

II.3 Teori Pendukung

Teknik modulasi digunakan dalam penghematan *Bandwidth*. Untuk mempelajari Modem OQPSK, perlu mengetahui teori dasar dalam Teknik Modulasi *Digital* dan teknik modulasi Offset QPSK.

II-3.1 Teknik Modulasi Digital

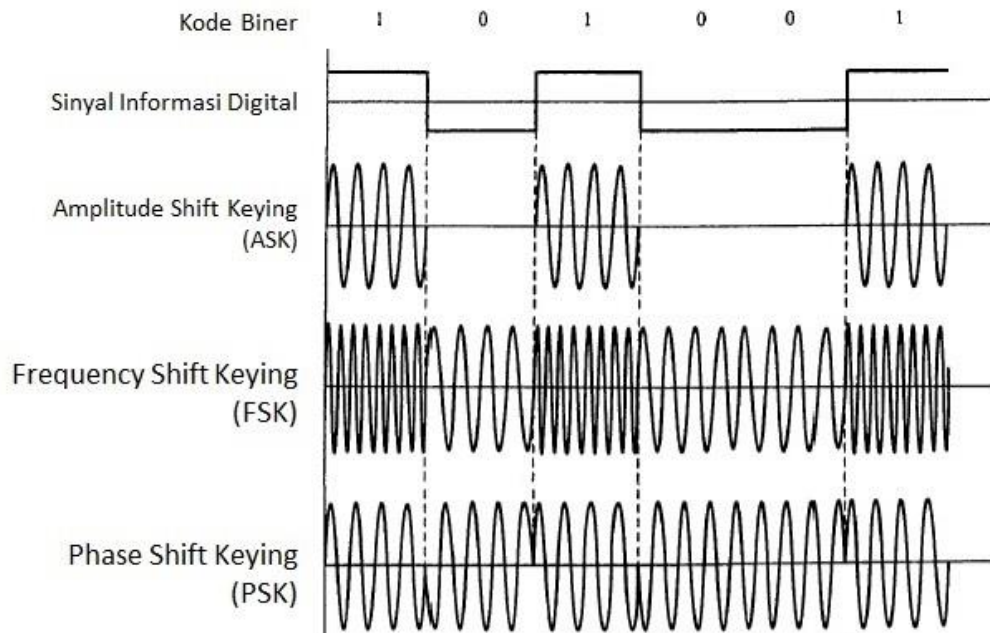
Modulasi adalah proses menumpangkan sinyal informasi yang berfrekuensi rendah ke dalam sinyal pembawa (*carrier*) yang berfrekuensi tinggi [7]. Terdapat 2 jenis teknik modulasi, yaitu teknik modulasi analog dan teknik modulasi digital. Pada teknik modulasi digital, sinyal informasi berupa sinyal-sinyal kode *digital* tertentu, sedangkan sinyal *carrier* dan termulasi merupakan sinyal analog.

Teknik modulasi digital direalisasikan dengan beberapa tipe, antara lain:

1. *Amplitude Shift Keying* (ASK)
2. *Frequency Shift Keying* (FSK)
3. *Phase Shift Keying* (PSK)
4. *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM)

Quadrature Amplitude Modulation (QAM), merupakan teknik penggabungan antara teknik Amplitude Shift Keying (ASK) dan teknik Phase Shift Keying (PSK) [8].

