

SIMULASI PEMBANGKITAN SINYAL 8-PHASE SHIFT KEYING BERBASIS MATLAB

Indah Susilawati

Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Kampus I Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta, Telp. (0274) 6498211, 6498212 Fax. (0274) 6498213
e-mail: susilawati.indah@yahoo.co.id

Abstract

Phase Shift Keying (PSK) is simply the allocation of one fixed phase for every code in the bit streams. In BPSK modulation, it's needed to allocate two distinct phases for "1" and "0". In QPSK modulation, it's needed to allocate four distinct phases, each for "01", "01", "10", and "11". While in 8-PSK, it's needed to allocate eight distinct phases, each for "000", "001", "010", "011", "100", "101", "110", and "111". Bandwidth efficiency in BPSK is 1 b/s/Hz and 2 b/s/Hz in QPSK. While in 8-PSK, bandwidth efficiency achieved is 3 b/s/Hz. Higher efficiency bandwidth means narrower bandwidth needed for data transmission. This simulation is used to generate 8-PSK signals using Matlab software tools. The results show that the simulation is able to generate BPSK and QPSK signals perfectly.

Keywords: modulation, 8-PSK, phase

Abstrak

Modulasi Phase Shift Keying (PSK) secara sederhana mengalokasikan satu fase tertentu untuk setiap sandi yang ada. Pada BPSK dialokasikan dua fase yang berlainan untuk sandi "1" dan "0". Pada QPSK dialokasikan empat fase yang berlainan untuk sandi "00", "01", "10", dan "11". Sedangkan untuk 8-PSK harus dialokasikan delapan fase yang berbeda untuk sandi "000", "001", "010", "011", "100", "101", "110", dan "111". Setiap kali level PSK meningkat, maka efisiensi bandwidth juga meningkat. Pada BPSK efisiensi bandwidth-nya 1 b/s/Hz, pada QPSK efisiensi bandwidth-nya 2 b/s/Hz, dan pada 8-PSK efisiensi bandwidth-nya mencapai 3 b/s/Hz. Semakin besar efisiensi bandwidth maka semakin sempit bandwidth yang dibutuhkan untuk transmisi data. Simulasi pada makalah ini bertujuan untuk membangkitkan sinyal 8-PSK menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Hasil simulasi menunjukkan bahwa program berhasil membangkitkan sinyal 8-PSK dengan baik sesuai ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Kata kunci: modulasi, 8-PSK, fase

1. PENDAHULUAN

Dalam komunikasi digital, sinyal yang akan ditransmisikan berupa serangkaian nilai "1" dan "0". Sepintas hal ini merupakan problem yang lebih sederhana daripada transmisi analog, karena hanya ada dua level amplitude yaitu *on* dan *off*. Kenyataannya adalah bahwa sebuah pulsa tersusun atas sebuah komponen fundamental dan sejumlah tak terhingga komponen harmonik. Secara teori, hal ini akan membutuhkan *bandwidth* yang tak terhingga pula untuk mentransmisikannya. Di lain pihak, setiap sistem komunikasi memiliki *bandwidth* yang terbatas, dan hal ini yang selalu menjadi pertimbangan penting dalam perancangan modulator dan demodulator (modem) digital.

Untuk membangun sistem komunikasi digital, setidaknya sistem tersebut harus dapat mentransmisikan kanal suara sebanyak yang dapat ditransmisikan oleh sistem analog (dengan *bandwidth* yang sama). Dari sudut pandang ini, didefinisikan istilah efisiensi *bandwidth* yaitu jumlah bit yang dapat ditransmisikan setiap detik setiap Hertz atau dinyatakan dengan satuan b/s/Hz. Dalam hirarki digital, 140 Mb/s terdiri atas 1920 kanal suara. Jika efisiensi *bandwidth*-nya adalah 1 b/s/Hz, maka *bandwidth* yang dibutuhkan untuk transmisi adalah 140 MHz. Nilai

ini sangat besar, sehingga akan lebih menguntungkan jika dapat dilakukan modifikasi sistem untuk memperbaiki efisiensi *bandwidth*. Hal ini dapat dilakukan selama proses modulasi.

