

SISTEM VERIFIKASI MODUL MODULASI FM (FREKUENSI MODULASI) MENGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN MATLAB

Putri Alit Widyastuti Santiary

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064 Tuban Badung-Bali
Email: putrialit@gmail.com

Abstrak

Perancangan modul modulasi FM (Frekuensi Modulasi) menggunakan bahasa pemrograman Matlab dibuat untuk melihat unjuk kerja dari modulasi FM yang berupa gelombang termodulasi dan spektrum sinyal dari gelombang termodulasi tersebut. Modul modulasi FM ini berupa simulasi menggunakan bahasa pemrograman Matlab, diaplikasikan dengan menginputkan data sesuai dengan parameter yang ada pada modulasi FM, maka akan diperoleh tampilan-tampilan gelombang baik untuk sinyal input, sinyal carrier, sinyal termodulasi, dan spektrum sinyal termodulasi. Dengan perancangan modul modulasi FM diharapkan nantinya dapat dipergunakan sebagai bahan praktikum untuk mata kuliah Dasar Teknik Telekomunikasi.

Kata Kunci: *Modulasi, Frekuensi Modulasi*

1 PENDAHULUAN

Modulasi adalah proses merubah parameter sinyal carrier menggunakan sinyal informasi. Parameter sinyal carrier berupa amplitudo, frekuensi, dan phase.

Memodulasi berarti mengatur atau menyetel. Dalam telekomunikasi tepatnya berarti mengatur suatu parameter dari suatu pembawa (*carrier*) frekuensi tinggi dengan pertolongan sinyal informasi yang memiliki frekuensi rendah. Keperluan akan modulasi mula-mula timbul dalam transmisi radio dari sinyal-sinyal frekuensi rendah (misalnya frekuensi audio). Pada sistem komunikasi ada dua teknik modulasi yaitu modulasi digital dan modulasi analog. Modulasi analog terdiri dari tiga macam yaitu AM (*Amplitudo Modulation*), FM (*Frequency Modulation*), dan PM (*Phase Modulation*).

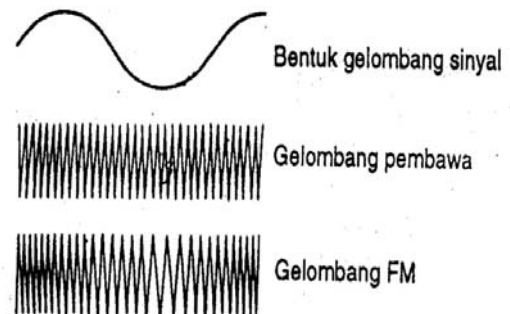
Pada penelitian menggunakan modulasi FM mono yang parameter-parameter disesuaikan guna menghasilkan karakteristik tampilan modulasi FM dengan jelas pada MATLAB 7.0.4.365.

2 MODULASI FREKUENSI

Modulasi FM adalah proses modulasi dimana sinyal informasi dapat digunakan untuk mengubah frekuensi pembawa. Modulasi frekuensi memiliki beberapa kelebihan tertentu yaitu perbandingan S/N dapat ditingkatkan tanpa harus menambah daya yang dipancarkan. Bentuk interferensi tertentu pada penerimaan lebih mudah untuk ditekan dan proses modulasi dapat dilakukan pada tingkat daya yang lebih rendah pada pemancar, sehingga dengan demikian tidak diperlukan daya modulasi yang terlalu besar.

Rentang frekuensi FM adalah 88 MHz – 108 MHz sehingga dikategorikan sebagai Very High Frequency (VHF). Sedangkan panjang gelombangnya

adalah dibawah 1000 KHz sehingga jangkauan sinyalnya tidak jauh. Modulasi frekuensi memiliki bandwidth yang lebih lebar daripada modulasi amplitudo.



Gambar 1. Modulasi Frekuensi

Sinyal modulasi e_m digunakan untuk mengubah frekuensi pembawa, misalnya, e_m dapat digunakan untuk mengubah kapasitansi dari rangkaian osilator frekuensi pembawa. Jika perubahan pada frekuensi pembawa adalah ke_m dengan k adalah konstanta yang dikenal sebagai konstanta deviasi frekuensi, maka frekuensi pembawa sesaat adalah :

$$f_i = f_c + ke_m$$

Dengan f_c adalah frekuensi pembawa tanpa modulasi. Bila e_m suatu gelombang sinus,

$$e_m = Em_{maks} \sin \omega_m t,$$

maka frekuensi pembawa sesaat menjadi :