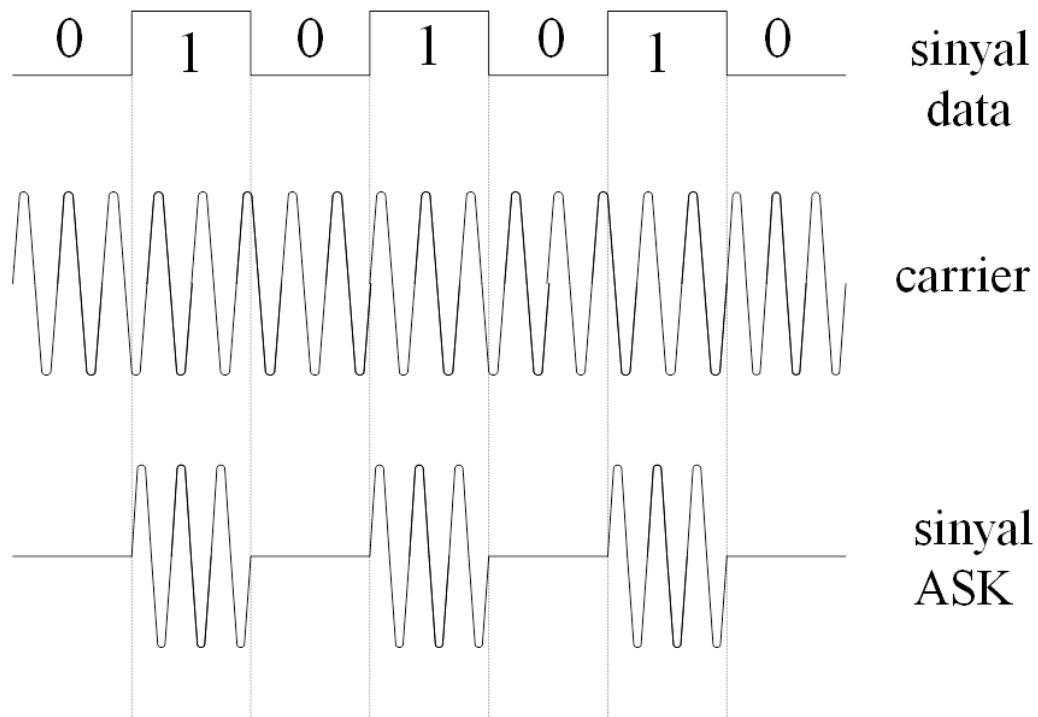
MODULASI DIGITAL



Gambar 3.1 Perbandingan Sinyal Termulasi ASK, FSK, PSK

II-3.2 Teknik Modulasi Amplitude Shift Keying (ASK)

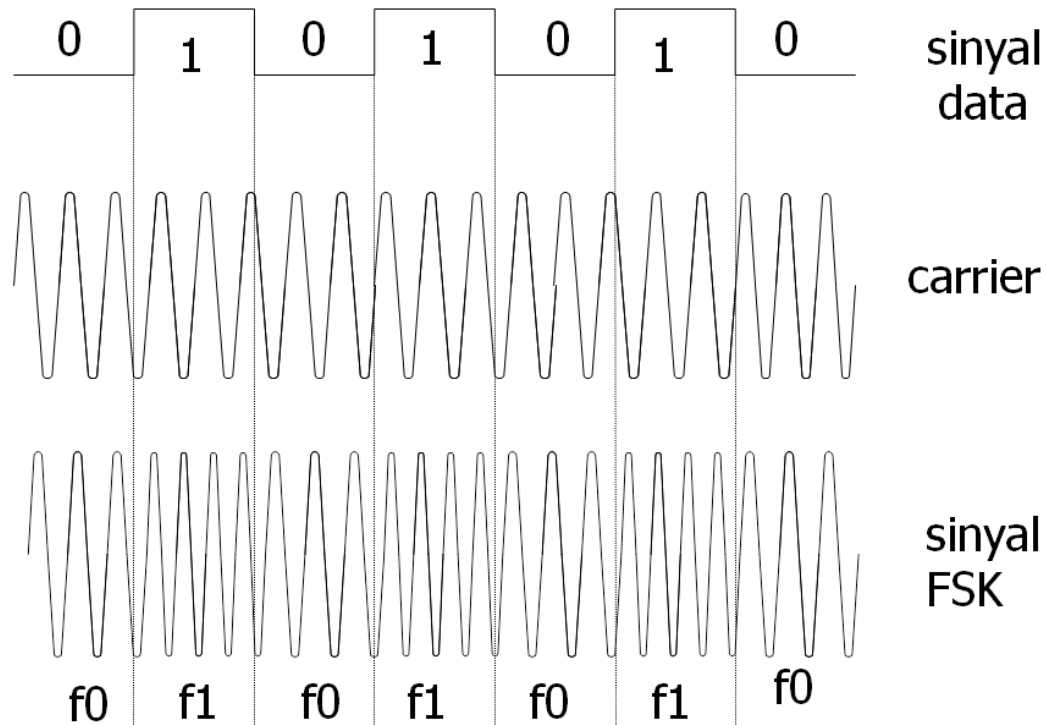
Proses pada modulasi digital ASK, amplitude sinyal carrier diubah-ubah antara dua level sesuai dengan data digital yang dimodulasi. Simbol bit “1” direpresentasikan dengan mentransmisikan sinyal carrier dengan amplitude dan frekuensi konstan. Sedangkan bit “0”, amplitude sinyal yang ditransmisikan berbeda dengan saat bit “1” dikirim tetapi dengan frekuensi yang tetap konstan [8].



