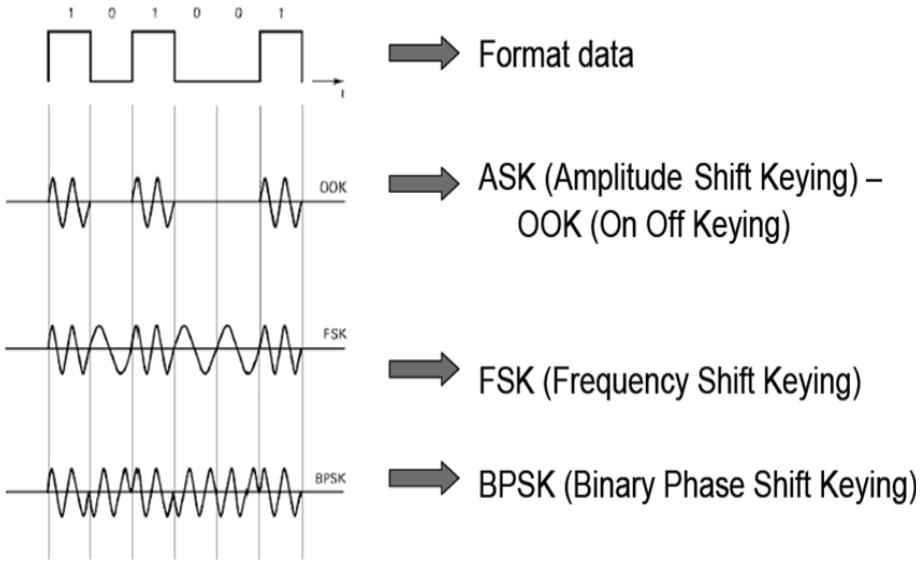
Gambar 2.4 Blok Diagram Modulator PSK

Dalam proses modulasi ini fasa dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Sudut fasa harus mempunyai acuan kepada pemancar dan penerima.



Gambar 2.5 Hubungan Antara Sinyal Digital dan Sinyal Termodulasi PSK

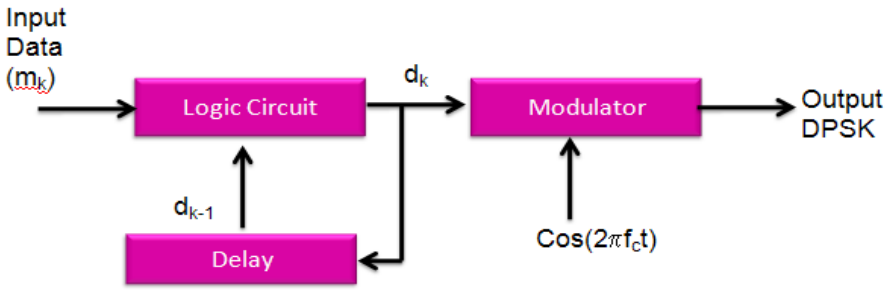
Guna memudahkan untuk memperoleh stabilitas pada penerima, kadang-kadang dipakai suatu teknik yang koheren dengan PSK yang berbeda-beda. Hubungan antara dua sudut fasa yang dikirim digunakan untuk memelihara stabilitas. Dalam keadaan seperti ini, fasa yang ada dapat dideteksi bila fasa sebelumnya telah diketahui. Hasil dari perbandingan ini dipakai sebagai patokan (referensi).



Gambar 2.6 Gelombang Modulasi Digital

2.2.4 DPSK (*Differential Phase Shift Keying)*

DPSK yaitu *Differential Phase Shift Keying*, hampir serupa dengan teknik modulasi BPSK. Hanya saja dalam DPSK, urutan biner m_k pertama-tama dikodekan secara diferensial (dihasilkan d_k) kemudian dimodulasi menggunakan modulator BPSK. Pada Gambar 2.7. dapat dilihat bagaimana caa kerja dari teknik modulasi DPSK.