$$f_i = f_c + kEm_{maks} \sin \omega_m t$$

Deviasi frekuensi puncak dari sinyal didefinisikan sebagai,

$$\Delta f = kEm_{maks}$$

sehingga persamaan menjadi :

$$f_i = f_c + \Delta f \sin \omega_m t$$

Agar dapat memperoleh suatu pengertian kuantitatif tentang modulasi frekuensi, pertama-tama perlu diturunkan persamaan untuk gelombang yang dimodulasi. Gelombang pembawa yang tidak dimodulasi adalah suatu gelombang sinus, dengan persamaan

$$e = E c_{maks} \sin(\omega_c t + \theta),$$

$E c_{maks}$ dapat dibuat sama dengan satu, sehingga:

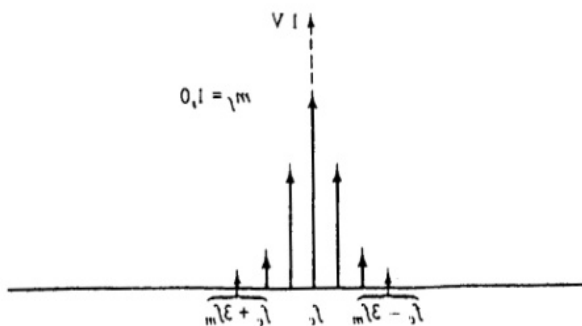
$$e_c = \sin(\omega_c t + \phi)$$

dengan $\omega_c = 2\pi f_c$ sama dengan suatu frekuensi sudut konstan dalam rad/det, dan ϕ adalah suatu sudut fasa konstanta dalam radian. Persamaan di atas adalah suatu bentuk yang khusus dari suatu rumus yang lebih umum, yaitu : $e = \sin \theta(t)$

Indeks modulasi untuk modulasi frekuensi didefinisikan sebagai,

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Kenyataan bahwa komponen spektrum pada frekuensi pembawa berkurang amplitudonya tidak berarti bahwa gelombang pembawa dimodulasi amplitudo. Gelombang pembawa adalah jumlah dari semua komponen-komponen dalam spektrum, dan jumlah ini memberikan pembawa dengan amplitudo konstan. Semua komponen-komponen spektrum adalah gelombang-gelombang sinus atau kosinus.



Gambar 2. Spektra untuk gelombang-gelombang yang dimodulasi Frekuensi dengan Indek Modulasi $m_f = 1,0$

Dalam proses modulasi frekuensi, ada juga berbentuk hasil-hasil intermodulasi, yaitu frekuensi-frekuensi selisih akan terjadi di antara berbagai frekuensi sisi bila sinyal modulasinya bukan berbentuk sinusoida atau kosinusoida. Tetapi, dari pengalaman diketahui bahwa persyaratan-persyaratan lebar jalur ditentukan oleh deviasi frekuensi

maksimum dan frekuensi modulasi tertinggi (harmonisa) yang ada didalam gelombang modulasi kompleks.

Spektrum untuk suatu gelombang yang dimodulasi sinusoida dapat langsung diukur pada suatu penganalisa spektrum dan deviasi frekuensi pembawa diukur tersendiri pada sebuah meter deviasi frekuensi. Untuk suatu frekuensi modulasi tertentu (misalnya 1 KHz), amplitudo dari sinyal modulasi dapat diatur.

3 PERANCANGAN SIMULASI MODULASI FM

Parameter yang digunakan dalam simulasi ini adalah:

- Frekuensi informasi 20 MHz
- Frekuensi carrier 100 MHz
- Amplitudo 1 V
- Sinyal sinus (e_m) yang memiliki frekuensi rendah (frekuensi informasi).
- Sinyal cosinus (e_c) yang memiliki frekuensi tinggi (frekuensi carrier).
- Indeks modulasi (m).

(2.10)



Sj lebih sulit dari pada a

Gambar 3. Blok simulasi modulasi FM

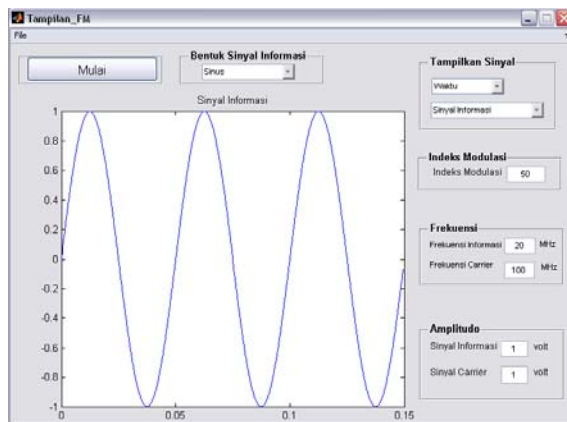
Sinyal informasi dapat berupa sinyal sinus, yang akan dikombinasikan dengan indeks modulasi, frekuensi, amplitudo dan bentuk tampilan yang diinginkan. Indeks modulasi yang dimasukkan maksimal 110, dan bisa dirubah sesuai dengan keinginan kita. Pada frekuensi dimasukkan frekuensi informasi dan frekuensi carrier dalam satuan MHertz. Sementara amplitudo sinyal informasi dan sinyal