Gambar 3.2 Bentuk Sinyal Data, Carrier, dan Termodulasi ASK

II-3.3 Teknik Modulasi Frequency Shift Keying (FSK)

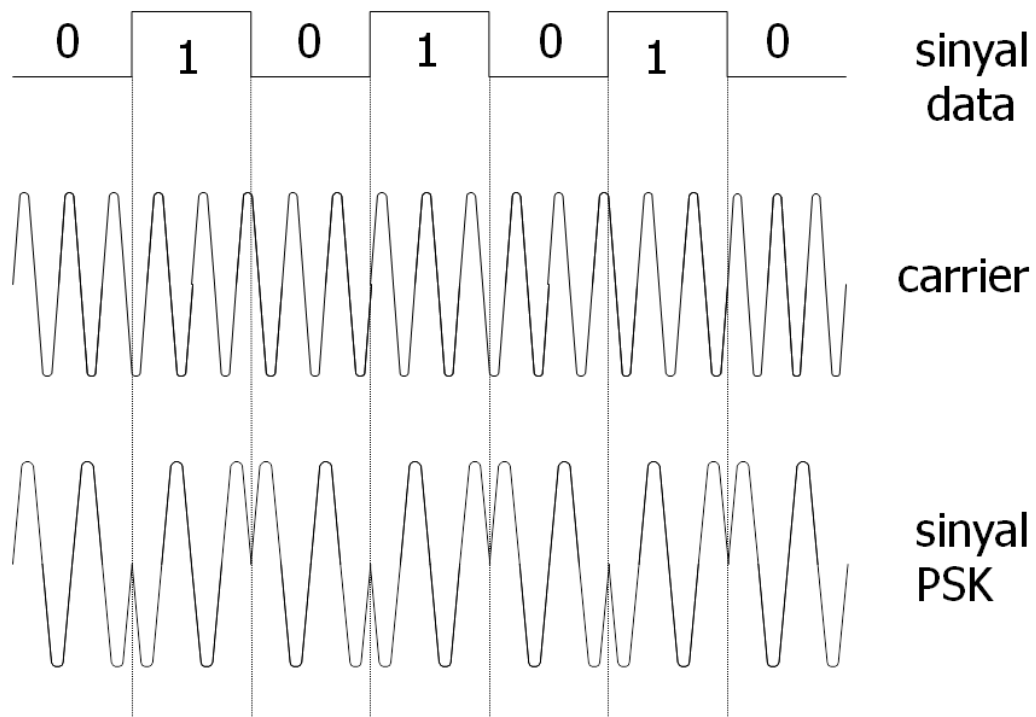
Dalam sistem modulasi digital FSK, frekuensi sinyal output modulator FSK diubah sesuai data sinyal digital inputnya dengan amplitudo dan fasa yang tetap. Masing-masing bit “0” dan bit “1” merepresentasikan perubahan frekuensi dengan masing-masing frekuensi f_1 dan f_2 [8].



Gambar 3.3 Bentuk sinyal Data, Carrier, dan Termodulasi FSK

II-3.4 Teknik Modulasi Phase Shift Keying (PSK)

Teknik modulasi digital PSK adalah teknik modulasi digital dimana fasa sinyal carrier output modulator diubah sesuai dengan perubahan sinyal digital baseband input modulator. Sinyal PSK lebih efisien dalam dalam hal penggunaan bandwidth [8]. Teknik modulasi PSK memiliki banyak variannya (M-arry PSK), diantaranya adalah Binnary Phase Shift Keying (BPSK), Quadrature Phase Shift Keying (QPSK), Offset QPSK (OQPSK), dll.



