

Teknik Modulasi dan Frekuensi GSM

Isa Falaq Albashar, 31285-TE
Umar Sidiq An Naas, 31768-TE
Rezky Mahendra, 31789-TE
Jurusan Teknik Elektro FT UGM,
Yogyakarta

1.1 PENDAHULUAN

Komunikasi bergerak (*mobile communication*) mulai dirasakan perlu sejak orang semakin sibuk pergi ke sana kemari dan memerlukan alat telekomunikasi yang siap dipakai sewaktu-waktu di mana saja ia berada. Kebutuhan ini ternyata tidak dibiarkan begitu saja oleh para *engineer* telekomunikasi. Mereka telah memikirkan standardisasi untuk komunikasi bergerak ini, salah satunya adalah **GSM** (*Global System for Mobile communications*).

Perangkat-perangkat telekomunikasi GSM kini telah tersebar luas di seluruh lapisan masyarakat, dominasinya belum mampu disaingi oleh perangkat CDMA meskipun CDMA terus mengalami peningkatan jumlah *user*. Pada tulisan ini akan dibahas 2 hal mengenai standar GSM tersebut, yaitu tentang teknik modulasi dan frekuensi yang digunakan pada operasinya.

1.2 TEKNIK MODULASI

Modulasi dapat didefinisikan sebagai proses penyesuaian sinyal informasi yang akan dikirimkan agar sesuai dengan karakteristik saluran transmisi tertentu dengan memperhatikan tujuan dan efisiensi pengiriman sinyal tersebut. Efisiensi yang dimaksud mencakup dimensi fisik, absorpsi daya, pemakaian bidang frekuensi, ketahanan terhadap gangguan dari luar. Umumnya modulasi melibatkan penerjemahan baseband sinyal pesan yang dilewatkan dalam bandpass sinyal yang memiliki frekuensi jauh lebih tinggi dari sinyal informasi. Bandpass sinyal tersebut yang disebut dengan sinyal termodulasi dan baseband sinyal yang disebut dengan sinyal pemodulasi. Modulasi dapat dilakukan dengan memodulasi amplitude, fase, atau frekuensi.

Sistem komunikasi GSM menggunakan teknik modulasi Gaussian filtered Minimum Shift Keying (GMSK). 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:

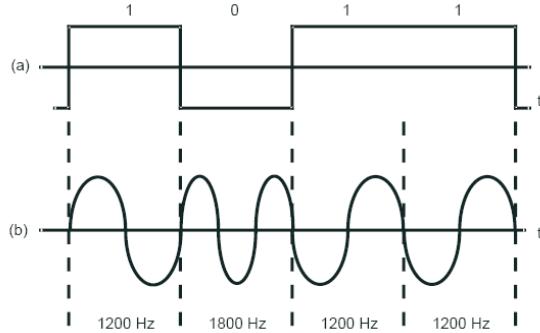
$$m = \Delta f \times T \quad (1)$$

dimana,

$$\Delta f = |f_{\text{logic 1}} - f_{\text{logic 0}}|$$

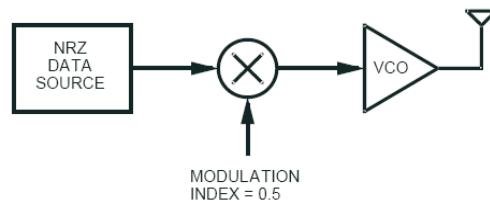
$$T = \frac{1}{\text{rate}}$$

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.



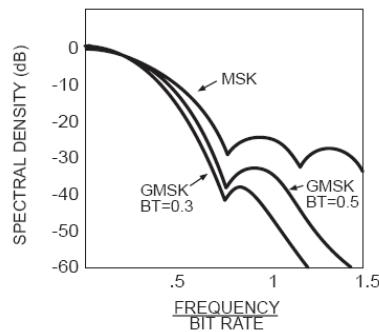
Gambar 1. Sinyal data MSK dengan baud rate 1200 a). Data NRZ b). Sinyal MSK

Sinyal baseband MSK seperti terlihat pada gambar 1 merupakan cara mengirimkan data pada sistem wireless dimana pesat data relatif kecil dibandingkan dengan bandwidth kanal. Metode alternatif dalam membuat modulasi MSK dapat diwujudkan dengan memasukkan data NRZ ke modulator frekuensi dengan indeks modulasi sebesar 0.5 (lihat gambar 2).



Gambar 2. Metode alternatif modulasi MSK

Permasalahan utama pada MSK adalah spektrumnya tidak cukup rapi untuk mencapai pesat data hingga mendekati bandwidth kanal RF. Sebuah plot spektrum MSK menunjukkan bahwa sidelobes memanjang melebihi pesat data sesuai pada gambar 3. Untuk transmisi data secara wireless yang memerlukan penggunaan bandwidth kanal RF yang lebih efisien, dibutuhkan pengurangan energi pada upper sidelobes MSK. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa cara langsung untuk mengurangi energi adalah melewatkkan 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 didapat adalah bentuk *envelope* yang termodifikasi (ada sinyal pembawa). *Bandwidth envelope* ini lebih sempit dibandingkan dengan data yang tidak dilewatkkan pada filter gaussian.



