

2.3. Teori Pendukung

Pengertian Modulasi dan Demodulasi

Modulasi adalah suatu proses dimana parameter dari suatu gelombang divariasikan secara proposional terhadap gelombang lain. Parameter yang diubah tergantung pada besarnya modulasi yang diberikan. Proses modulasi membutuhkan dua buah sinyal pemodulasi yang berupa sinyal informasi dan sinyal pembawa (carrier) dimana sinyal informasi tersebut ditumpangkan oleh sinyal carrier.

Maka secara garis besar dapat diasumsikan bahwa modulasi merupakan suatu proses dimana gelombang sinyal termodulasi ditransmisikan dari transmitter ke receiver. Pada sisi receiver sinyal modulasi yang diterima dikonversikan kembali ke bentuk asalnya, proses ini disebut dengan demodulasi. Rangkaian yang digunakan untuk proses modulasi disebut dengan modulator, sedangkan rangkaian yang digunakan untuk proses demodulasi disebut demodulator.

Modulasi terbagi menjadi dua bagian yaitu modulasi sinyal analog dan modulasi sinyal digital.

Modulasi Analog

Modulasi analog adalah proses pengiriman sinyal data yang masih berupa sinyal analog atau berbentuk sinusoidal. Adapun yang termasuk kedalam modulasi analog adalah sebagai berikut: 7

1. Amplitude Modulation (AM)

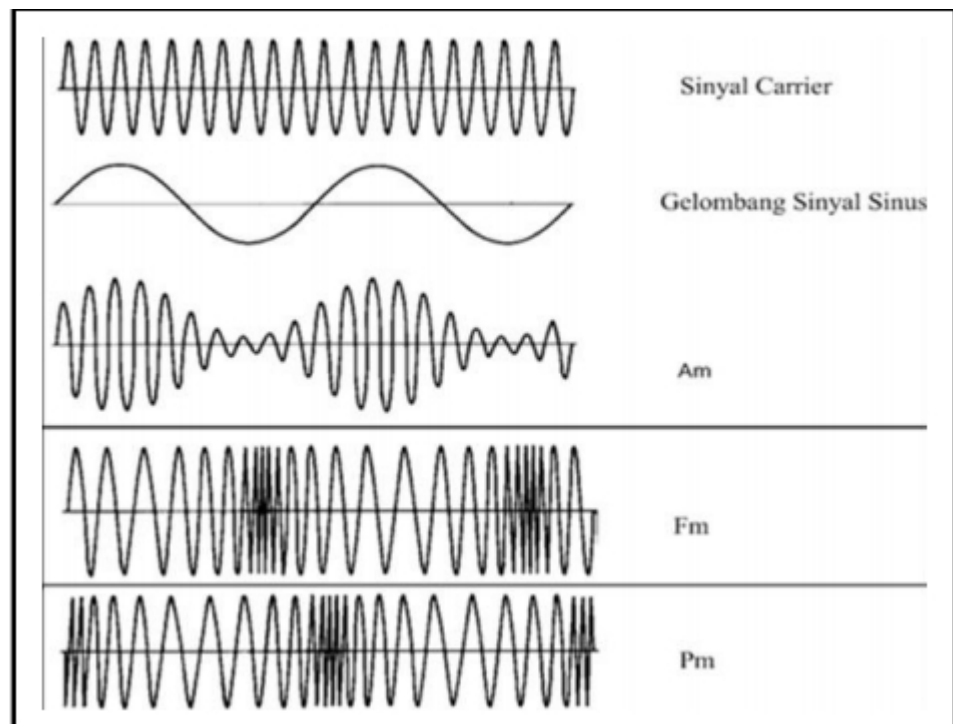
Amplitude Modulation (AM) adalah modulasi yang paling sederhana. Gelombang pembawa (carrier wave) diubah amplitudonya sesuai dengan sinyal informasi yang akan dikirimkan. Modulasi ini disebut juga linear modulation, artinya bahwa pergeseran frekuensinya bersifat linier mengikuti sinyal informasi yang akan ditransmisikan.

2. Frequency Modulation (FM)

Frequency Modulation (FM) adalah nilai frekuensi dari gelombang pembawa (carrier wave) diubah-ubah menurut besarnya amplitudo dari sinyal informasi. Karena noise pada umumnya terjadi dalam bentuk perubahan amplitudo, FM lebih tahan terhadap noise dibandingkan dengan AM.