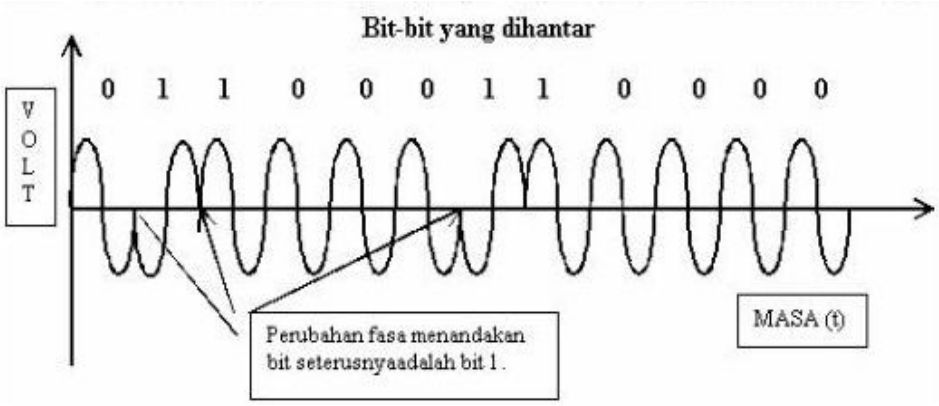
Gambar 2.7 Modulator DPSK

Dari modulator tersebut dapat dihasilkan runtun bit atau output dari DPSK. Sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Runtun Bit DPSK

{mk}	0	1	0	0	1	0	1	1	0
{dk-1}	0	1	1	0	1	1	0	0	0
{dk}	1	1	0	1	1	0	0	0	1

Sehingga akan dihasilkan sinyal termodulasi sebagai berikut, yang terlihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Sinyal Termodulasi DPSK

2.2.5 **Modulator 4-DPSK / DQPSK**

DQPSK yaitu *Differensial Quadrature Phase Shift Keying*, dimana teknik modulasi yang memiliki empat titik pada diagram konstelasi. Dalam teknik modulasi DQPSK dapat mengkodekan 2 bit per simbol/ setiap simbol dapat mewakili dua bit sekaligus. Berikut langkah – langkah penentuan sinyal modulasi DQPSK :

Untuk lebih jelasnya dari prinsip kerja teknik modulasi DQPSK, dapat dilihat pada Gambar 2.8. Dimana untuk data yang dikirim, dipecah menjadi dua bagian yaitu *Inphase* dan *Quadratue*. Untuk Inphase akan dikalikan dengan $\pm\sin 2\pi f_c t$ dan untuk *Quadrature* akan dikalikan dengan $\cos \pm 2\pi f_c t$ ditambah 90^0. Maka tiap simbol akan memiliki perbedaan fasa 90^0.

