

BINARY PHASA SHIFT KEYING (BPSK)

Sigit Kusmaryanto

<http://sigitkus@ub.ac.id>

I Pendahuluan

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal informasi pada sinyal pembawa sehingga menghasilkan sinyal termodulasi. Dan untuk mendapatkan kembali sinyal informasi tersebut tentu ada proses demodulasi. Secara umum modulasi dibedakan menjadi dua, yaitu modulasi analog dan modulasi digital. Modulasi analog adalah suatu modulasi yang masukannya (sinyal informasi) adalah suatu sinyal analog. Sedangkan modulasi digital adalah suatu modulasi yang masukannya adalah sinyal biner. Modulasi analog ada beberapa macam yaitu AM (*Amplitude Modulation*), FM (*Frequency Modulation*), dan PM (*Phasa Modulation*). Sedangkan macam dari modulasi digital antara lain ASK (*Amplitude Shift Keying*), FSK (*Frequency Shift Keying*), PSK (*Phasa Shift Keying*).

1.1 Modulasi Digital

Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya pada dasarnya ada tiga cara pemodulasian suatu pembawa gelombang sinus : Perubahan amplitudonya, phasanya, dan frekuensinya sesuai dengan informasi yang ditransmisi. Dalam kasus biner ini sesuai dengan penggantian (switching) tiga parameter antara salah satu dari dua harga yang mungkin. Yang paling umum amplitudo berganti antara nol (keadaan mati atau *off*) dan suatu tingkatan amplitudo yang sudah ditentukan sebelumnya (keadaan hidup atau *on*). Maka sistem semacam itu dinamakan *diselaraskan-mati-hidup* (*Amplitude Shift Keying*). Begitu juga, dalam *penyelarasan geser-fasa* (*Phasa Shift Keying* atau *PSK*), phasa suatu pembawa bergantian sebesar π radian atau 180° . Cara lain kita dapat memikirkan penggantian polaritas pembawa menurut informasi biner. Dalam kasus *diselaraskan-geser-frekuensi* (*Frequency Shift Keying* atau *FSK*), pembawa bergantung antara dua frekuensi yang sudah ditentukan sebelumnya, dengan memodulasikan satu pengosilasi gelombang sinus atau dengan penggantian antara dua pengosilasi dikunci dalam phasa. Untuk pembahasan ini hanya akan membahas masalah yang berkaitan dengan PSK.

1.2 *Phasa Shift Keying* (PSK)

Dalam kasus ini kita mempunyai sinyal diselaraskan-geser-fasa yang diberikan sebagai

$$F_c(t) = \pm \cos \omega_c t \quad (1)$$

$$-\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2}$$

Jika diandaikan bentuk yang dipilih adalah empat persegi panjang. Disini suatu 1 dalam arus biner pita dasar sesuai dengan polaritas positif, dan suatu 0 dengan polaritas negatif. Suatu contoh ditunjukkan pada Gambar 1. Transisi-transisi fasa yang tak kontinu yang ditunjukkan pada awal dan akhir setiap selang bit, bilamana suatu transisi dari 1 ke 0 atau 0 ke 1 terjadi, sebetulnya dilicinkan (smooth) selama transmisi karena pemilihan bentuk yang dipergunakan. Tetapi informasi mengenai polaritas dipertahankan dipusat setiap celah, sehingga penguraian kode di penerima pada umumnya diatur dilakukan disekitar pusat. Oleh karena itu secara umum PSK dapat dibuat persamaan :

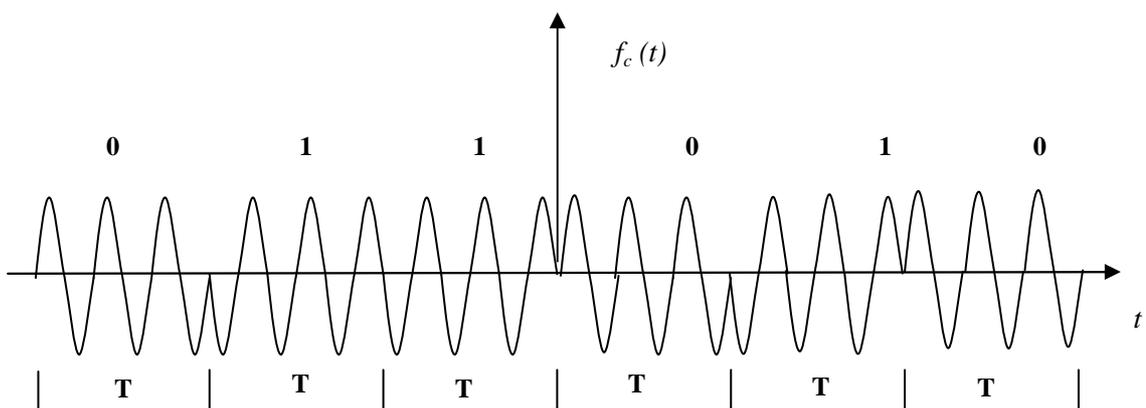
$$V_o(t) = V \sin \left[\omega_c(t) + \frac{2\pi(i-1)}{M} \right] \quad (2)$$