Gambar 3.4 Bentuk Sinyal Data, Carrier, dan Termodulasi PSK

II-3.4.1 Binnary Phase Shift Keying (BPSK)

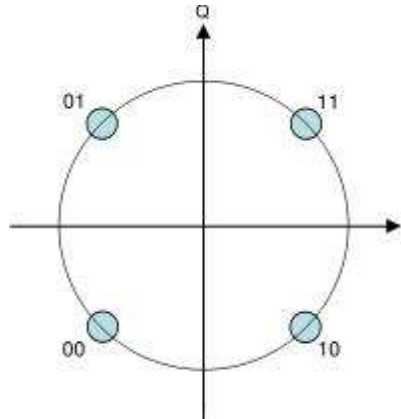
BPSK merupakan bentuk paling sederhana dari PSK, dimana $M=2$, dengan BPSK fasa carrier memiliki dua kemungkinan. Simbol bit “0” dan “1” merepresentasikan perbuahan fasa sebesar 180° . Gambar 3.4 memperlihatkan perubahan sinyal BPSK sesuai sinyal data input.

II-3.4.2 Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

QPSK adalah skema encoding M-arry dengan $M=4$. Quadrature memiliki arti “4”, yang dimana inputnya memiliki empat kombinasi yaitu 00, 01, 10, dan 11 [8].

Truth Table		
Input biner		Output QPSK (fasa)
Q	I	
0	0	-135°
0	1	-45°
1	0	$+135^\circ$
1	1	$+45^\circ$

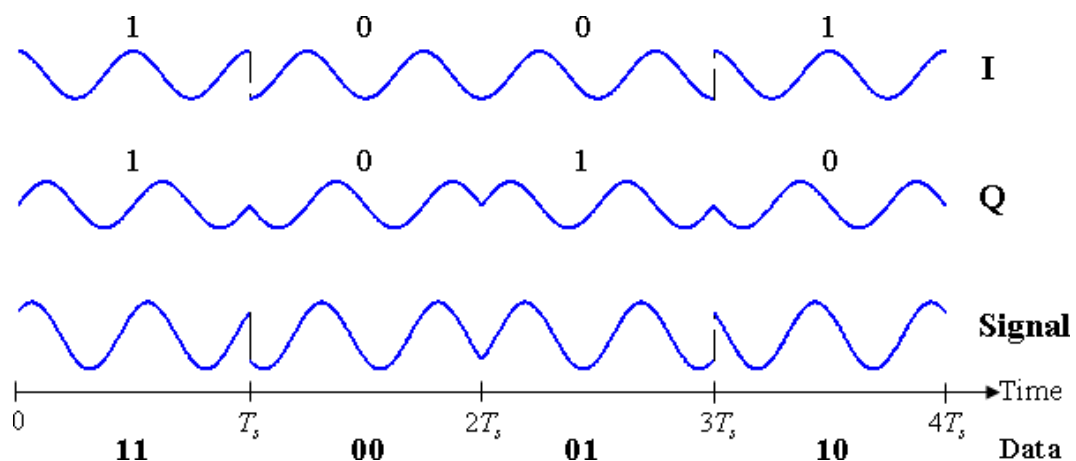
Gambar 3.5 Tabel kebenaran input QPSK



Gambar 3.6 Diagram Konstelasi QPSK

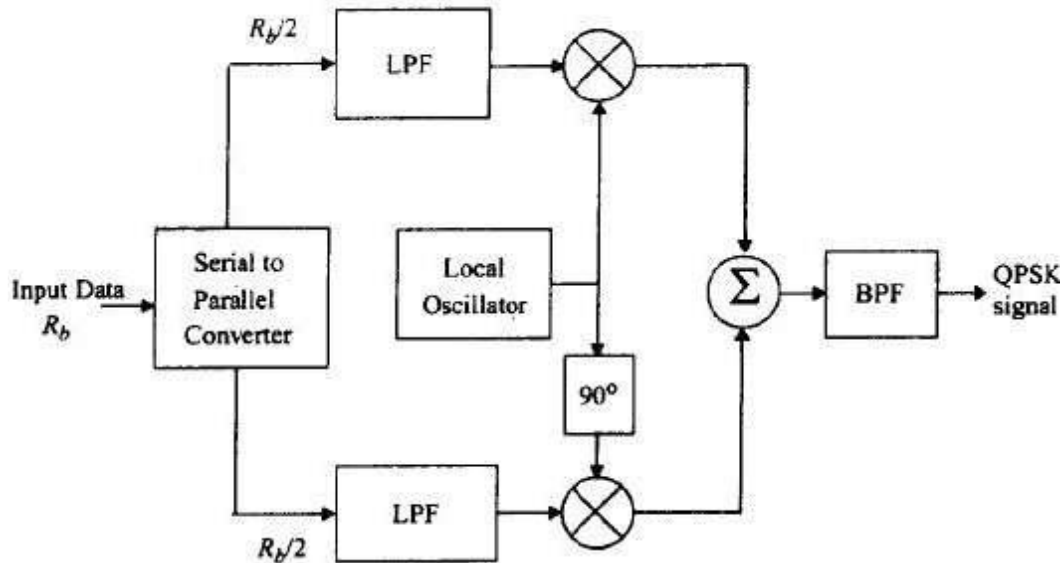
Pengiriman data yang cepat dan efisien menyebabkan sistem-sistem transmisi digital mendapat tempat yang semakin penting dalam bidang komunikasi. Sistem modulasi *Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)* merupakan salah satu sistem modulasi digital untuk mengirimkan data yang lebih cepat.