3. Phase Modulation (PM)

Phase Modulation (PM) adalah proses modulasi yang mengubah fasa sinyal pembawa sesuai dengan sinyal pemodulasi atau sinyal pemodulasinya. Sehingga dalam modulasi PM amplitudo dan frekuensi yang dimiliki sinyal pembawa tetap, tetapi fasa sinyal pembawa berubah sesuai dengan informasi. 8 Adapun bentuk dari sinyal modulasi analog adalah sebagai berikut :



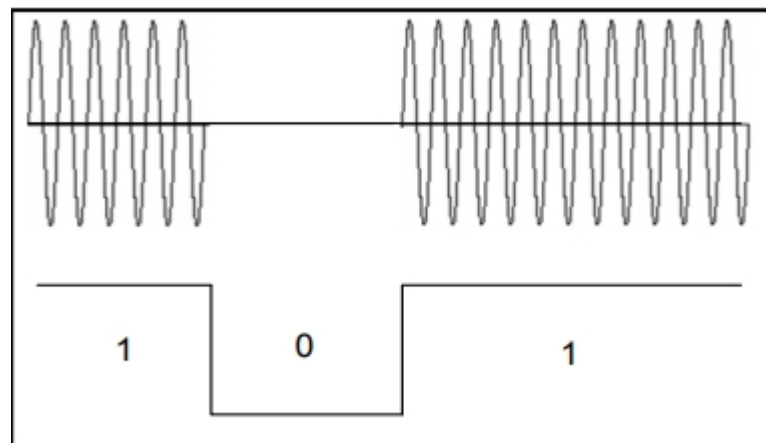
Gambar 2.1 Bentuk sinyal modulasi analog.

Modulasi Digital

Modulasi digital adalah teknik pengkodean sinyal dari sinyal analog ke dalam sinyal digital (bit-bit pengkodean). Pada teknik ini, sinyal informasi digital yang akan dikirimkan dipakai untuk mengubah frekuensi dari sinyal pembawa. Dalam komunikasi digital, sinyal informasi dinyatakan dalam bentuk digital berupa biner "1" dan "0", sedangkan gelombang pembawa berbentuk sinusoidal yang termodulasi disebut juga modulasi digital. Adapun yang termasuk kedalam modulasi digital adalah sebagai berikut:

1. Amplitude Shift Keying (ASK)

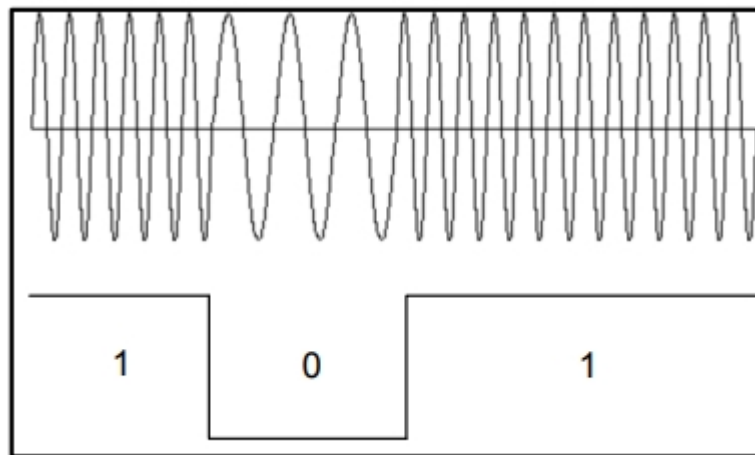
Modulasi digital Amplitude Shift Keying (ASK) adalah pengiriman sinyal digital berdasarkan pergeseran amplitudo. Sistem modulasi ini merupakan sistem 9 modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan dan sinyal digital 0 sebagai suatu nilai tegangan yang bernilai 0 volt. Sehingga dapat diketahui bahwa didalam sistem modulasi ASK, kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada tidaknya sinyal informasi digital. Adapun bentuk dari sinyal modulasi digital Amplitude Shift Keying (ASK) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Sinyal modulasi digital Amplitude Shift Keying (ASK).

2. Frequency Shift Keying (FSK)

Modulasi digital Frequency Shift Keying (FSK) merupakan sejenis Frequency Modulation (FM), dimana sinyal pemodulasinya (sinyal digital) menggeser outputnya antara dua frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya, yang biasa diistilahkan frekuensi mark dan space. Modulasi digital dengan FSK juga menggeser frekuensi carrier menjadi beberapa frekuensi yang berbeda didalam band-nya sesuai dengan keadaan digit yang dilewatkannya. Jenis modulasi ini tidak mengubah amplitudo dari signal carrier yang berubah hanya frekuensi. 10 Teknik FSK banyak digunakan untuk informasi pengiriman jarak jauh atau teletype. Standar FSK untuk teletype sudah dikembangkan selama bertahun-tahun, yaitu untuk frekuensi 1270 Hz merepresentasikan mark atau 1, dan 1070 Hz merepresentasikan space atau 0. Adapun bentuk dari sinyal modulasi digital Frequency Shift Keying (FSK) adalah sebagai berikut:

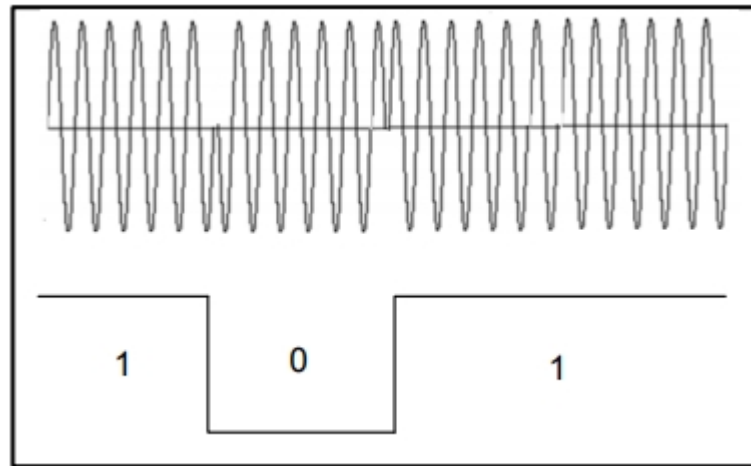


Gambar 2.3 Sinyal modulasi digital Frequency Shift Keying (FSK).

3. Phase Shift Keying (PSK)

Modulasi digital Phase Shift Keying (PSK) merupakan modulasi yang menyatakan pengiriman sinyal digital berdasarkan pergeseran fasa. Biner 0 diwakilkan dengan mengirim suatu sinyal dengan fasa yang sama terhadap sinyal yang dikirim sebelumnya dan biner 1 diwakilkan dengan mengirim suatu sinyal dengan fasa berlawanan dengan sinyal dengan sinyal yang dikirim sebelumnya. Dalam proses modulasi ini, fasa dari

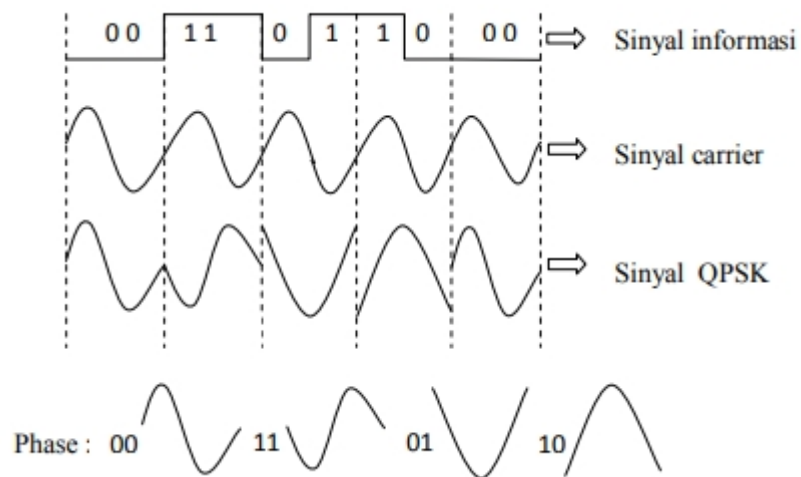
frekuensi gelombang pembawa berubahubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Adapun bentuk dari sinyal modulasi digital Phase Shift Keying (PSK) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Sinyal modulasi digital Phase Shift Keying (PSK).

4. Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) adalah pengembangan dari modulasi PSK. Sesuai dengan namanya, QPSK memiliki empat buah bentuk sinyal termodulasi. Sinyal termodulasi QPSK didapatkan dari empat macam sinyal masukan yang berbeda, yaitu 00, 01, 11 dan 10. Setiap dua bit biner diwakili satu simbol. Keempat buah bentuk sinyal termodulasi QPSK masingmasing memiliki beda fasa 90o satu sama lain.



Gambar 2.5 Sinyal modulasi QPSK

5. Gaussian Minimum Shift Keying (GSMK)

Sistem komunikasi GSM menggunakan teknik modulasi GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Untuk mengetahui bagaimana teknik modulasi GMSK diterapkan maka akan dibahas terlebih dahulu modulasi MSK dimana GMSK diturunkan dari MSK.