I = 0, Q = 0, - Sin ω t dan - Cos ω_c t

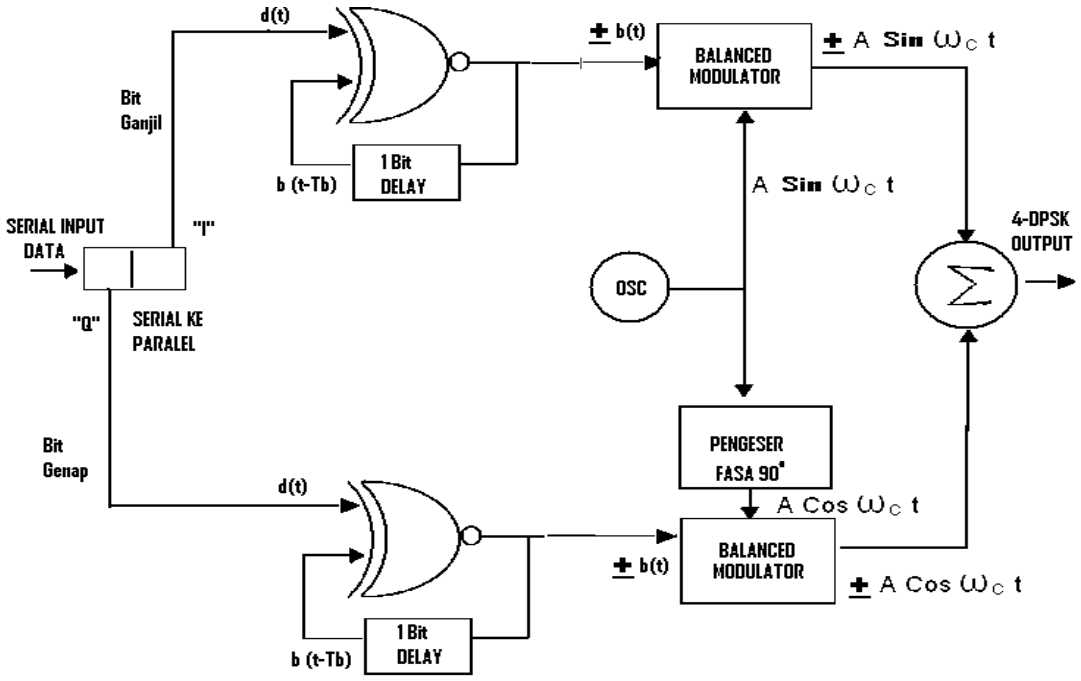
I = 0, Q = 1, - Sin ω t dan + Cos ω_c t

I = 1, Q = 0, + Sin ω t dan - Cos ω_c t

I = 1, Q = 1, + Sin ω t dan + Cos ω_c t

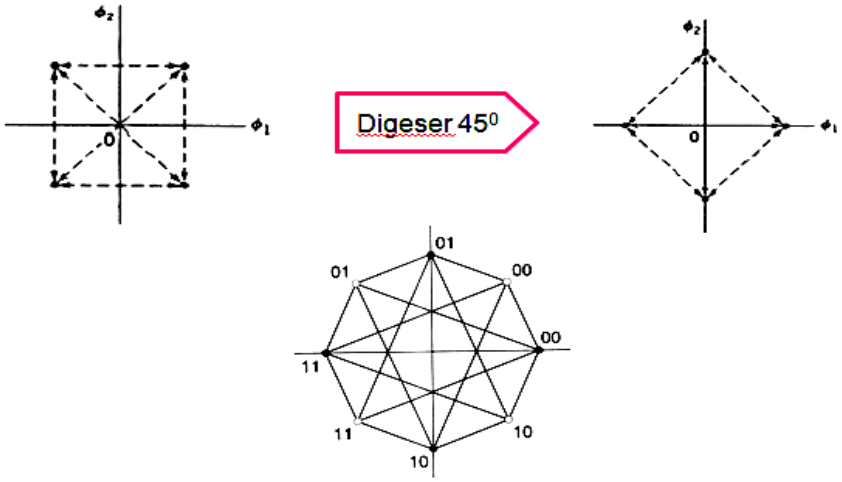
Tabel 2.2 Keluaran Sudut Fasa Modulator 4-DPSK

Binary Input		*4-DPSK Output*
Q	I	Pulsa
0	0	-135^0
0	1	-45
1	0	$+135^0$
1	1	$+45^0$



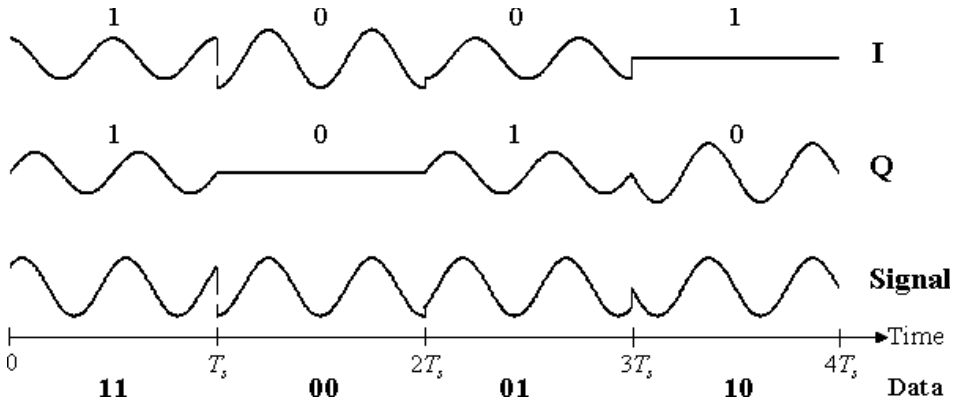
Gambar 2.9 Diagram Blok Modulator 4-DPSK

Pada DQPSK fasa sinyal *carrier* yang digunakan diambil dari dua gambar konvensional pada Gambar 2.10 (gambar kiri dan kanan). Sehingga ada 8 kemungkinan fasa.