Salah satu jenis modulasi digital yang memungkinkan untuk memilih besarnya nilai efisiensi *bandwidth* adalah modulasi PSK (*Phase Shift Keying*). Pada modulasi jenis ini, sinyal pemodulasi yang berupa sinyal digital digunakan untuk memodulasi fase sinyal pembawa sinusoidal. Jika sinyal informasi mempunyai logika "1" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu fase tertentu misalnya fase 0° , sedangkan jika sinyal informasi mempunyai logika "0" maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu fase yang lain, misalnya fase 180° . Dengan demikian, maka sinyal PSK yang ditransmisikan adalah sinyal sinusoidal dengan amplitude konstan dengan fase yang sesuai dengan arus data pada sinyal informasi. Jenis modulasi PSK seperti ini disebut 2 – PSK atau *Binary Phase Shift Keying* (BPSK).

Modulasi PSK juga berkembang menjadi beberapa bentuk atau varian, yaitu DPSK (*Differential PSK*), DEPSK (*Differential Encoded PSK*), dan *M-ary PSK* [1]. Pada *M-ary PSK*, ada sejumlah *M* sandi, setiap sandi tersusun atas *n* bit ($M = 2^n$) dan dinyatakan dengan sebuah fase tertentu, sehingga ada sejumlah *M* fase yang berbeda yang digunakan. Jenis-jenis *M-ary PSK* yang berkembang antara lain adalah:

1. QPSK (*Quadrature PSK*)

Pada QPSK digunakan penyandian dengan 2 bit sehingga $n = 2$ dan terdapat $M = 4$ sandi yang berbeda, yaitu 00, 01, 10, dan 11. Dengan demikian ada empat sandi yang harus dinyatakan dengan empat fase yang berbeda. Sebagai contoh dapat dialokasikan fase untuk setiap sandi sebagai berikut.

- 11 dinyatakan dengan fase 45°
- 10 dinyatakan dengan fase 135°
- 00 dinyatakan dengan fase 225°
- 01 dinyatakan dengan fase 315°

2. 8 – PSK

Pada 8–PSK digunakan penyandian dengan 3 bit sehingga $n = 3$ dan terdapat $M = 8$ sandi yang berbeda, yaitu 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, dan 111. Dengan demikian ada delapan sandi yang harus dinyatakan dengan delapan fase yang berbeda pula. Secara umum dapat diketahui jarak atau selang antar fase adalah $360^\circ/M$, sehingga selang fase antar sandi untuk 8–PSK adalah sebesar $360^\circ/8 = 45^\circ$.

3. 16 – PSK

Pada 16 – PSK digunakan penyandian dengan 4 bit sehingga $n = 4$ dan terdapat $M = 16$ sandi yang berbeda, yaitu 0000, 0001, 0010, ..., 1111. Dengan demikian harus dialokasikan 16 fase yang berbeda untuk menyatakan setiap sandi tersebut. Selang fase antar sandi untuk 16 – PSK adalah sebesar $360^\circ/16 = 22,5^\circ$.

Setiap kali level atau tingkat PSK meningkat (BPSK, QPSK, 8 – PSK, dan seterusnya), maka efisiensi *bandwidth* secara teoritis (*theoretical bandwidth efficiency*) juga meningkat [2]. Hal ini diperlihatkan pada Tabel 1. Semakin besar efisiensi *bandwidth* maka semakin sempit *bandwidth* yang dibutuhkan untuk transmisi data. Misalnya pada contoh di atas, jika digunakan modulasi 8–PSK maka untuk transmisi data 140 Mb/s hanya dibutuhkan *bandwidth* selebar $140/3 \text{ MHz} = 46.67 \text{ MHz}$. Ini berarti hanya sepertiga *bandwidth* yang dibutuhkan jika digunakan modulasi BPSK, dengan kata lain penggunaan *bandwidth* menjadi 3 kali lipat lebih efisien.