carriernya dalam satuan volt. Untuk hasil tampilan bisa menampilkan bentuk modulasi FM dalam waktu dan frekuensi, serta bentuk sinyal informasi, sinyal carrier dan sinyal yang termodulasi.

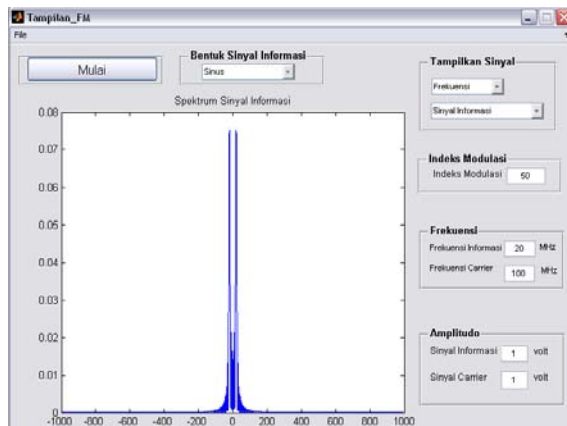
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Sinyal Informasi

Sinyal informasi berupa gelombang sinus, dengan frekuensi sebesar 20 Mhertz, indeks modulasi 50%, dan amplitudo 1 Volt. Sinyal ini dapat ditampilkan dalam wilayah waktu maupun dengan wilayah frekuensi yang menggunakan fungsi FFT (Fast Fourier Transform).



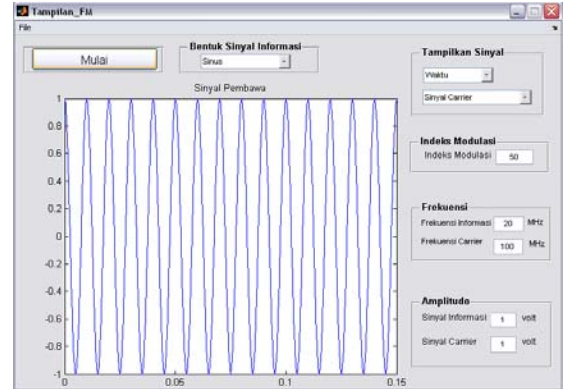
Gambar 4. Sinyal Informasi dalam Waktu



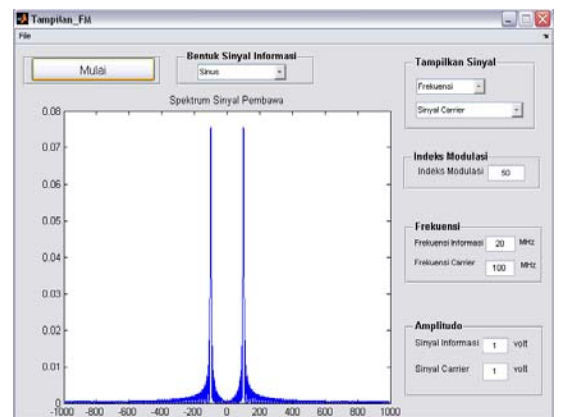
Gambar 5. Spektrum sinyal informasi

4.2 Tampilan sinyal Carrier

Sinyal carrier (sinyal pembawa) merupakan sinyal yang memiliki frekuensi yang tinggi. Sinyal inilah yang akan menguatkan sinyal informasi. Frekuensi sinyal pembawa 100 Mhertz, yang nilainya jauh lebih besar dari sinyal informasi. Sinyal carrier menggunakan indeks modulasi 50%. Berikut tampilan dari sinyal carrier :