Gambar 2.10 Pergeseran Fasa pada Modulasi 4-DPSK

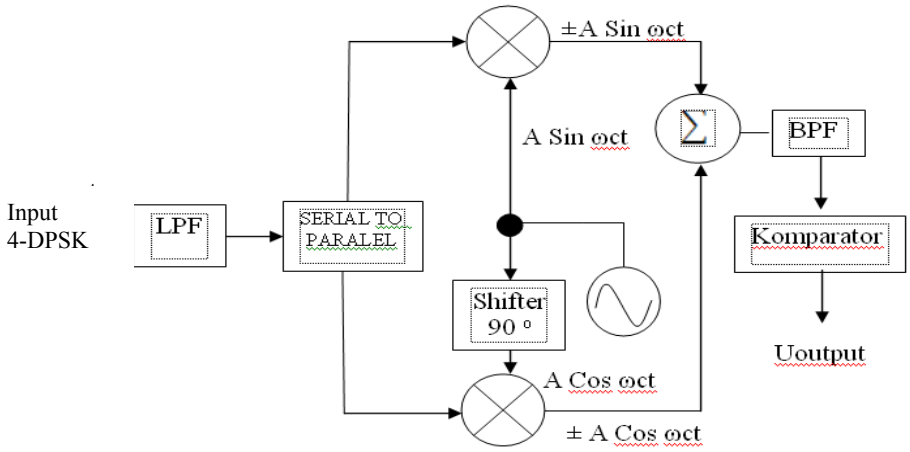
Teknik modulasi ini hampir serupa dengan teknik modulasi QPSK. Hanya dalam teknik modulasi ini tidak dimungkinkan perubahan fasa sebesar 180^0, sehingga lebih efisien terhadap *bandwidth.* Maka sinyal yang dihasilkan pada teknik modulasi ini, dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sinyal Termodulasi 4-DPSK

2.2.6 Demodulator 4-DPSK / DQPSK

Pada proses penerimaan di demodolator ini, pada prinsipnya hampir sama dengan proses modulasi pada demodulator. Hanya saja pada saat input sinyal yang termodulasi melewati LPF agar dapat meloloskan sinyal rendah yang diinginkan, kemudian diteruskan oleh *splitter*, dan tidak terjadi lagi proes *delay*. Sinyal yang telah diloloskan ini lansung masuk ke *balanced demodulator* yang terdapat sinyal carrier sebagai pembawa yang di*supply* dari inputan *oscilator* yang telah diatur frekuensinya terlebih dahulu. Proses demodulasi tersebut dapat digambarkan secara singkat melalui gambar 2.12.



Gambar 2.12 Demodulator 4-DPSK

Maka sinyal di Demodulasi 4-DPSK dapat dinyatakan menggunakan persamaan :

$$00 = Xo = A \cos (2\pi ft)$$

$$01 = X1 = A \cos (2\pi ft+90^0)$$

$$10 = X2 = A \cos (2\pi ft+180^0)$$

$$11 = X3 = A \cos (2\pi ft+270^0)$$

`2.3 Filter Aktif

Dikatakan filter aktif karena selain menggunakan beberapa *resistor* dan kapasitor juga menggunakan beberapa komponen aktif seperti *OpAmp*, dengan penguatan yang bisa diatur sesuai dengan yang kita inginkan. Besarnya nilai tanggapan biasa dinyatakan dalam *volt* ataupun dalam dB dengan bentuk respon yang

berbeda pada setiap jenis filter. Besar nilai respon dapat diperoleh dari perhitungan fungsi alih:

$$Hs = \left|\frac{Vout}{Vin}\right| \qquad \text{.....(2.1)}$$

Dengan

Hs = Penguatan / Gain

Vout = Tegangan keluran

Vin = Tegangan masukan

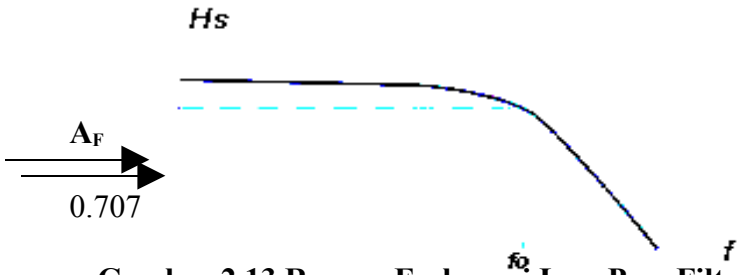
Setiap filter mempunyai frekuensi *cut off* yaitu frekuensi di 0,707 atau -3dB

.

