

BAB VI

MODULASI DIGITAL

Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa dapat menjelaskan prinsip-prinsip dasar telekomunikasi.

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan berbagai jenis modulasi digital dan prinsip-prinsip dasarnya.

6.1 Pendahuluan

Pada jenis modulasi digital, sinyal pembawa berupa sinyal sinusoidal dan sinyal pemodulasi berupa sinyal digital. Berikut akan dibahas berbagai jenis modulasi digital, yaitu:

1. FSK (*Frequency Shift Keying*) (Penguncian Pergeseran Frekuensi)
2. PSK (*Phase Shift Keying*) (Penguncian Pergeseran Fase)
3. ASK (*Amplitude Shift Keying*) (Penguncian Pergeseran Amplitude)

Juga akan dibahas beberapa pengembangan dari masing-masing jenis modulasi tersebut.

6.2 FSK (*Frequency Shift Keying*)

Pada modulasi FSK (diterjemahkan sebagai penguncian penggeseran frekuensi), sinyal pemodulasi yang berupa sinyal digital digunakan untuk memodulasi frekuensi sinyal pembawa sinusoidal. Jika sinyal informasi mempunyai logika “0” maka sistem akan mentransmisikan suatu frekuensi tertentu misalnya f_1 , sedangkan jika sinyal informasi mempunyai logika “1” maka sistem akan mentransmisikan suatu frekuensi yang lain, misalnya f_2 . Dengan demikian, sinyal FSK yang ditransmisikan adalah sinyal sinusoidal dengan amplitudo konstan, tetapi dengan frekuensi berbeda sesuai dengan

arus data (sinyal pemodulasi). Berikut ilustrasi jenis modulasi FSK, dengan mentransmisikan frekuensi tinggi untuk arus data logika “1” dan frekuensi rendah untuk arus data logika “0”.

Bit “1” → frekuensi tinggi (f_2)

Bit “0” → frekuensi rendah (f_1)

FSK seperti yang telah dibahas di atas biasa disebut *Binary FSK*. Dalam perkembangannya, FSK berkembang menjadi *M-ary FSK*. Dalam *M-ary FSK*, ada sejumlah M sandi, setiap sandi tersusun atas n bit ($M = 2^n$) dan dinyatakan dengan sebuah frekuensi tertentu, sehingga ada sejumlah M frekuensi yang berbeda yang digunakan.

Misal:

$$n = 2 \text{ maka jumlah sandi} = M = 2^2 = 4$$

Maka:

arus data “00” dinyatakan dengan frekuensi a

arus data “01” dinyatakan dengan frekuensi b

arus data “10” dinyatakan dengan frekuensi c

arus data “11” dinyatakan dengan frekuensi d

6.3 PSK (Phase Shift Keying)

Pada modulasi PSK (diterjemahkan sebagai penguncian penggeseran fase), 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 amplitudo konstan dengan fase yang sesuai dengan arus data pada sinyal informasi. Berikut ilustrasi jenis modulasi PSK, dengan mentransmisikan fase 0 untuk

arus data logika “1” dan frekuensi rendah untuk arus data logika “0”. Jenis modulasi PSK seperti ini disebut *Binary Phase Shift Keying* (BPSK).

Bit “1” → dinyatakan dengan fase 0

Bit “0” → dinyatakan dengan fase 180°

Modulasi PSK juga berkembang menjadi beberapa bentuk, yaitu:

- a) DPSK (*Differential PSK*)
- b) DEPSK (*Differential Encoded PSK*)
- c) *M-ary PSK*

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.

Misal:

QPSK (*Quadrature PSK*)

$n = 2$ maka jumlah sandi = $M = 4$

Maka:

arus data “00” dinyatakan dengan fase 45°

arus data “01” dinyatakan dengan fase 135°

arus data “10” dinyatakan dengan fase 225°

arus data “11” dinyatakan dengan fase 315°

6.4 ASK (*Amplitude Shift Keying*)

Pada modulasi ASK (diterjemahkan sebagai penguncian penggeseran amplitude), sinyal pemodulasi yang berupa sinyal digital digunakan untuk memodulasi amplitude sinyal pembawa sinusoidal. Jika sinyal informasi mempunyai logika “1” maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu amplitude, sedangkan jika sinyal informasi mempunyai logika “0” maka sistem akan mentransmisikan sinyal pembawa dengan suatu amplitude yang lain. Dengan demikian, maka sinyal ASK yang ditransmisikan

adalah sinyal sinusoidal dengan frekuensi dan fase konstan namun dengan amplitude yang berubah-ubah sesuai dengan arus data pada sinyal informasi. Berikut ilustrasi jenis modulasi ASK, dengan mentransmisikan sinyal pembawa dengan amplitude A untuk arus data logika “1” dan sinyal pembawa dengan amplitude B untuk arus data logika “0”.

Bit “1” → dinyatakan dengan amplitudo A

Bit “0” → dinyatakan dengan amplitudo $B \neq A$

PSK dan ASK berkembang menjadi QASK (*Quadrature Amplitude Shift Keying*). Pada QASK, sinyal yang ditransmisikan adalah sinyal sinusoidal dengan fase dan amplitudo yang berbeda-beda sesuai dengan arus data.

6.5 Contoh Soal dan Penyelesaian

1. Dengan menggunakan modulasi BFSK, ilustrasikan sinyal BFSK untuk arus data 10100110.

Penyelesaian

Dengan menyatakan data logika “1” dengan frekuensi f_0 dan data logika “0” dengan f_1 , maka sinyal BFSK untuk arus data 10100110 dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 6.1 Ilustrasi jawaban no. 1

2. Dengan menggunakan modulasi BPSK, ilustrasikan sinyal BPSK untuk arus data 110001001.

Penyelesaian

Dengan menyatakan data logika “1” dengan fase 180° dan data logika “0” dengan fase 0° . Jenis modulasi ini berarti terjadinya perubahan fase sebesar 180° setiap kali terjadi perubahan arus data dari logika “1” ke logika “0” atau sebaliknya. Dengan demikian maka sinyal BPSK untuk arus data 110001001 dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 6.2 Ilustrasi jawaban no. 2

3. Ilustrasikan sinyal PSK 4 fase untuk arus data 01 00 10 01 11.

Penyelesaian

Misalnya dalam PSK 4 fase ini digunakan penyandian sbb:

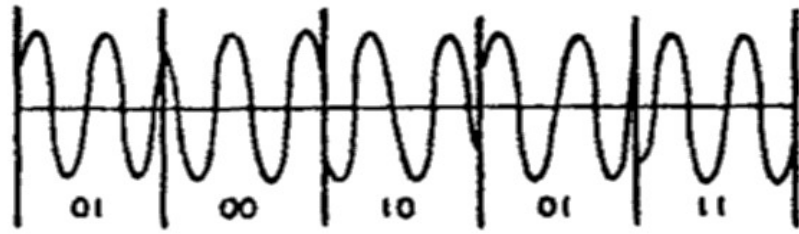
arus data “01” dinyatakan dengan fase 45°

arus data “00” dinyatakan dengan fase 135°

arus data “10” dinyatakan dengan fase 225°

arus data “11” dinyatakan dengan fase 315°

maka sinyal PSK 4 fase untuk arus data 01 00 10 01 11 dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 6.3 Ilustrasi jawaban no. 3

6.6 Soal-soal Tambahan

1. Jelaskan tentang jenis-jenis modulasi digital yang anda ketahui.
2. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang modulasi MSK.
3. Untuk arus data yang sama dengan contoh soal no. 1, ilustrasikanlah sinyal dengan modulasi ASK.