Dimana : $i = 1, 2, \dots, M$

$M = 2^N$, jumlah kutub fasa

$N =$ jumlah pulsa biner

$\omega_c =$ sudut sinyal pembawa



Gambar 1
Sinyal PSK

Ada beberapa macam sinyal PSK, antara lain *Binary Phase Shift Keying (BPSK)*, dan *Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)*. Pada sinyal BPSK fasa

dari sinyal pembawa digeser 180^0 ($\pm \sin \omega_c t$). Untuk sinyal QPSK sinyal pembawa digeser 90^0 . Untuk data yang sesuai dengan rumus PSK adalah

Jenis sinyal PSK	M	N
Binary Phasa Shift Keying	2	1
Quadrature Phasa Shift Keying	4	2

Tabel 1

Sarat-sarat pada sistem PSK.

II Binary Phasa Shift Keying

Pada BPSK, fasa dari frekuensi pembawa diubah-ubah antara dua nilai yang menyatakan keadaan biner 1 dan 0, dalam hal ini fasa dari frekuensi pembawa yang satu dengan yang lain berbeda sebesar π radian atau 180^0 , sehingga dalam hal ini pensinyalan pada BPSK kadang-kadang disebut juga dengan *PRK (Phasa Reversal Keying)*. Persamaan bentuk gelombang BPSK adalah :

$$S_1(t) = -A \cos \omega_c t \quad (3)$$

$$S_2(t) = A \cos \omega_c t \quad (4)$$

Atau yang lebih umum dinyatakan dalam rumus :

$$S(t) = A \cos(\omega_c t + \theta_c) \quad (5)$$

Dimana :

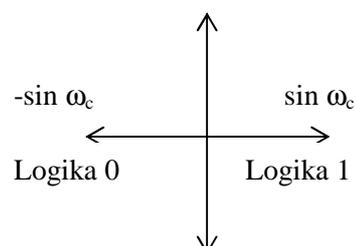
A = amplitudo sinyal

ω_c = frekuensi pembawa

θ_c = sudut fasa pembawa

Persamaan 3 berlaku absah bila $\theta_c = \pi$, sedangkan persamaan 4 bila $\theta_c = 0$.

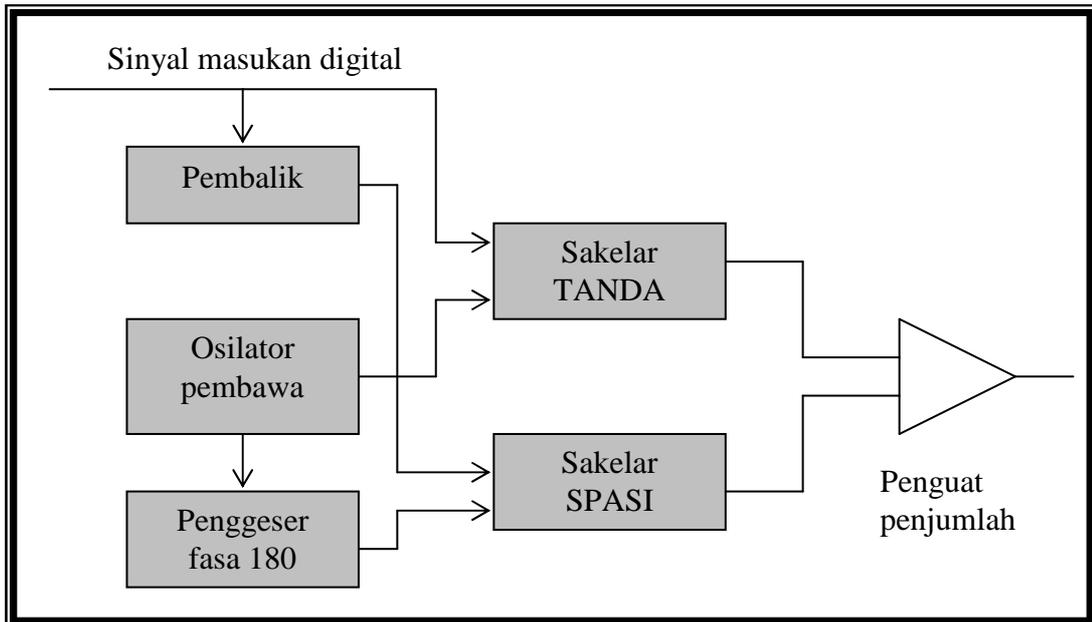
Sinyal ini dipergunakan untuk menyampaikan digit biner 0 dan 1 secara berurutan. Diagram untuk sinyal BPSK seperti pada Gambar 2



