

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Transmisi Digital**

Dalam sistem transmisi digital kita mengenal dua proses yaitu modulasi dan demodulasi. Modulasi merupakan perubahan parameter dari sinyal carrier menjadi sinyal informasi. Modulasi adalah pengaturan parameter dari sinyal pembawa (*carrier*) yang berfrekuensi tinggi sesuai sinyal informasi (pemodulasi) yang frekuensinya lebih rendah, sehingga informasi tadi dapat disampaikan. Proses modulasi membutuhkan dua buah sinyal yaitu sinyal pemodulasi yang berupa sinyal informasi yang dikirim, dan sinyal carrier dimana sinyal informasi tersebut ditumpangkan.

Dalam sistem transmisi digital kita mengenal dua proses yaitu modulasi dan demodulasi. Modulasi merupakan pengaturan parameter dari sinyal pembawa (*carrier*) yang berfrekuensi tinggi sesuai sinyal informasi (pemodulasi) yang frekuensinya lebih rendah, sehingga informasi dapat disampaikan. Proses modulasi dilakukan oleh suatu rangkaian disebut modulator. Output modulator berupa sinyal pembawa yang telah dimodulasi yang berbentuk sinyal analog. Sedangkan demodulasi adalah proses pelepasan kembali sinyal informasi dari sinyal pembawa. Proses demodulasi dilakukan oleh suatu rangkaian disebut demodulator.

#### **2.2 Modulasi Digital**

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital ke dalam sinyal pembawa (*carrier*). Modulasi digital ini juga dapat dikatakan sebagai sebuah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (*modulated carrier*) memiliki ciri-ciri dari bit 0 atau bit 1 yang dikandungnya. Sehingga dengan mengamati *modulated carrier*, kita bisa mengetahui urutan bitnya disertai clock (timing, sinkronisasi). Melalui proses modulasi digital sinyal-sinyal digital setiap tingkatan dapat dikirim

ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio).

Terdapat beberapa sistem modulasi digital antara lain *Amplitude Shift Keying* (ASK), *FSK (Frequency Shift Keying)* dan *Phase Shift Keying* (PSK). Pada bab ini yang akan dibahas mengenai modulasi digital M-PSK.

### 2.3 M'ary-Phase Shift Keying (M-PSK)

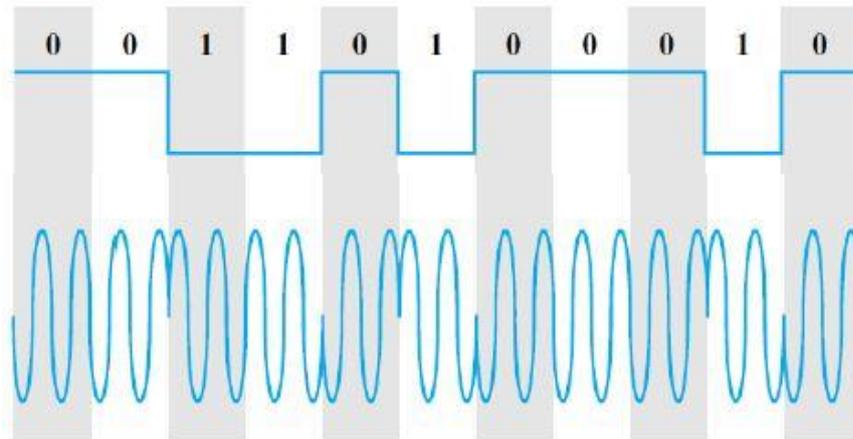
Konsep dasar PSK dapat menyebabkan jenis sistem yang umum. Secara umum modulasi PSK disebut sebagai modulasi M-PSK, dimana M merupakan bilangan yang menunjukkan level digital. M-PSK adalah jenis variasi modulasi fasa yang merupakan peningkatan dari modulasi BPSK pada sisi jumlah perubahan fasa sinyal pembawa. Bila  $M = 4$  Level, maka modulasi pulsa yang diterapkan adalah QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*). Bila  $M=2$  maka modulasi pulsa yang digunakan adalah BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). (R.P. Singh,2003)

Pada BPSK, masing-masing bit ditransmisikan secara individual dan satu dari dua frekuensi sinusoidal yang sama dengan durasi  $T_b$  dan berbeda dalam fase  $2\pi/2 = 180^\circ$  yang ditransmisikan. Pada QPSK, 2 bit disamakan dan tergantung pada empat bit yang dikembangkan, satu dari empat frekuensi sinus yang sama dengan durasi  $2 T_b$  dan berbeda fase  $2\frac{\pi}{4} = 90^\circ$  yang ditransmisikan. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai BPSK dan QPSK :