Ada 4 jenis filter yang biasa digunakan, yaitu:

1. Low Pass

Adalah jenis filter yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam frekuensi tinggi, dengan bentuk respon seperti tampak pada gambar 2.13



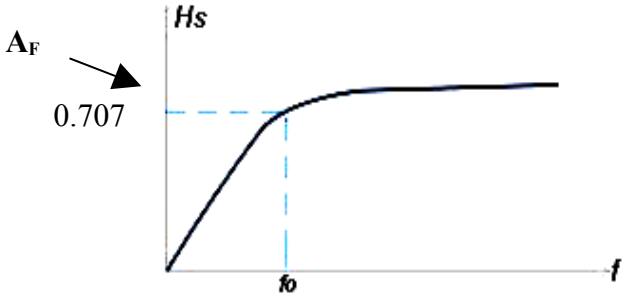
Gambar 2.13 Respon Frekuensi Low Pass Filter

$\mathbf{A_F}$ = Penguatan Pass Band dari Filter

f_o = Frekuensi Cut Off (0.707)

2. High Pass

Filter yang melewatkan frekuensi tinggi dan meredam frekuensi rendah



Gambar 2.14 Respon Frekuensi High Pass Filter

3. Band Pass

Filter yang melewatkan suatu *range* frekuensi. Dalam perancangannya diperhitungkan nilai Q (faktor mutu). Dengan

fo = Frekuensi Cutoff

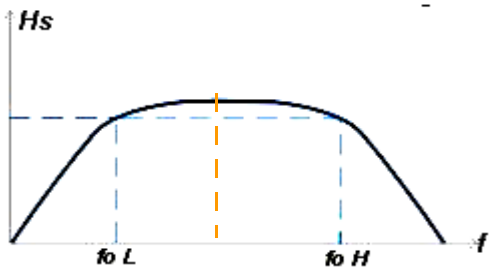
B = Lebar Pita Frekuensi (Bandwith)

foH = frekuensi tinngi

foL = frekuensi rendah

sehingga dapat diketahui bandwithnya menggunakan persamaan:

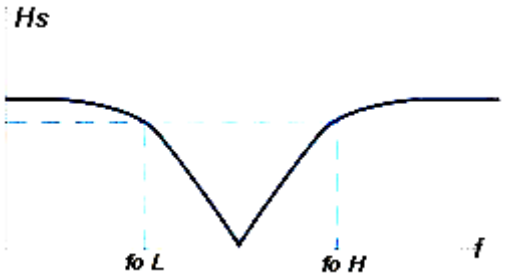
$$B = foH - foL \quad \text{.....(2.2)}$$



Gambar 2.15 Respon Frekuensi Band Pass Filter

4. Band Reject

Filter yang menolah suatu *range* frekuensi. Sama seperti *bandpass* filter, *band reject* juga memperhitungkan faktor mutu



Gambar 2.16 Respon Frekuensi Band Reject Filter

2.4 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 bentuk gelombang yang diketahui tanpa penggunaan sinyal masuk dari luar. *Osilator* mengubah daya arus searah (dc) dari catu daya ke daya arus bolak-balik (ac) dalam beban. Dengan demikian fungsi osilator berlawanan dengan penyearah yang mengubah daya searah ke daya bolak-balik.

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 menghasikan gelombang *sinusoidal* dengan frekuensi tetap, ataupun gelombang yang hanya dengan harmonik. Osilator umumnya digunakan dalam pemancar dan penerima radio dan televisi, dalam radar dan dalam berbagai sistem komunikasi.

Klasifikasi osilator didasarkan pada daerah frekuensi yang dihasilkan.