Gambar 2

Diagram sinyal BPSK

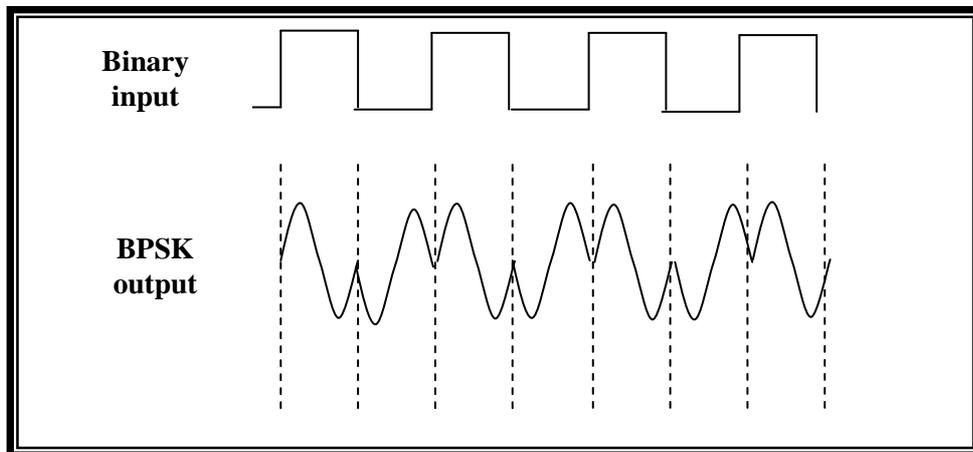
Sinyal BPSK disebut juga sinyal antipodal, karena $S_1(t) = -S_2(t)$. Bentuk gelombang dari PSK dapat dilihat pada gambar 1. Pada gambar tersebut dapat dilihat, bahwa bentuk gelombang yang dimodulasi PSK akan mengalami perubahan fasa sebesar π radian atau 180° , ketika sinyal masukan berubah polaritasnya dari 1 ke 0 atau 0 ke 1. Blok diagram pembangkitan sinyal BPSK dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar 3 sakelar on, apabila berlogika 1. Pada modulator terdiri atas sebuah oscilator dan sebuah rangkaian penggeser fasa (π). Apabila dikirim digit biner 1 pada masukan, maka sakelar tanda akan on (sakelar spasi off), dengan demikian sinyal yang dikirim adalah $A \cos \omega_c t$, sedangkan apabila dikirim digit biner 0 pada masukan, dengan adanya rangkaian pembalik maka sakelar spasi akan on (sakelar tanda off), dengan demikian sinyal yang dikirim digeser fasanya sebesar π (180°), yaitu $A \cos (\omega_c t + \pi)$.