Data digital yang dikirimkan merupakan data acak dengan kecepatan 2 kilobit per detik. Data tersebut diubah menjadi data seri dan data paralel, masing-masing dengan kecepatan 1 kilobit per detik. Data digital yang berupa *unipolar NRZ* kemudian diubah menjadi *bipolar NRZ*. Dengan sinyal informasi berbentuk pulsa dan sinyal gelombang pembawa berbentuk gelombang *sinus*, maka akan diperoleh hasil perkaliannya berupa sinyal *Binary PSK*. Hasil dari rancangan *Modulator QPSK* merupakan kombinasi linier dari sistem modulasi *Binary PSK* [9].

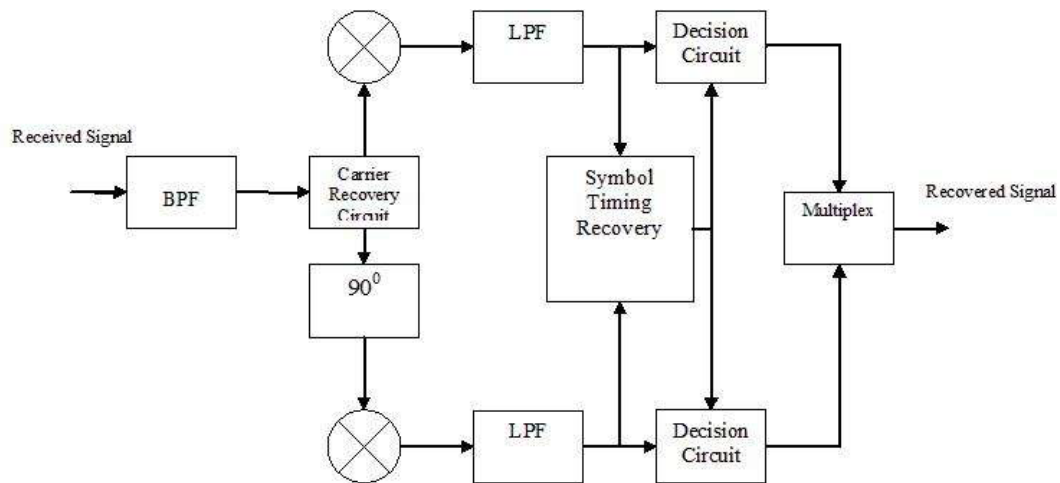


Gambar 3.7 Bentuk gelombang QPSK

Pada gambar 3.7 menunjukkan bahwa geombang QPSK mengalami kasus terburuk saat data input biner memiliki pola biner berulang 1100. Perubahan fasa 180° terjadi saat sinyal I dan Q berubah secara bersamaan sehingga amplitude kembali ke nol. Fasa akan berubah 90° atau -90° jika hanya salah satu sinyal I atau Q yang berubah.