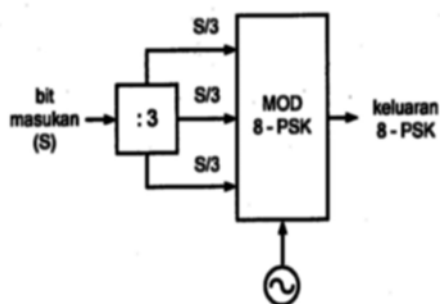
Tabel 1. Efisiensi *bandwidth*

Jenis Modulasi	Efisiensi <i>Bandwidth</i> (b/s/Hz)
BPSK	1
QPSK	2
8 – PSK	3

Teknologi yang memanfaatkan teknik modulasi 8-PSK diantaranya adalah teknologi yang saat ini disebut EGPRS (*Enhanced General Packet Radio Services*) dan EDGE (*Enhanced Data rates for Global Evolution*). EDGE menyediakan evolusi jalur yang telah ada pada sistem GSM (*Global System for Mobile Communication*) sehingga dapat mengirimkan data dengan kecepatan yang lebih tinggi untuk memfasilitasi akses internet nirkabel (*wireless internet acces*) [3] [4] [5] [6]. Sistem GSM menggunakan teknik modulasi GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) yang hanya memungkinkan *mapping* satu bit untuk setiap simbol. EGPRS dan EDGE memungkinkan kecepatan data yang lebih tinggi dengan *mapping* lebih banyak bit dalam setiap simbol [4] yaitu dengan menerapkan teknik modulasi 8-PSK pada sistem GSM/GPRS [6]. Dengan teknik modulasi 8-PSK, setiap simbol mewakili tiga bit informasi (*mapping* tiga bit untuk setiap simbol) [5] [7]. Teknik modulasi 8-PSK digunakan selain karena memungkinkan pesat bit yang lebih tinggi, juga karena mempunyai efisiensi *bandwidth* yang tinggi [3] [8]. EDGE mampu menyediakan layanan data *mobile* hingga 547,2 kbps dan menjadi populer di antara pelanggan *mobile* [9].

2. METODE PENELITIAN

Diagram blok untuk pembangkitan sinyal 8-PSK diperlihatkan pada Gambar 1 [2]. Bit-bit input (S) dibagi menjadi sandi-sandi yang masing-masing terdiri atas 3 bit (konversi serial ke paralel). Pada simulasi hal ini dilakukan dengan mengambil 3 bit yang berurutan dalam sekali penyandian. Setiap sandi kemudian dipetakan ke satu fase sesuai dengan diagram konstelasi yang diperlihatkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut diperlihatkan diagram konstelasi untuk delapan sandi yang ada yaitu 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, dan 111 yang digunakan dalam teknologi EDGE [4] [6]. Sebagai contoh jika bit input adalah 001 maka modulator akan menghasilkan keluaran berupa sinyal sinusoidal dengan fase 180°.



Gambar 1. Diagram blok pembangkitan sinyal 8-PSK



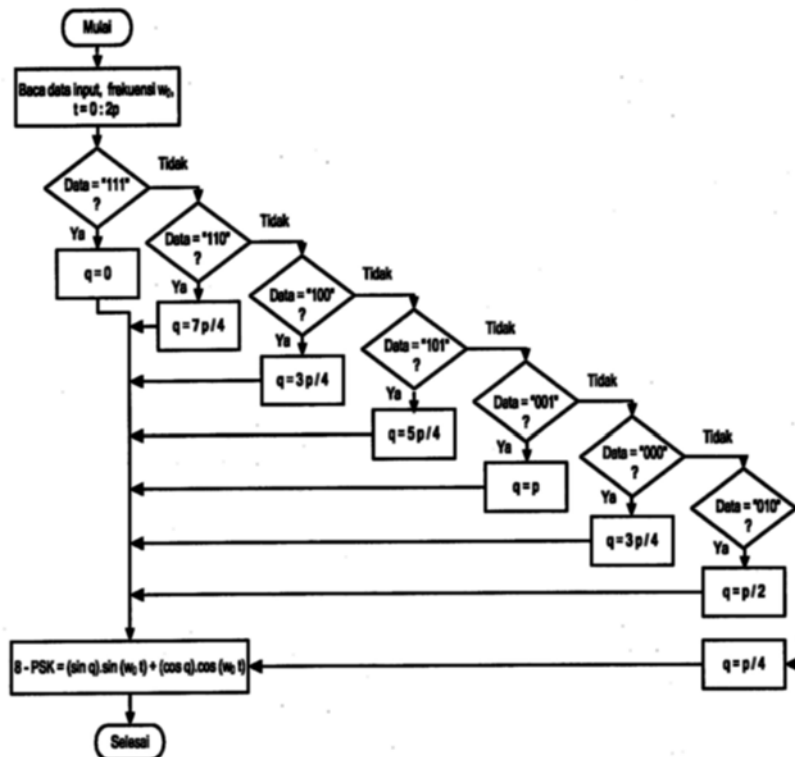
Gambar 2. Diagram konstelasi 8-PSK tanpa rotasi yang digunakan EDGE