Gambar 3. Spektral density untuk MSK dan GMSK

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

- a) Efisiensi daya yang sangat baik, karena memiliki ampollop/selubung yang konstan.
- b) Efisiensi spektral yang sangat baik.
- c) Relatif sederhana dan fleksibel.
- d) Dapat terdeteksi secara koheren sebagai sinyal MSK dan secara non-koheren sebagai FSK

1.3 FREKUENSI

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada band frekwensi 900 MHz, dimana untuk frekwensi uplinknya digunakan frekwensi 890-915 MHz, dan frekwensi downlinknya menggunakan frekwensi 935 – 960 MHz. Dengan bandwidth sebesar 25 MHz yang digunakan ini ($915 - 890 = 960 - 935 = 25$ MHz), dan lebar kanal sebesar 200 kHz, maka akan didapat 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk voice dan 1 kanal untuk signaling.

Pada perkembangannya, jumlah kanal sebanyak 124 kanal tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan yang disebabkan pesatnya pertambahan jumlah subscriber. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak ini, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekwensi untuk GSM pada band frekwensi di range 1800 MHz, yaitu band frekwensi pada 1710-1785 MHz sebagai frekwensi uplink dan frekwensi 1805-1880 MHz sebagai frekwensi downlinknya. Kemudian GSM dengan band frekwensi 1800 MHz ini dikenal dengan sebutan GSM 1800. Pada GSM 1800 ini tersedia bandwidth sebesar 75 MHz ($1880-1805 = 1785-1710 = 75$ MHz). Dengan lebar kanal tetap sama seperti GSM 900, yaitu 200 kHz, maka pada GSM 1900 akan tersedia kanal sebanyak 375 kanal.

GSM yang awalnya hanya digunakan di Eropa, kemudian meluas ke Asia dan Amerika. Di Amerika Utara, dimana sebelumnya sudah berkembang teknologi lain yang menggunakan frekwensi 900 MHz dan juga 1800 MHz, sehingga frekwensi ini tidak dapat lagi digunakan untuk GSM. Maka regulator telekomunikasi di sini memberikan alokasi frekwensi 1900 MHz untuk peng-implementasian GSM di Amerika Utara. Pada GSM 1900 ini, digunakan frekwensi 1930-1990 MHz sebagai frekwensi downlink dan frekwensi 1850-1910 MHz sebagai frekwensi uplinknya. Spesifikasi lengkap tentang GSM 900, GSM 1800, dan GSM 1900 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

TABEL 1. Perbandingan Frekuensi pada GSM

	GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Frekwensi Tx (MHz)	935 - 960	1805 - 1880	1930 - 1990
Frekwensi Rx (MHz)	890 - 915	1710 - 1785	1850 - 1910
Metode Multiple Akses	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA

Teknologi GSM yang kita pakai saat ini menggunakan frekuensi 900 mHz dengan jangkauan 1,5 km sampai 2 km saja. Akan tetapi, jangkauan itu dapat diperluas dengan menggunakan antena payung yang tinggi (umbrella). Dengan penggunaan antena payung, jangkauan GSM dapat mencapai 35 km.

GSM mengalahkan CDMA – Code Division Multiple Access untuk sementara ini. Gaung WCDMA a.k.a. 3G yang mengusung teknologi CDMA di dalamnya pun masih simpang siur dan belum mampu menggeser GSM dalam percaturan dunia telekomunikasi Indonesia. Tampaknya, teknologi GSM sudah mengakar dan sangat perkasa untuk ditaklukkan.

Spesifikasi Teknis:

- Uplink 890 MHz – 915 MHz
- Downlink 935 MHz – 960 MHz
- Duplex Spacing 45 MHz
- Carrier Spacing 200 MHz
- Modulasi GMSK
- Metode Akses FDMA- TDMA

Alokasi Frekuensi untuk 3 Operator Terbesar:

1. Indosat/Satelindo : 890 – 900 MHz (10MHz)
2. Telkomsel : 900 – 907.5 MHz (7.5MHz)
3. Excelcomindo : 907.5 – 915 MHz (7.5MHz)

Alokasi untuk untuk Hutchison (3) ada di pita 1900MHz, sampai sekarang penulis belum tau di kanal berapa Hutchison bekerja. Dalam tiap operator GSM biasanya memiliki divisi Optimisasi yang bertugas untuk melakukan optimisasi jaringan GSM dengan cara mengatur pola frekuensi re-use dalam jaringan. Frekuensi re-use dalam GSM digunakan untuk menghindarkan interferensi dari dua BTS dengan frekuensi kerja yang sama. Dengan mekanisme frekuensi re-use maka interferensi bisa dihindari.

Dalam teknologi GSM, pengguna jasa yang sedang melakukan pembicaraan akan diberi alokasi 1 slot kanal untuk melakukan pembicaraan. Hal ini memungkinkan kita memiliki kanal sendiri saat sedang berbicara tanpa bisa diganggu oleh pengguna lain. Namun, dengan demikian maka jumlah kanal yang tersedia akan terbatas dan berakibat jumlah pembicaraan (user) yang mampu dilayani oleh suatu BTS akan berjumlah tertentu. Namun demikian, dalam GSM antara pengguna satu dengan lainnya tidak saling menginterferensi seperti halnya dalam komunikasi CDMA. Hal ini memberikan hasil suara yang lebih jernih dan nyaman.

REFERENCES

- [1] Murota, K. and Hirade, K., “GMSK Modulation for Digital Mobile Radio Telephony,” IEEE Transactions on Communications, vol COM-29, No. 7. pp. 1044-1050, July 1981.
- [2] Pebbles, P. Jr., “Digital Communication Systems,” Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987.
- [3] Sklar, B., “Digital Communications: Fundamentals and Applications,” Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