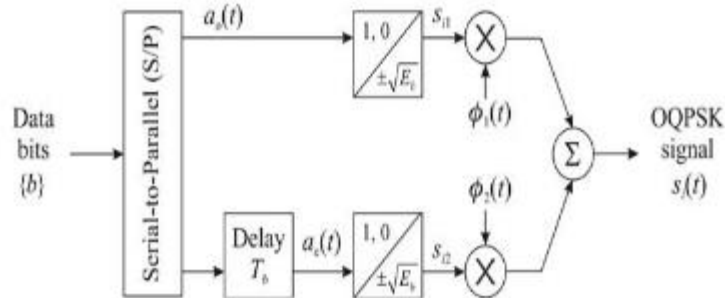
Gambar 3.8 Sistem Kerja Modulator QPSK



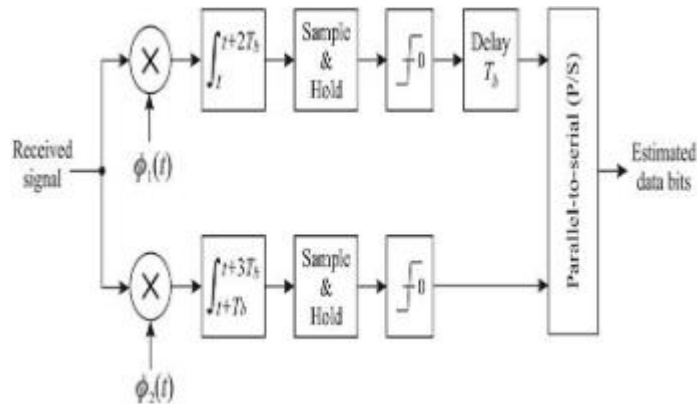
Gambar 3.9 Sistem Kerja Demodulator QPSK

II-3.4.3 Offset Quadrature Phase Shift Keying (OQPSK)

Offset pada OQPSK (istilah lain Orthogonal) dibuat agar fluktuasi selubung lebih konstan dibanding QPSK, yaitu agar perubahan fasa menjadi terbatas sebesar 90° . Perubahan fasa yang drastis sebesar 180° akan membuat Demodulator sulit melacaknya.