Osilator Frekuensi *Audio* (AF) beberapa hz -20 KHz

Osilator Frekuensi Radio (RF) 20 KHz – 30MHz

Osilator Frekuensi Sangat Tinggi (VHF) 30MHz – 300MHz

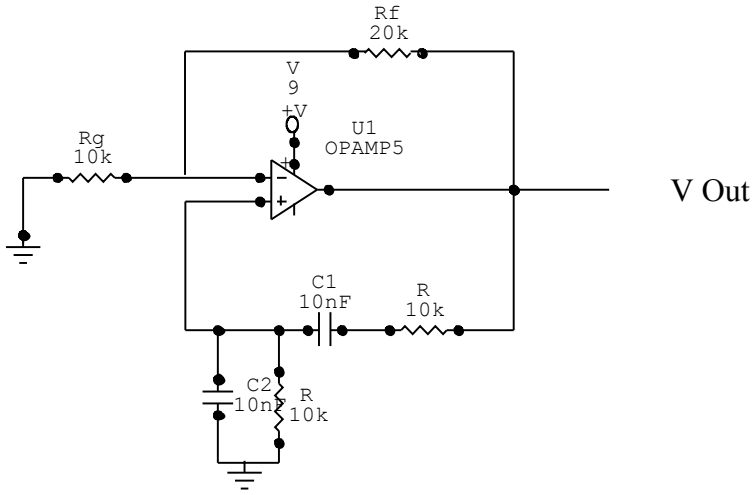
Osilator Frekuensi *Ultra High* (UHF) 300MHz – 3GHz

Osilator Gelombang Mikro 3 GHz – Beberapa GHz

Berikut ini adalah salah satu contoh dari osilator yang umum digunakan.

Osilator Jembatan Wien

Karena ringkasnya dan stabilnya dari output *oscilator* dan sering digunakan pada audio frekuensi adalah rangkaian *oscilator* jembatan Wien.



Gmbar 2.17 Osilator Jembatan Wien

Pada gambar 2.17, diketahui Rf = 2Rg. Nilai maksimun ini akan tercapai jika ωC = R dan diketahui ω = 2Πf. Selanjutnya jika diuraikan dapat diketahui besar frekuensi ini adalah :

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC} \qquad \text{.....(2.3)}$$

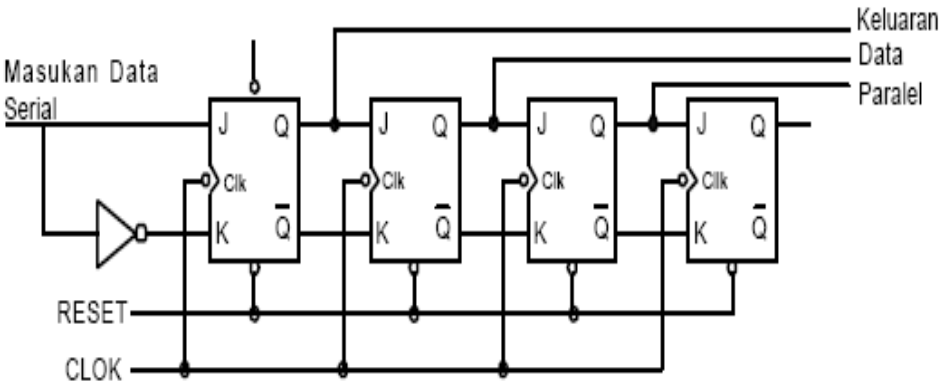
persamaan ini yang dikenal dengan sebutan frekuensi resonansi (*resonant frequency*). Dengan demikian osilator wien yang dibuat akan menghasilkan gelombang sinus dengan frekuensi resonansi tersebut.

2.5 **Serial To Paralel**

Sistem digital dapat bekerja secara seri maupun parallel, hal ini erat hubungannya dengan sistem pengiriman data. Pada pengiriman data dengan sistem

seri memiliki keuntungan bahwa hanya diperlukan sebuah saluran kawat guna mengirimkan data dan biayanya relatif murah. Kekurangan yang ada adalah bahwa pengiriman data memerlukan waktu yang lebih lambat karena tiap-tiap bit data dikirimkan secara berurutan melalui sebuah saluran data. Salah satu contoh rangkaian dasar yang dapat berfungsi untuk mengubah data dari bentuk seri menjadi bentuk paralel adalah *shift register* (register geser).

Selain sistem pengiriman data serial, perubahan yang dapat dilakukan oleh register digital adalah SISO (*Serian In Serial Out*), PISO (*aralel In Serial Out*) dan PIPO (*Paralel In Paralel Out*) Rangkaian serial-in paralel out shift register yang ditunjukkan oleh gambar 2.18.



