

## 2.3. Teori Pendukung

### 2.3.1. Pembentukan Sinyal Termulasi 16 QAM

*Quadrature Amplitude Modulation* (QAM) merupakan sebuah bentuk dari modulasi digital yang informasinya terdiri atas amplitudo dan fasa yang keduanya ditransmisikan oleh pembawa (*carrier*). Sedangkan 16 QAM merupakan sebuah teknik pengkodean M-Array, dimana  $M=16$ . Dalam persinyalan menggunakan dua buah pembawa kuadratur (*Quadrature Carrier*) yaitu  $\cos 2\pi f_c t$  dan  $\sin 2\pi f_c t$  yang masing-masing dimodulasi oleh sebuah osilator referensi, sehingga bentuk persamaan gelombangnya adalah sebagai berikut :

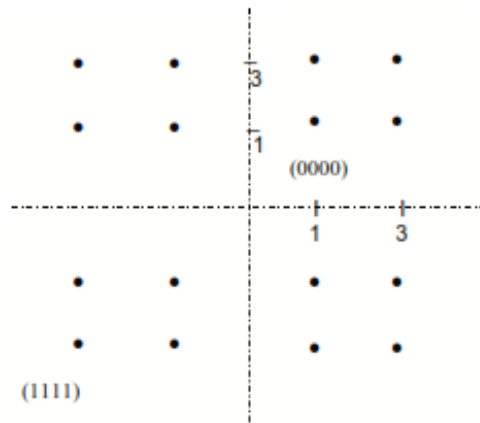
$$U_m(t) = A_m(t) \cos 2\pi f_c t + A_m(t) \sin 2\pi f_c t, \quad m = 1, 2, \dots, M \dots \dots \dots (2.1)$$

Sinyal keluaran dari sebuah modulator 16 QAM bukanlah merupakan sebuah sinyal yang mempunyai amplitudo konstan, tidak seperti halnya sinyal keluaran dari sebuah modulator 8-PSK [4].

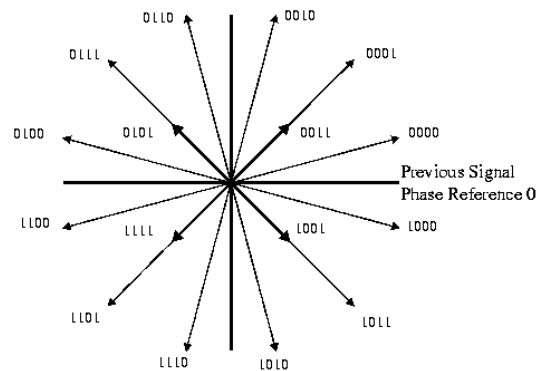
Berikut di bawah ini dapat dilihat dari table kebenaran, diagram konstelasi dan diagram fashor untuk 16-QAM :

**Tabel 2.2** Tabel Kebenaran

Binary Input				16-QAM Output	
Q	Q'	I	I'		
0	0	0	0	1.414	+45°
0	0	0	1	3.162	+18.43°
0	0	1	0	1.414	+135°
0	0	1	1	3.162	+161.57°
0	1	0	0	3.162	+71.56°
0	1	0	1	4.242	+45°
0	1	1	0	3.162	+108.43°
0	1	1	1	4.242	+135°
1	0	0	0	1.414	-45°
1	0	0	1	3.162	-18.43°
1	0	1	0	1.414	-135°
1	0	1	1	3.162	-161.57°
1	1	0	0	3.162	-71.56°
1	1	0	1	4.242	-45°
1	1	1	0	3.162	-108.43°
1	1	1	1	4.242	-135°



**Gambar 2.1** Diagram Konstelasi



**Gambar 2.2** Diagram Phasor

### 2.3.2. Serial to Paralel Converter

Rangkaian *serial to parallel converter* berfungsi sebagai rangkaian pengubah masukan data dari serial menjadi data keluaran parallel, dimana kecepatan data keluaran  $\frac{1}{4}$  dari kecepatan masukan data serial [7].

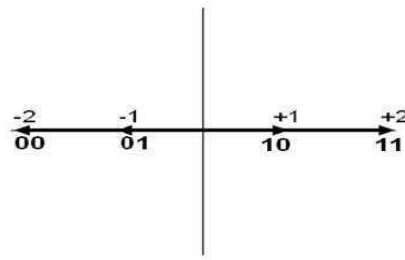
Rangkaian bit splitter terdiri atas :

- Rangkaian *shift register*
- Rangkaian *buffer register*
- Rangkaian pembagi empat

### 2.3.3. Modulasi 4-PAM

Pada modulasi pulsa, pembawa informasi berupa deretan pulsa-pulsa. Pembawa yang berupa pulsa-pulsa ini kemudian dimodulasi oleh sinyal informasi, sehingga parameternya berubah sesuai dengan besarnya amplitudo sinyal pemodulasi (sinyal informasi) [3]. Teknik modulasi pulsa mulai menggantikan system analog, karena beberapa keuntungan antara lain :

- a. Kebal terhadap derau.
- b. Sirkuit digital cenderung lebih murah.
- c. Jarak transmisi yang dapat ditempuh lebih jauh (dengan penggunaan pengulang regeneratif).
- d. Rentetan pulsa digital dapat disimpan.
- e. Sinyal direpresentasikan dengan 4 nilai besaran amplitudo dari gelombang pembawa.