Gambar 3

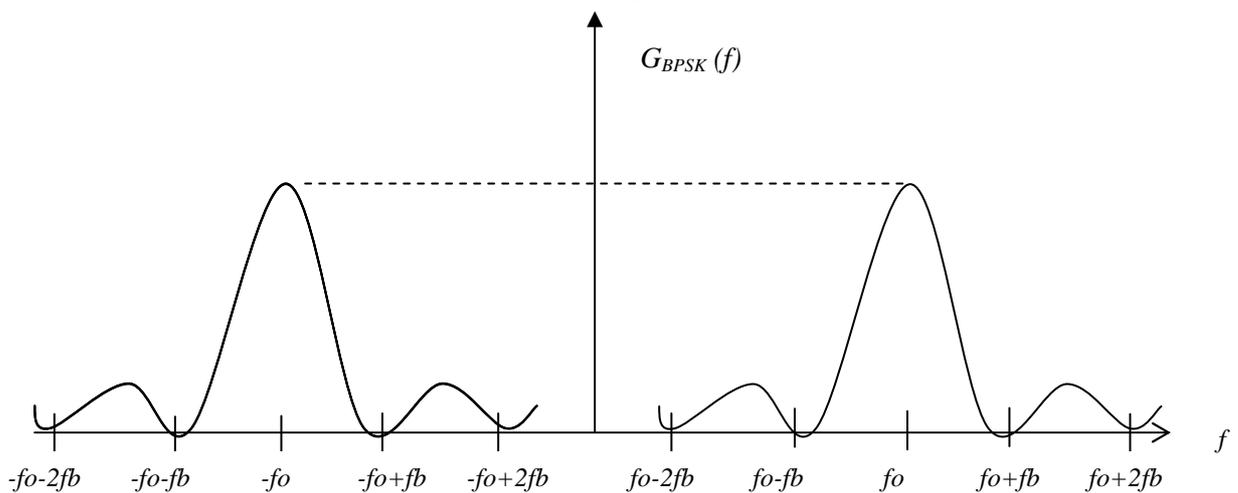
Pembangkitan sinyal BPSK

Sebagai contoh untuk sinyal BPSK dengan masukan 1010101 digambarkan pada Gambar 4 dan spektrum sinyal BPSK secara umum ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 4

Keluaran sinyal BPSK



Gambar 5

Spektrum sinyal BPSK

2.1 Demodulasi sinyal BPSK

Pada modulasi digital, pada umumnya cara pendemodulasian atau sering disebut dengan pendektasian sinyal, dibagi menjadi dua macam

- ☎ Penemuan sinkron atau *coherent*
- ☎ Penemuan selubung (*detector envelope*) atau *non-coherent*

Pada metode yang pertama, hanya mengalikan sinyal yang datang dengan frekuensi pembawayang dibangkitkan secara lokal dipenerima dan kemudian

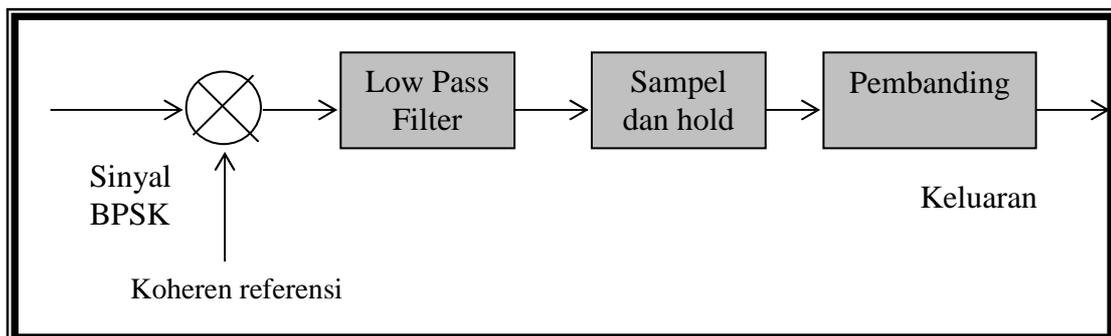
dilakukan pemfilteran pada sinyal hasil perkalian tadi. Pada penemuan sinkron ini bukan saja frekuensi pembawa yang dibangkitkan secara lokal pada penerima yang harus pada frekuensi yang sama, tetapi juga disinkronkan dalam fasa . Sedangkan pada metode yang kedua digunakan untuk menghindari persoalan – persoalan pengaturan frekuensi dan fasa dalam penemuan sinkron. Bila ditinjau dari cara pendemodulasiannya modulasi BPSK dapat dibagi atas dua yaitu :

☎ *CPSK (Coherent Phasa Shift Keying)*

☎ *DPSK (Differential Phasa Shift Keying)*

2.1.1 Demodulasi dengan CPSK

Untuk metode ini pendemodulasiannya menggunakan metode pendeteksian koheren (*Coherent Detection*), yaitu mengalikan sinyal yang datang (sinyal informasi) dengan frekuensi pembawa yang dibangkitkan secara lokal pada penerima. Oscilator lokal pada penerima memerlukan sumber gelombang yang akurat didalam frekuensi dan fasa. Sistem pendeteksian koheren ditunjukkan pada Gambar 6