Tabel 2. Mapping bit-bit pemodulasi dan parameter 8-PSK

Bit-bit Pemodulasi	Parameter Simbol	ψ_i (°)
111	0	0
011	1	45
010	2	90
000	3	135
001	4	180
101	5	225
100	6	270
110	7	315

Berdasarkan diagram konstelasi pada Gambar 2, maka *mapping* antara bit-bit pemodulasi dan parameter 8-PSK dapat dinyatakan pada Tabel 2 [3]. Beberapa sumber

menggunakan diagram konstelasi atau *mapping* 8-PSK yang berbeda, misalnya dengan pertimbangan menghindari penggunaan fase-fase berupa sudut-sudut istimewa (0° , 90° , 180° , 270° , 360°) untuk menyatakan suatu sandi [2]. Diagram konstelasi 8-PSK yang berbeda juga digunakan dalam [10]. Simulasi pembangkitan sinyal 8-PSK pada makalah ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Matlab [11]. Untuk kepentingan pemrograman maka digunakan diagram alir atau *flowchart* yang diperlihatkan pada Gambar 3. Dalam hal ini pengalokasian fase untuk setiap sandi disesuaikan dengan diagram konstelasi 8-PSK seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 atau *mapping* yang ditunjukkan pada Tabel 2, yaitu diagram konstelasi dan *mapping* yang digunakan dalam teknologi EDGE.



Gambar 3. Diagram alir simulasi pembangkitan sinyal 8-PSK

Berikut *pseudocode* yang digunakan pada simulasi:

```

Masukkan data dan frekuensi sinyal pembawa ( $\omega_0$ )
Hitung panjang-data
Untuk n = 1 hingga panjang-data
  Ambil 3 bit data yang berurutan
  Tentukan fase ( $\theta$ ) sesuai dengan mapping pada Tabel 2
   $I = (\sin \theta) \cdot (\sin \omega_0 t)$ 
   $Q = (\cos \theta) \cdot (\cos \omega_0 t)$ 
  8-PSK = I + Q
Selesai
Tampilkan hasil

```

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

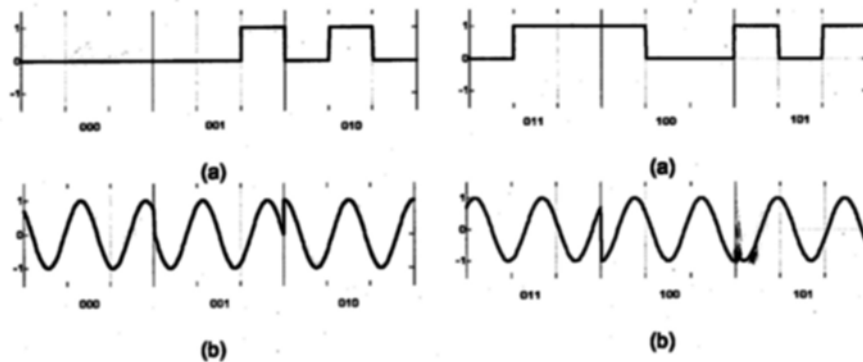
3.1. Hasil Simulasi

Simulasi pembangkitan sinyal 8-PSK pada makalah ini menggunakan sinyal pembawa sinusoidal (dua gelombang dalam satu periode sandi) [2]. Pada dasarnya dapat digunakan frekuensi yang lebih tinggi, namun pada simulasi ini digunakan frekuensi rendah sehingga perubahan fase pembawa lebih jelas terlihat pada hasil simulasi. Hasil simulasi pembangkitan sinyal termodulasi 8-PSK diperlihatkan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Pada tiga gambar tersebut masing-masing digunakan arus data 000001010, 011100101, dan 110111000.