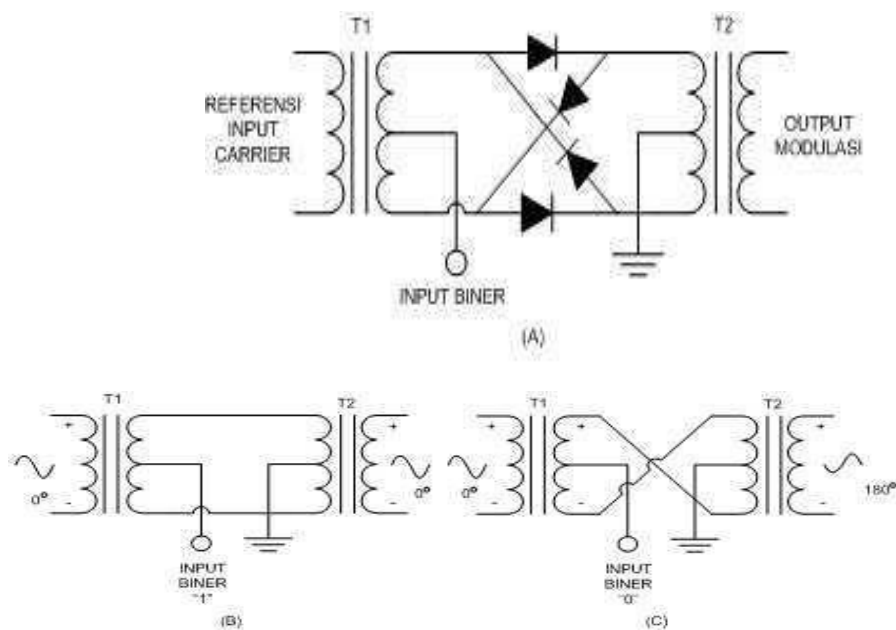


**Gambar 2.3** Bentuk Konstelasi 4-PAM

#### 2.3.4. Balance Modulator

Balanced Modulator merupakan rangkaian pengali atau pembalik fasa. Keluaran dari balanced modulator ini merupakan hasil perkalian dari dua sinyal masukan, yaitu masukan sinyal pembawa yang berupa gelombang sinusoida yang dihasilkan oleh rangkaian osilator quadratur dikalikan dengan rangkain pengubah level 2 ke 4 yang berupa PAM (*Pulse Amplitude Modulation*) [3].

Rangkaian balanced modulator yang digunakan sudah berbentuk *Integrated circuit* (IC) MC 1496 :

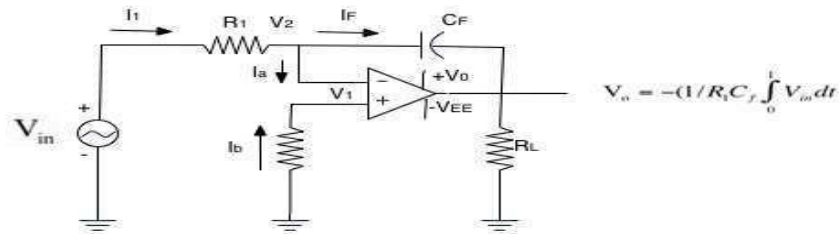


**Gambar 2.4** (A) Balanced Ring Modulator

(B) Masukan Biner 1 (C) Masukan Biner 0

### 2.3.5. Osilator Quadratur

Osilator ini dapat menghasilkan dua gelombang yaitu gelombang sinus dan cosinus. Jika untuk mendapatkan cosinus bisa dengan cara menggeser  $90^\circ$  dari gelombang sinus [3].



**Gambar 2.5** Rangkaian Integrator

### 2.3.6. Penjumlahan Linier (Linier Adder)

Rangkaian penjumlah linier dipakai untuk menggabungkan dua sinyal masukan menjadi satu sinyal keluaran, sinyal keluaran bisa merupakan penjumlahan dengan penguatan maupun penjumlahan langsung sinyal masukan atau biasa disebut dengan mixer.

Pada penjumlah langsung semua hambatan masukan dan hambatan umpan balik harus sama besar, bila diperlukan penguatan tahanan umpan balik dibuat lebih besar [3].