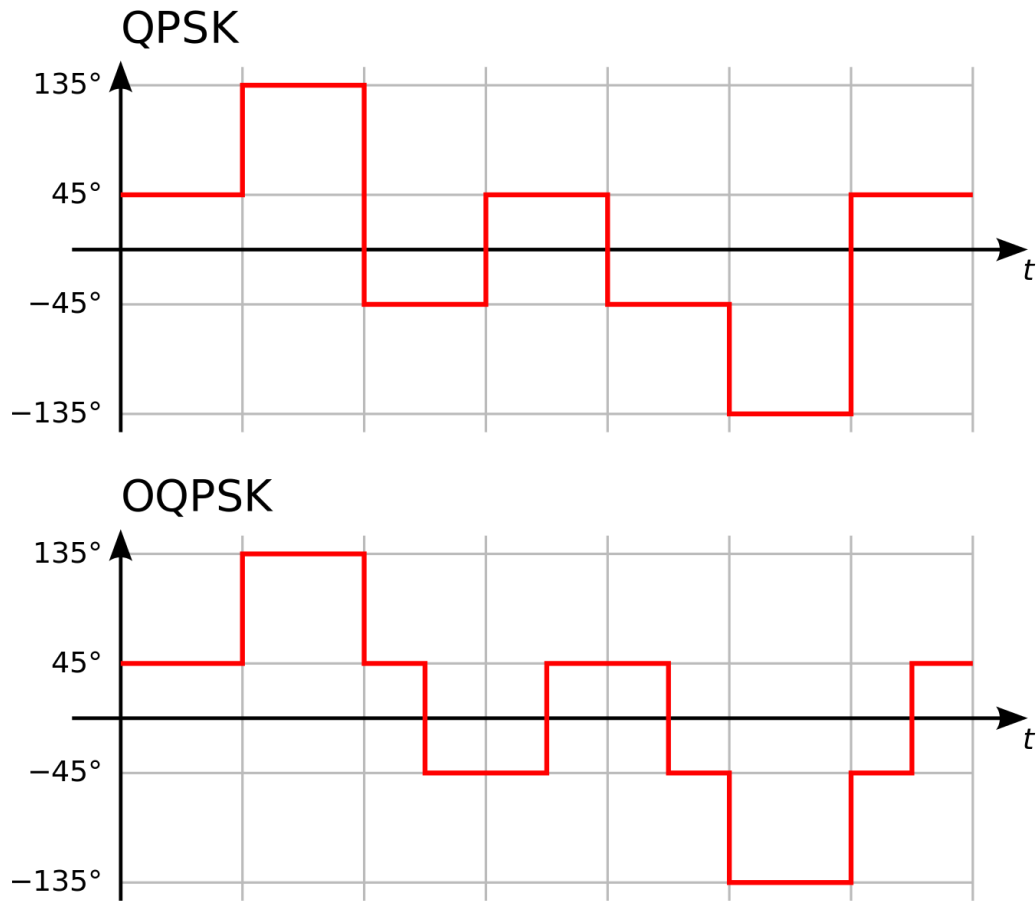


Gambar 3.10 Sistem Kerja Modulator OQPSK



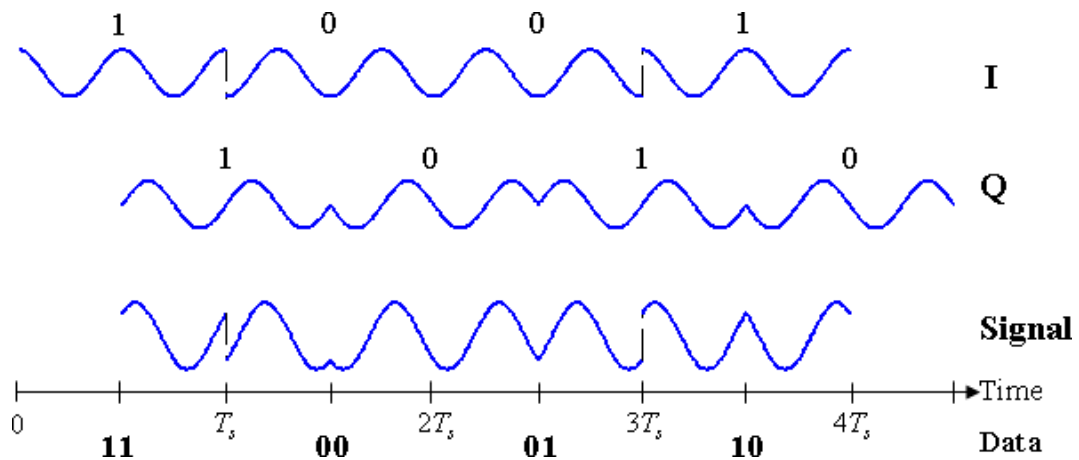
Gambar 3.11 Sistem Kerja Demodulator OQPSK

Perbedaan sistem OQPSK dengan QPSK adalah adanya penundaan sebesar T_b pada kanal Quadrature (pada Modulator) dan pada kanal In-phase (pada Demodulator) seperti gambar 3.10 dan gambar 3.11. Hal ini menyebabkan perubahan bit tidak pernah terjadi pada saat yang bersamaan.