3.2. Pembahasan

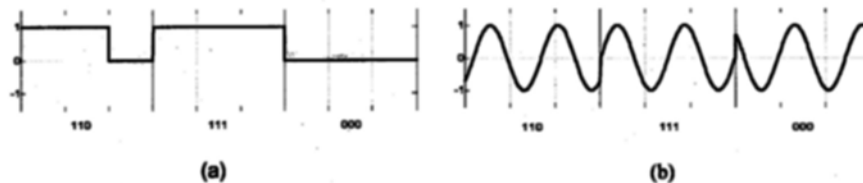
Pada Gambar 4(a) diperlihatkan sinyal biner dari arus data masukan 000001010 dan sinyal 8-PSK yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 4(b). Satu sandi masing-masing terdiri atas 3 bit. Pada Gambar 4(b) tampak bahwa sandi "000" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 135° ; sandi "001" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 180° ; dan sandi "010" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 90° . Hasil simulasi ini sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pada Gambar 5(a) diperlihatkan sinyal biner dari arus data masukan 011100101 dan sinyal 8-PSK yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 5(b). Gambar 5(b) memperlihatkan bahwa sandi "011" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 45° ; sandi "100" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 270° ; dan sandi "101" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 225° . Hasil ini sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 4. Hasil simulasi (a) arus data biner (b) sinyal 8-PSK dengan arus data pada (a)

Gambar 5. Hasil simulasi (a) arus data biner (b) sinyal 8-PSK dengan arus data pada (a)



Gambar 6. Hasil simulasi (a) arus data biner (b) sinyal 8-PSK dengan arus data pada (a)

Pada Gambar 6(a) diperlihatkan sinyal biner dari arus data masukan 110111000 dan sinyal 8-PSK yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 6(b). Pada Gambar 6(b) tampak

bahwa sandi "110" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 315° ; sandi "111" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 0° ; dan sandi "000" dinyatakan menggunakan sinyal pembawa dengan fase 135° . Hasil ini juga sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Keseluruhan hasil pengujian menunjukkan bahwa simulasi berhasil membangkitkan sinyal 8-PSK dengan baik sesuai dengan ketentuan pengalokasian fase sinyal pembawa yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu sesuai dengan diagram konstelasi 8-PSK yang ditunjukkan pada Gambar 2.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan pembahasan dapat ditarik simpulan bahwa simulasi berhasil membangkitkan sinyal 8-PSK dengan baik sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada simulasi ini belum diperhitungkan tentang *crest factor* yang berkenaan dengan dinamika level daya maksimum hingga minimum. Untuk pengembangan lebih lanjut dapat disimulasikan modulasi 8-PSK yang melibatkan rotasi pada diagram konstelasi untuk mengurangi (*reduce*) *crest factor*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Taub, H., and Schilling, DL., "*Principles of Communication Systems*", McGraw Hill, 250-267, 1986.
- [2]. Winch, RG., "*Telecommunication Transmission Systems*", McGraw-Hill Inc, 95-105, 1993.
- [3]. Tan, H. P., Lo, A., and Seah, W.G., "*Performance Evaluation of TCP/IP over EDGE*", Centre for Wireless Communication, National University of Singapore.
- [4]. Stuhlfauth, R., "*EGPRS Enhanced General Packet Radio Services*", Training Center Munich.
- [5]. -----, "*EGPRS Test: Meeting the Challenge of 8PSK Modulation*", Agilent Technologies Inc., USA, 2005.
- [6]. Gerstacker, W and Nickel, P., "*Single Antenna Interference Cancellation using Prefiltering and Multiuser Joint Detection based on the M-Algorithm*", Institute for Mobile Communication, University of Erlangen – Nuremberg.
- [7]. Weiss, N., "*Understanding EGPRS*", Communication & Signal Processing Ltd, 2001.
- [8]. Leong, S.Y., Wu, J., Xiao, C., and Olivier, J.C., "*Fast Time Varying Dispersive Channel Estimation and Equalization for an 8-PSK Cellular System*", IEEE Transaction on Vehicular Technology Vol. 55 No. 5, 1493-1502, 2006
- [9]. Leung and Lau, "*Testing System for Measuring and Calibrating the Transmission Power of EDGE Mobiles*", IEEE International Symposium on Circuit and System, 4493-4496, 2005.
- [10]. Rajpal, S., Rhee, D.J., and Lin, S., "*Low Complexity, High Performance and Bandwidth Efficient Concatenated Codes 8-PSK Schemes for Reliable Data Communications*", IEEE Transaction on Communication, Vol. 43. No. 2/3/4, 785-794, 1995.
- [11]. Hanselman, D., dan Littlefield, B., "*Matlab Bahasa Komputasi Teknis*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2000.