Gambar 2.18 Serial –in parallel out shift register

Pada gambar 2.18 ditunjukkan bahwa rangkaian dibangun menggunakan empat buah JK-FF dimana semua masukan *clock* dihubungkan jadi satu sehingga

keempat buah FF tersebut akan bekerja secara sinkron (serentak). Pada masukan J dan K dari FF-FF tersebut selalu memiliki nilai logika yang berlawanan. Pada kondisi seperti ini keluaran Q akan sama dengan masukan J saat terjadi transisi *clock* (dalam hal ini cl*ock* adalah aktif rendah).

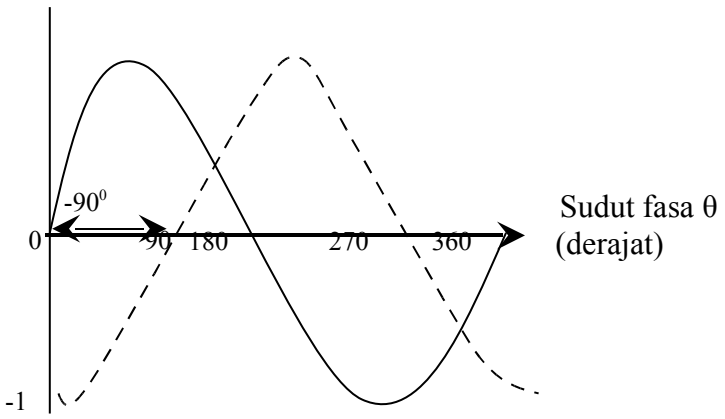
2.6 Metoda Pergeseran Fasa

Metoda Pergeseran Fasa memakai prinsip pergeseran fasa dan penghapusannya untuk menghilangkan pembawa dari jalur sisi yang tidak dikehendaki. Dengan menggunakan penurunan persamaan trigonometri standar, rumus untuk frekuensi sisi bawah tunggal dapat diuraikan menjadi

$$\cos(\omega_c t - \omega_m t) = \left(\frac{1}{2}\right)(\cos\omega_c t \cos\omega_m t + \sin\omega_c t \sin\omega_m t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.4)$$

suku pertama pada sisi sebelah kanan adalah hasil kali dari pembawa dan sinyal modulasi yang keduanya digeser sebesar $90^{0,}$ sedangkan suku kedua adalah hasil kali dari pembawa dan sinyal modulasi. Rangkaian-rangkaian yang diperlukan untuk menghasilkan pergeseran-pergeseran fasa, perkalian-perkalian dan penjumlahan adalah relatif sederhana dan ditunjukkan dalam diagram bloknya.

Sumber sinyal primer adalah sebuah *oscilator*. Sinyalnya mendorong modulator balans secara langsung, dan sebuah modulator balans yang lain lewat suatu rangkaian yang menggeserkan fasanya sehingga berselisih 90^0 dengan yang langsung.



Gambar 2.19 Pergeseran fasa 90º

2. 7 Penguat Daya

Penguat daya merupakan perangkat yang sangat penting dalam menguatkan sinyal kecil sampai beberapa kali penguatan sehingga bisa didengar oleh telinga manusia melalui pengeras suara yang idealnya mempunyai impedansi 8 Ohm. Transistor sinyal kecil memiliki daya kurang dari 1 watt, sedangakn Transistor daya memilki tingkatan daya lebih dari 1 watt.

1. Penguat daya kelas A

Pada operasi penguat kelas A, transistor bekerja dalam bagian aktif sepanjang waktu. Hal ini menunjukan bahwa arus kolektor mengalir sepanjang 360º dari siklus. Perancangan nya biasanya menggunakan titik Q disekitar pertengahan garis beban, dengan cara seperti ini sinyal dapat

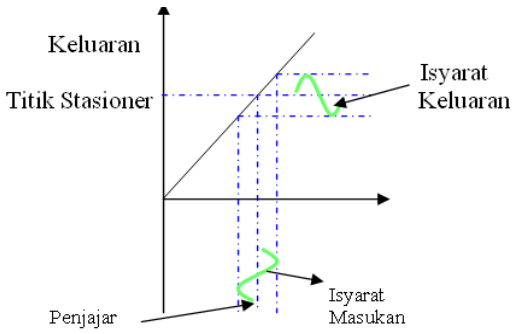
beroperasi melalui jangkaun maksimum yangmunkin yanpa saturasi/jenuh. Yang biasa membuat sinyal transistor terpotong.