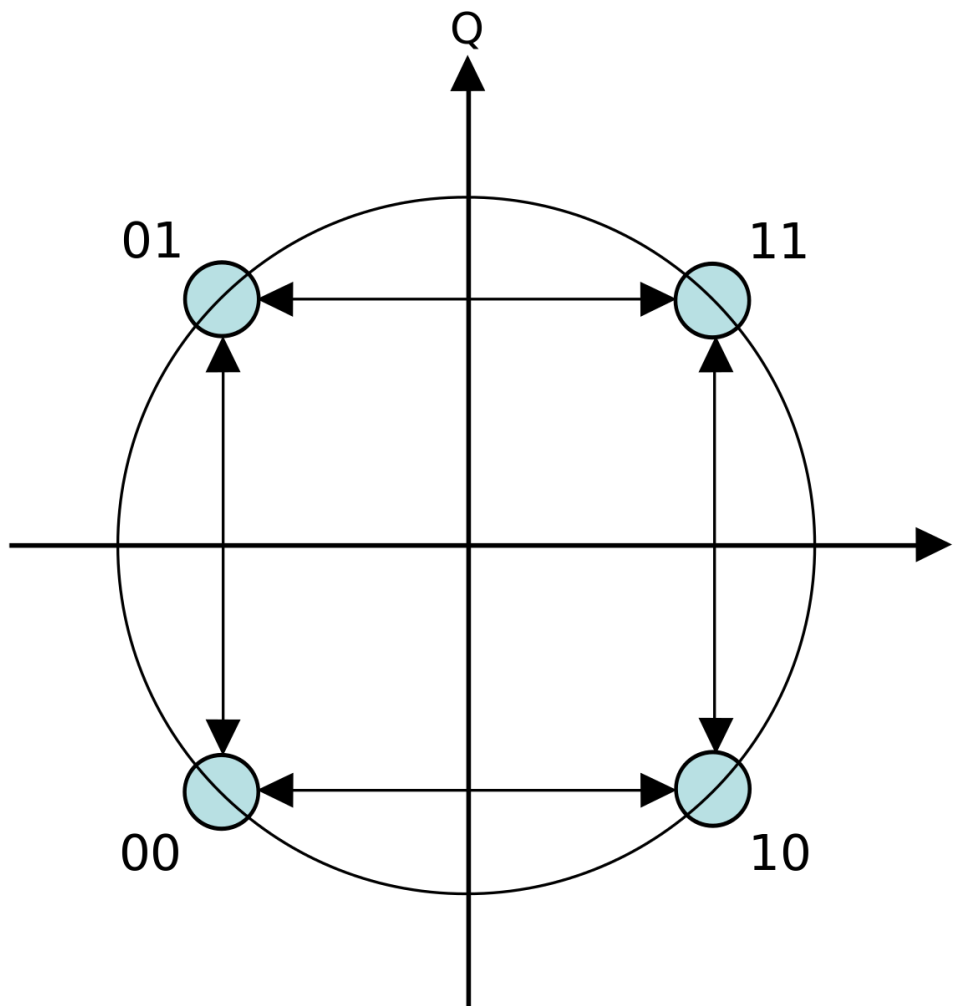


Gambar 3.12 Perbandingan QPSK dengan OQPSK

Pada OQPSK bit-bit genap bit-bit ganap tidak ditunda, tetapi fasanya dibiarkan berubah setelah setiap interval bit sebagai pengganti setelah interval 2 bit. Pada setiap transisi, hanya satu dari komponen sinyal yang berubah, jadi fasa hanya dapat berubah $+90^\circ$ atau -90° . [10]



Gambar 3.13 Bentuk Sinyal OQPSK



Gambar 3.14 Diagram Konstelasi OQPSK

II-3.5 Code Division Multiple Acces (CDMA)

Dalam CDMA sinyal-sinyal dari berbagai pengguna dimodulasikan dengan orthogonal atau non-orthogonal spreading codes. Hasil dari pelebaran sinyal-sinyal masing-masing saling berbagi waktu dan bandwidth. Penerima menggunakan spreading code untuk memisahkan beberapa pengguna. Bentuk yang paling umum dari CDMA adalah multiuser spread spectrum baik Direct Sequence atau Frequency Hopping [1].

II-3.6 Spread Spectrum

Spread spectrum adalah pelebaran bandwidth pengiriman informasi dan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu frequency hopping (FH) dan direct sequence (DS).

II-3.6.1 Frequency hopping

Pada metode FH, receiver dilengkapi dengan N buah kanal frekuensi untuk sebuah hubungan telepon yang digunakan secara bergantian (hopping) mengikuti sebuah pola yang sudah ditetapkan sebelumnya. Bila bandwidth sebuah kanal adalah B_c Hz maka bandwidth FH adalah

$$B_{ss} = NB_c \text{ Hz}$$

dan ukuran pelebaran spektrum FH dinyatakan dengan *processing gain* PG yaitu :

$$PG = 10 \log N \text{ dB}$$

Total frekuensi hopping pada FH disebut *chips* dan hopping dapat dilakukan

secara cepat (fast hopping), menggunakan dua atau lebih frekuensi secara bergantian untuk pengiriman satu simbol, atau lambat (slow hopping), mengirim dua atau lebih simbol untuk setiap frekuensi kirim. Secara umum, kecepatan pengiriman informasi sama dengan kecepatan pengiriman simbol (symbol rate).

II-3.6.2 Direct Sequence

Pada metode DS, setiap bit informasi disimbolkan lagi oleh sebuah kode yang terdiri dari banyak bit yang disebut juga chips. Dengan demikian bandwidth kirim menjadi lebih besar. Bila bandwidth informasi adalah B Hz dan bandwidth sesudah disimbolkan oleh kode menjadi B_{ss} maka *processing gain* adalah :

$$PG = 10 \log \frac{B_{ss}}{B} \text{ dB}$$