#### 2.3.1 Binary Phase Shift Keying (BPSK)

*Binary Phase Shift Keying* (BPSK) adalah pengiriman sinyal melalui pergeseran fase. Metoda ini merupakan suatu bentuk modulasi fase yang memungkinkan fungsi pemodulasi fase gelombang termodulasi di antara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini fase dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Sudut fase harus mempunyai acuan kepada pemancar dan penerima. Akibatnya, sangat diperlukan stabilitas frekuensi pada pesawat penerima. Guna memudahkan untuk memperoleh stabilitas pada penerima,

kadang-kadang dipakai suatu teknik yang koheren dengan BPSK yang berbeda-beda. Hubungan antara dua sudut fase yang dikirim digunakan untuk memelihara stabilitas. Dalam keadaan seperti ini, fase yang ada dapat dideteksi bila fase sebelumnya telah diketahui. Hasil dari perbandingan ini dipakai sebagai patokan. Untuk transmisi Data atau sinyal Digital dengan kecepatan tinggi, lebih efisien dipilih sistem modulasi BPSK. (Hwei P.Hsu,2004)



**Gambar 2.1** Binary Phase Shift Keying (BPSK)

Sumber (Hwei P.Hsu, 2004)

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  $\pi$  radian atau  $180^\circ$ . Persamaan bentuk gelombang BPSK adalah sebagai berikut: (Sigit Kusmaryanto,2013).

$$S(t) = -A \cos \omega_c t \quad \text{Persamaan 1}$$

$$S(t) = A \cos \omega_c t \quad \text{Persamaan 2}$$

Atau yang lebih umum dinyatakan dalam rumus:

$$S(t) = A \cos (\omega_c t + \theta_c) \quad \text{Persamaan 3}$$

Dimana :

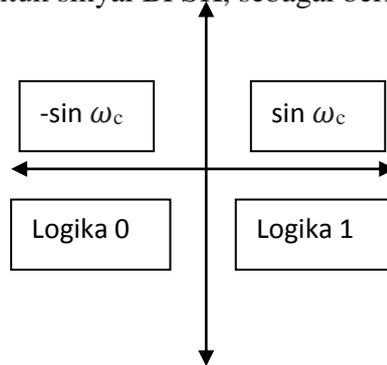
A = amplitude sinyal

$\omega_c$  = frekuensi pembawa

$\theta_c$  = sudut fasa pembawa

Persamaan 1 berlaku abash bila  $\theta_c = \pi$ , sedangkan persamaan 2 bila  $\theta_c = 0$ .

Sinyal ini dipergunakan untuk menyampaikan digit biner 0 dan 1 secara berurutan. Diagram untuk sinyal BPSK, sebagai berikut: (Sigit Kusmaryanto, 2013)



**Gambar 2.2** Diagram Sinyal BPSK

Sumber : (Sigit Kusmaryanto, 2013)

Berikut adalah gambar skematik dari diagram rangkaian modulasi dan demodulasi BPSK:

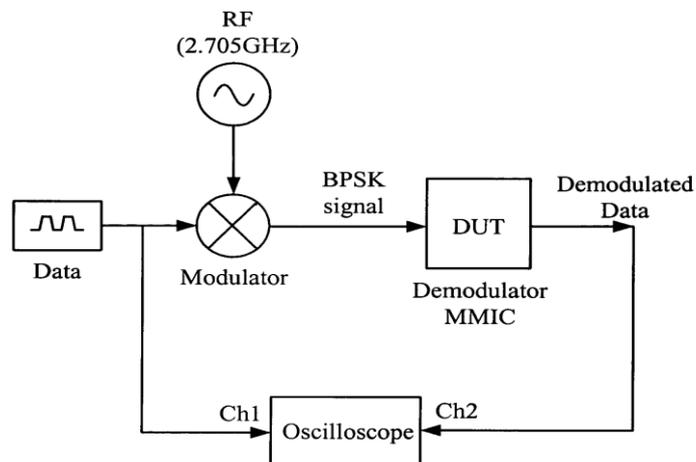
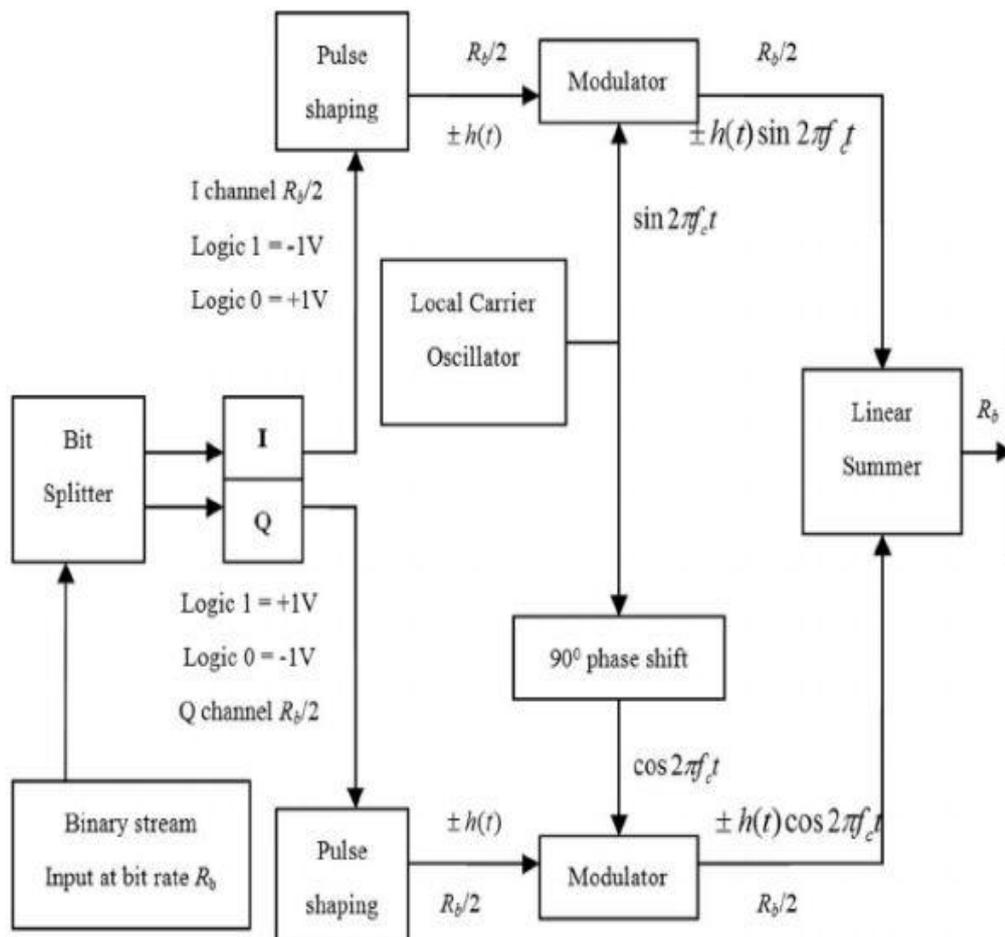


FIG. 6.11

**Gambar 2.3** Diagram Skematik Modulasi dan demodulasi BPSK

### 2.3.2 Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)

Salah satu tujuan terpenting dalam merancang sistem komunikasi digital adalah untuk memperoleh probabilitas kesalahan yang rendah. Tujuan lain yang ingin dicapai adalah penggunaan kanal lebar bidang (bandwidth) secara efisien. Pada bagian ini akan dipelajari skema modulasi Bandwidth-conservation atau lebih dikenal coherent *Quadrature Phase Shift Keying*. Tidak seperti binary ASK, BPSK dan sistem FSK, dua bit dtransmisikan secara simultan dalam satu selang waktu interval  $T$ . tanpa meningkatkan lebar bidang transmisi, kita dapat menggandakan pesat bit. Ini akan membuat sinyal yang dikirimkan menjadi jelas kemudian. (Anto Subarta, 2013)

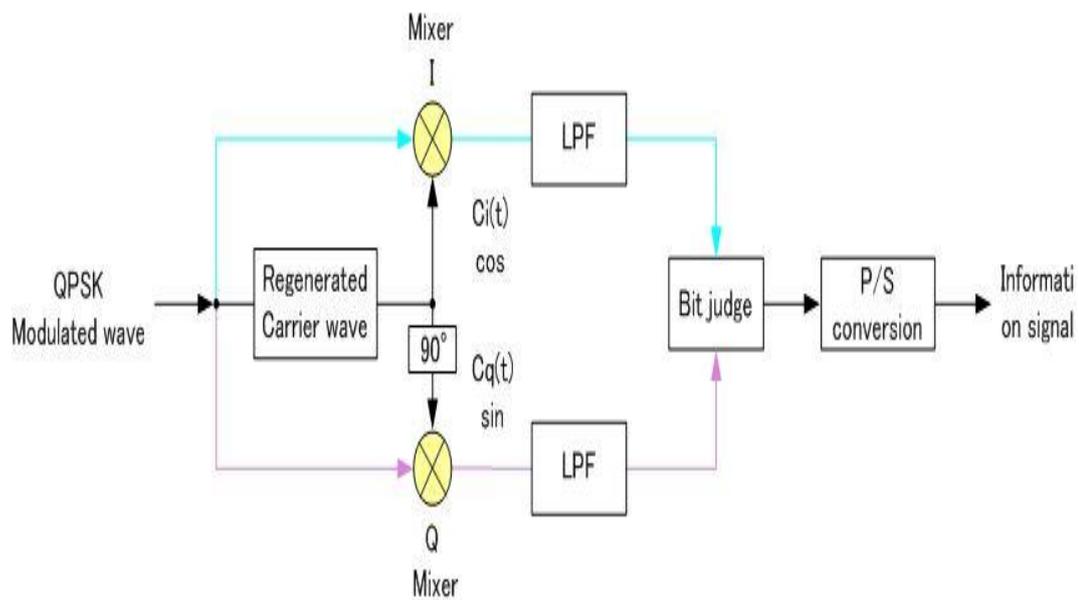


**Gambar 2.4** Skematik Diagram modulasi QPSK

Sumber : (Anto Subarta, 2013)