MSK adalah skema modulasi fase secara kontinyu dimana pada sinyal pembawanya tidak terdapat diskontinuitas pada fase dan frekuensi berubah pada saat zero crossing pada pembawa. MSK terlihat unik berdasarkan hubungan antara frekuensi logika 1 dan 0. Perbedaan antara frekuensi logika 1 dan 0 selalu sama dengan setengah pesat data yang dikirim. Dengan kata lain indeks modulasi untuk MSK adalah 0.5. yang dinyatakan sebagai :

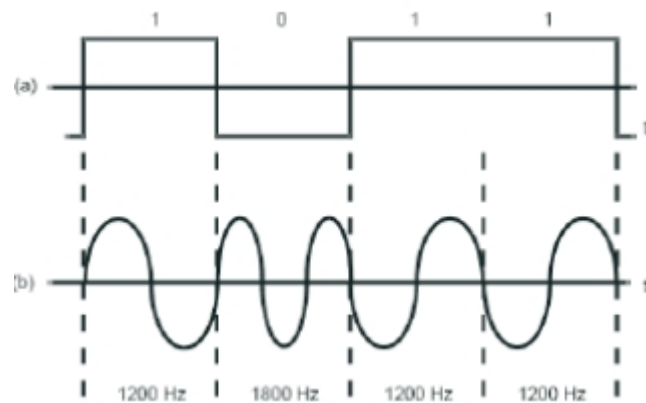
$$m = \Delta f \times T \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$$\Delta f = f_{logic1} - f_{logic0}$$

$$T = Rate$$

Sebagai contoh, sebuah sinyal data baseband MSK 1200bps dapat disusun dari sinyal dengan frekuensi 1200 Hz dan 1800 Hz masing-masing untuk logika 1 dan 0. Dapat dilihat pada gambar 2.7.

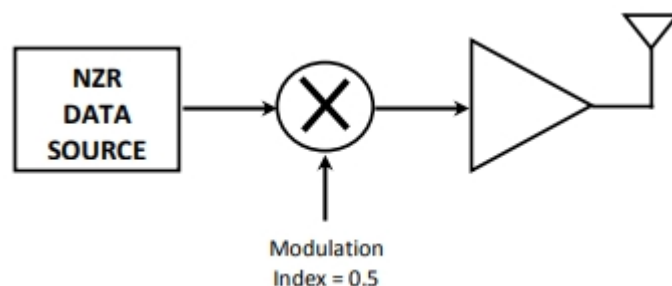


Gambar 2.6. Sinyal data MSK dengan baud rate 1200

a= Data NRZ

b= Sinyal MSK

Metode dalam membuat modulasi MSK dapat diwujudkan dengan memasukkan data NRZ ke modulator frekuensi dengan indeks modulasi sebesar 0.5, dapat dilihat gambar 2.7.



Gambar 2.7 Metode alternatif modulasi MSK

Permasalahan utama pada MSK adalah spektrumnya tidak cukup rapih untuk mencapai pesat data hingga mendekati bandwidth kanal RF. Sebuah plot spektrum MSK menunjukkan bahwa sidelobes memanjang melebihi pesat data sesuai pada gambar 2.8. Untuk transmisi data secara

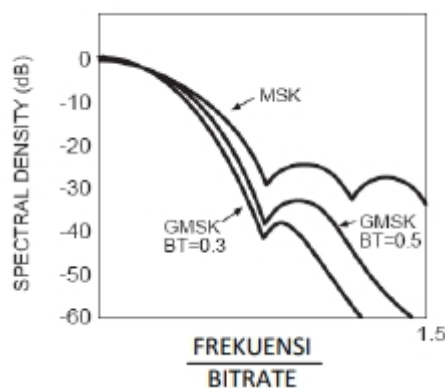
wireless yang memerlukan penggunaan bandwidth kanal RF yang lebih efisien, dibutuhkan pengurangan energi pada upper sidelobes MSK.

Cara langsung untuk mengurangi energi adalah melewati data pada suatu LPF terlebih dahulu sebelum akhirnya dimasukkan ke pre-modulation LPF. Pre-modulation LPF harus mempunyai bandwidth sempit dengan cut off frekuensi yang runcing dan overshoot pada respons impuls yang sangat kecil.

Disinilah mengapa digunakan Gaussian filter yang mempunyai respons impulse sesuai karakter distribusi Gaussian klasik. Filter ini menghilangkan sinyal-sinyal harmonik dari gelombang pulsa data dan menghasilkan bentuk yang lebih bulat pada ujung-ujungnya. Jika hasil ini diaplikasikan pada modulator fasa, hasil yang di dapat adalah bentuk envelope yang termodifikasi (ada sinyal pembawa). Bandwidth envelope ini lebih sempit dibandingkan dengan data yang tidak dilewatkan pada filter gaussian. Dapat dilihat pada gambar 2.8.

Gambar 2.8 Spektral density untuk MSK dan GMSK

Sistem MSK memiliki beberapa kelebihan, namun secara spesifik kelebihan dari GMSK sendiri yaitu :



1. Efisiensi daya yang sangat baik, karena memiliki amplop/selubung yang konstan.
2. Efisiensi spektral yang sangat baik.

3. Relatif sederhana dan fleksibel.
4. Dapat terdeteksi secara koheren sebagai sinyal MSK dan secara non-koheren sebagai FSK.