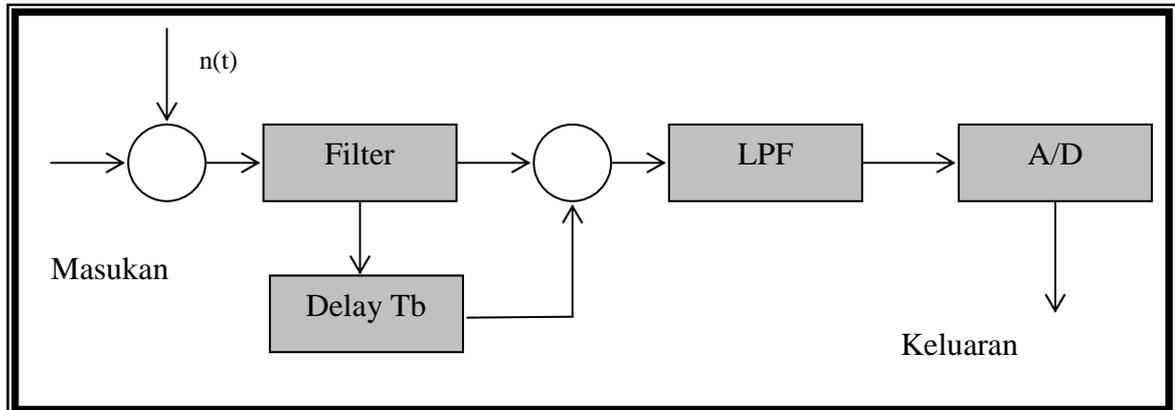


Gambar 6
Demodulasi koheren

Agar data yang diterima pada penerima bisa optimum, maka harus megoptimumkan penerima. Dengan mengoptimumkan pada penerima, berarti akan didapatkan peluang kesalahan bit (P_e) yang minimum. Pada sistem ini pertama sinyal termodulasi dilewatkan pada Low pass Filter sehingga sinyal informasi diubah dalam sinyal dasar analog. Kemudian sinyal tersebut dilakukan penyamplingan untuk diketahui harga ekuivalen dengan harga bit. Setelah itu baru dilakukan perbandingan sinyal yang telah disampling, sehingga dihasilkan keluaran dalam bentuk biner kembali.

2.1.2 Demodulasi dengan DPSK

Pendeteksian pada DPSK tidak bisa secara non-koheren, karena pesan informasi selalu dalam bentuk fasa, sehingga transmisi data terhindar dari transmisi tak sinkron. Blok diagram demodulasi DPSK ditunjukkan pada Gambar7.



Gambar 7
Demodulator DPSK

Waktu tunda digunakan untuk membandingkan sinyal band dasar yang masuk dengan sinyal band dasar berikutnya. Penundaan ini dimaksudkan juga untuk memastikan apakah sinyal band dasar yang dikirimkan itu merupakan biner 1 atau 0. Pada pendemodulasian DPSK tidak memerlukan fasa referensi lokal pada demodulatornya, tetapi sinyal yang datang langsung dikalikan dengan sinyal itu sendiri setelah dirtunda selama T_b . Dengan adanya penundaan ini maka sistem ini cenderung terkena noise besar.

2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi BPSK

Dalam pemilihan modulasi digital yang tepat tentunya perlu diperhatikan faktor-faktornya, antara lain

- ☎ Nilai kemungkinan kesalahan bit (P_e)
- ☎ Perbandingan sinyal dengan noise (S/N)
- ☎ Perbandingan energi sinyal per kerapatan noise (E_b/N_0)
- ☎ Lebar bidang
- ☎ Tingkat kerumitan peralatan.

2.2.1 Perhitungan S/N

Dengan mengetahui nilai perbandingan sinyal – noise (S/N) pada nilai kemungkinan kesalahan bit (P_e) yang tertentu, maka dapat diketahui besarnya

daya yang diperlukan pada setiap modulasi. Seperti pada pembahasan sebelumnya bahwa sinyal BPSK dibagi dalam CPSK dan DPSK.