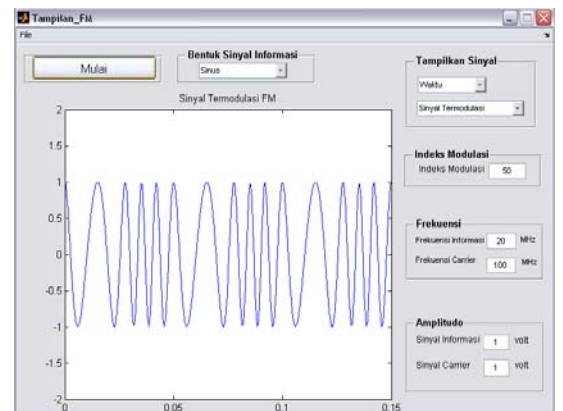
Gambar 6. Sinyal Carrier dalam Waktu



Gambar 7. Spektrum sinyal carrier

4.3 Tampilan Sinyal Termodulasi

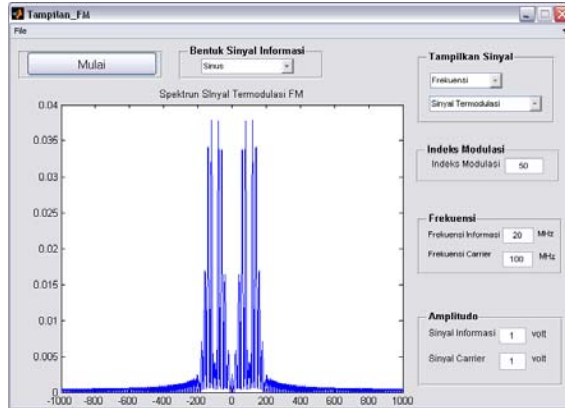
Sinyal yang termodulasi adalah sinyal informasi yang sudah digabungkan dengan sinyal carrier, sinyal ini merupakan sinyal modulasi FM.



Gambar 8. Sinyal Termodulasi FM

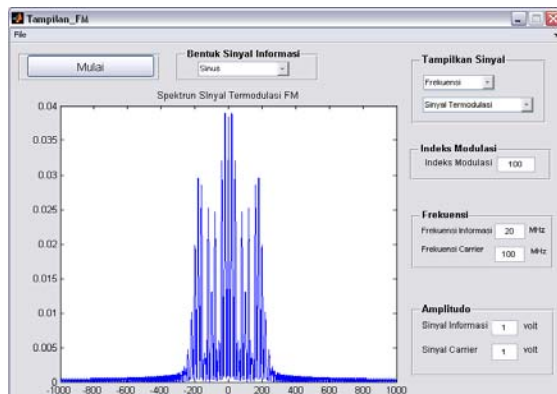
Spektrum sinyal termodulasi dengan indeks modulasi 50% dapat dilihat pada gambar 9.

Ditampilkan pada wilayah frekuensi, dengan tampilan gambar dua sisi, kondisi lower dan upper. Panjang frekuensi pada tampilan sebesar 1000 MHz. Dapat dilihat pada gambar tinggi frekuensi carriernya dan frekuensi informasinya dalam dB.



Gambar 9. Spektrum Sinyal Termodulasi dengan Indeks Modulasi 50%

Spektrum sinyal termodulasi dengan indeks modulasi 100% dapat dilihat pada gambar 10 ditampilkan pada wilayah frekuensi, dengan tampilan gambar dua sisi, kondisi lower dan upper. Panjang frekuensi pada tampilan sebesar 1000 MHz. Spektrum gelombang semakin melebar dibandingkan dengan indeks modulasi 30%, 50%, dan 80% dengan sideband yang semakin banyak.



Gambar 9. Spektrum Sinyal Termodulasi dengan Indeks Modulasi 100%

5 KESIMPULAN

Dari hasil simulasi modulasi FM maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi sinyal yang termodulasi meningkat menyebabkan terjadi modulasi lebih (*over modulation*) sehingga menjadi cacat.

2. Semakin besar indeks modulasi menyebabkan komponen spektrum pada frekuensi pembawa berkurang amplitudonya.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carlson, A. Bruce, 1986. *Communication System, Third Edition*, New York: McGraw Hill International Editions.
- [2] Gibson, Jerry D., 1993. *Principles of Digital and Analog Communications, Second Edition*, New York: Macmillan Publishing Company
- [3] Roddy Dennis, Kamal Idris, John Coolen. 1996. *Komunikasi Elektronika*, Jilid 1, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga
- [4] Santoso, Budi, 2007. *Data Mining Terapan dengan Matlab*, Edisi Pertama, Cetakan Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu
- [5] Schwartz, Mischa, Sri Jatno Wirjosoedirjo, Ph.D., 1986. *Transmisi Informasi, Modulasi, dan Bising*, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga.
- [6] User's Guide, 1995. The Student edition of Matlab: the Ultimate Computing Environment For technical Education, MathWork, NJ: Prentice Hall