2. Penguat daya kelas B

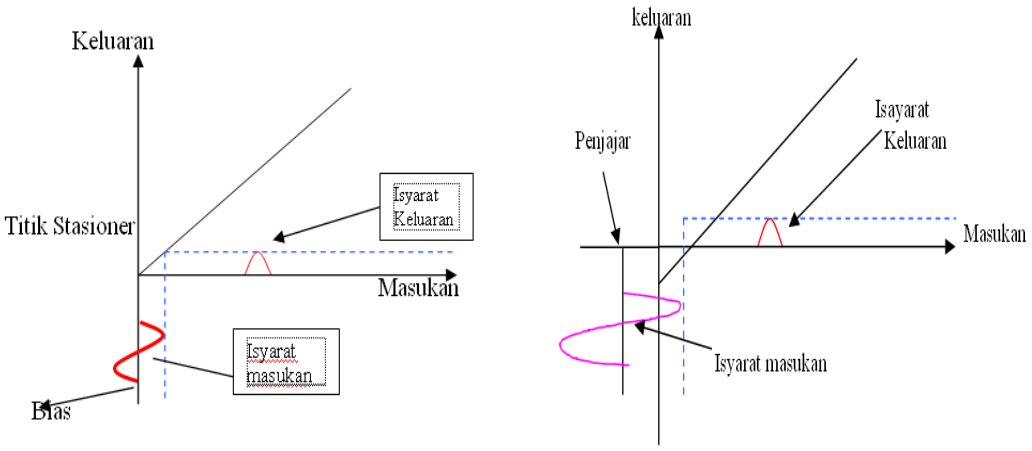
Berbeda dari poprasi penguat kelas B, pada operasi ini arus kolektor mengalir sepanjang setengah siklus (180^o). Untuk memperoleh operasi jenis ini perancang harus meletakan kaki Q pada Cut Off, kemudian hanya setengah yang positif berbasis AC dapat menghasilkan arus kolektorhal ini dapat mengurangi daya yang terbuang transistor daya.

3. Penguat daya kelas C

Penguat daya kelas C, arus kolektor mengalir sepanjang kurangdari (180^o) dari siklus AC, dengan operasi kelas C hanya sebagian dari setengah siklus yang positif dari tegangan berbasis AC menghasilkan arus kolektor.



(a)



(b) (c)

Gambar 2.20 Penguat Daya

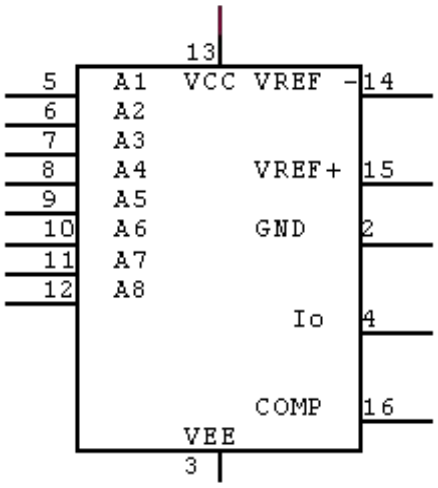
(a) Penguat Daya Kelas A

(b) Penguat Daya Kelas B

(c) Penguat Daya KelasC

2.8 DAC (*Digital To Anlog Converter*)

Digital To Analog Converter (DAC) adalah pengubah kode/ bilangan digital menjadi tegangan keluaran analog. DAC banyak digunakan sebagai rangkaian pengendali (*driver*) yang membutuhkan input analog, seperti motor AC maupun DC, tingkat kecerahan pada lampu, Pemanas (*Heater*) dan sebagainya. Ada beberapa cara untuk mengubah bilangan digital menjadi analog, salah satunnya menggunakan IC 1408 yang berfungsi mengubah bilanagn digital ke analaog sebanyak 8 bit. Seperti pada gambar 2.21 berikut, yang merupakan rangkaian konfigurasi DAC 8 bit menggunakan IC 1408.



Gambar 2.21 Rangkaian DAC