Untuk CPSK maka untuk menghitung S/N menggunakan persamaan :

$$P_e = Q \sqrt{\frac{A^2 T}{\eta}} \quad (6)$$

$$P_e = Q \sqrt{\frac{A^2 T}{2\eta}} \times 2 \quad (7)$$

$$P_e = Q \sqrt{\frac{S}{N}} \times 2 \quad (8)$$

Dimana :

A = amplitudo sinyal

T = periode

η = rapat daya noise = N_0

Sedangkan untuk DPSK menghitung S/N nya dengan persamaan :

$$P_e = \frac{1}{2} \left[-\frac{A^2}{2N_0} \right] \quad (9)$$

$$P_e = \frac{1}{2} \left[-\frac{S}{N} \right] \quad (10)$$

Dari persamaan diatas maka dapat diketahui bahwasanya jika P_e yang diperlukan makin kecil maka harga S/N yang diperlukan pada penerima makin besar.

2.2.2 Perhitungan E_b/N_0

Dengan mengetahui nilai perbandingan energi sinyal perbit per kerapatan noise (E_b/N_0) pada nilai kemungkinan kesalahan bit (P_e) yang tertentu, maka dapat diketahui besarnya energi yang diperlukan pada setiap modulasi BPSK. Untuk perhitungan pada metoda CPSK maka nilai energi sinyal perbit per kerapatan noise (E_b/N_0) dapat ditentukan untuk berbagai nilai dari P_e :

$$P_e = Q \sqrt{\frac{2E_b}{N_0}} \quad (11)$$

Sedangkan jika menggunakan DPSK maka persamaannya adalah :

$$P_e = \frac{1}{2} \exp \left[-\frac{E_b}{N_0} \right] \quad (12)$$

Dari persamaan diatas maka makin kecil harga P_e yang diperlukan, maka harga E_b/N_0 yang diperlukan pada penerima makin besar.

2.2.3 Perhitungan R/B

Dalam sistem komunikasi efisiensi lebar bidang disebut juga kecepatan pensinyalan. Ini berarti efisiensi lebar bidang menyatakan kecepatan pengiriman informasi (bit) pada tiap lebar bidang tertentu. Dengan mengetahui besarnya efisiensi lebar bidang (R/B) modulasi BPSK, maka dapat ditentukan jumlah bit per detik yang dapat ditransmisikan (kecepatan bit) tiap lebar bidang frekuensi yang diperlukan.

Untuk mendapatkan efisiensi lebar bidang (R/B) dapat menggunakan persamaan :

$$\frac{R}{B} = \frac{S/N}{E_b/N_0} \quad (13)$$

III Kesimpulan

Proses modulasi dan demodulasi merupakan bagian penting dari sistem komunikasi. Pada proses itu sinyal informasi diolah, sehingga sinyal tersebut dapat dikirim dan diterima dengan baik. Oleh karena itu ada faktor-faktor yang mempengaruhi setiap sistem modulasi termasuk BPSK seperti yang telah dibahas pada bagian sebelum bab ini. Oleh karena itu bagian ini akan dirumuskan keuntungan dan kerugian dari pemakaian sinyal modulasi BPSK sesuai dengan tujuan pentransmisiannya. Untuk menjadi acuan sebelum merumuskan keuntungan dan kerugian maka dapat diketahui bahwa sistem modulasi yang baik adalah yang mempunyai S/N kecil, E_b/N_0 kecil, R/B tinggi dan tingkat kerumitan yang tidak terlalu tinggi.

- ☎ Bila ditinjau dari nilai S/N atau E_b/N_0 , maka sistem modulasi BPSK mempunyai kualitas yang bagus karena mempunyai S/N dan E_b/N_0 kecil.
- ☎ Bila ditinjau dari nilai R/B, maka sistem modulasi BPSK kurang bagus karena mempunyai nilai yang kecil sesuai dengan persamaan (13)
- ☎ Untuk komunikasi data dengan kecepatan tinggi maka sinyal BPSK sangat menguntungkan, karena membutuhkan daya yang kecil pada kemungkinan kesalahan bit (P_e) tertentu dan tidak terlalu membutuhkan lebar bidang yang terlalu besar.

Dengan mengetahui keuntungan dan kerugian dari sinyal BPSK maka dapat disiasati dimana penggunaan sinyal BPSK yang tepat dan paling menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dennis Roody, John Coolen, 1997, *Komunikasi Elektronika*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
2. Leon W Couch, 1998, *Digital and Communication Systems*, New York, Macmillan Publishing Company
3. Taub Schilling, 1999, *Principle of Communication System*, McGraw-Hill International
4. Sigit Kusmaryanto, 2004, Diktat Kuliah: Sistem Transmisi Telekomunikasi, Teknik Elektro