Sistem QPSK digambarkan pada gambar 2.4 . Diasumsikan ada dua bit yang akan ditransmisikan selama satu interval sinyal  $T$ . Bit tersebut ditandai sebagai  $m_1$  dan  $m_2$ . Keduanya di pisahkan oleh alir bit tunggal  $m$  ; dimana  $m_1$  sebagai bit ganjil dan  $m_2$  sebagai bit genap. Seperti yang ditunjukkan,  $m_1$  akan naik dan  $m_2$  akan turun.

Secara umum modulasi PSK disebut sebagai modulasi MPSK (*M-ary* PSK), dimana  $M$  merupakan bilangan yang menunjukkan jumlah level digital. MPSK adalah jenis variasi modulasi fasa yang merupakan peningkatan dari modulasi BPSK pada sisi jumlah perubahan fasa sinyal pembawa. Bila  $M = 4$  level, maka modulasi pulsa yang diterapkan adalah QPSK (*quaternary* atau *quadrature* PSK). Bila  $M = 2$ , maka modulasi pulsa yang dihasilkan adalah BPSK (*binary* PSK). Nilai  $M$  mengikuti bilangan  $2^v$  dengan  $v = 1, 2, 3$ , dst. Dengan nilai  $v$  yang demikian itu, maka kemungkinan nilai  $M$  adalah, 2, 4, 8, 16, dst. Pada sistem modulasi QPSK terdapat empat fasa berbeda yang dihasilkan untuk masing-masing bit. Kombinasi bit *00* akan memodulasi sinyal pembawa yang mempunyai fasa 45 derajat, sedang dibit *01* memodulasi sinyal pembawa yang mempunyai fasa 135 derajat. Sementara bit *10* dan *11*, masing-masing dengan fasa 315 derajat dan 225 derajat. (R.P.Singh, 2003) Berikut adalah gambar skematik demodulasi QPSK :



**Gambar 2.5** Diagram Skematik demodulasi QPSK

Pada QPSK, fasa dari frekuensi pembawa diubah-ubah antara dua nilai yang menyatakan keadaan biner 00, 01, 10 dan 11, dalam hal ini fasa dari

frekuensi pembawa yang satu dengan yang lain berbeda sebesar  $\pi$  radian atau  $90^0$ .  
 Persamaan bentuk gelombang QPSK adalah sebagai berikut: (Anto Subarta,2013)

$$S_1(t) = A \cos \left( \omega_c t + \frac{\pi}{4} \right) \quad \text{Persamaan 1}$$

$$S_2(t) = A \cos \left( \omega_c t + \frac{3\pi}{4} \right) \quad \text{Persamaan 2}$$

$$S_3(t) = A \cos \left( \omega_c t - \frac{\pi}{4} \right) \quad \text{Persamaan 3}$$

$$S_4(t) = A \cos \left( \omega_c t - \frac{3\pi}{4} \right) \quad \text{Persamaan 4}$$

Dimana :

A = amplitude sinyal

$\omega_c$  = frekuensi pembawa

$\theta_c$  = sudut fase pembawa

## 2.4 Modulator

Modulator adalah suatu rangkaian yang berfungsi melakukan proses modulasi. (Kesnopy,2009). Modulasi digital adalah proses penumpangan sinyal digital ke dalam sinyal pembawa (*carrier*). Modulator M-PSK merupakan sebuah alat yang digunakan untuk memodulasi sinyal dengan menggunakan metoda modulasi M-PSK, dimana sinyal pembawa bergeser sesuai dengan fase sinyal informasi.

## 2.5 Demodulator

Demodulator digunakan untuk memperoleh kembali sinyal informasi dari sinyal carrier yang telah mengalami proses demodulasi. Keluaran dari suatu modulator berupa sinyal analog. Untuk mengubah sinyal keluaran kedalam sinyal digital digunakan demodulator.

## 2.6 Mixer

*Mixer* merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengalikan sinyal (kawasan waktu).

Prinsip dasarnya adalah dua buah sinyal masuk ke suatu rangkaian non linier yang menghasilkan frekuensi-frekuensi lain selain frekuensi dua buah sinyal masukan tersebut dengan amplituda tertentu.

*Mixer* berfungsi sebagai:

1. Penggeser pita frekuensi ini dapat digunakan Down Converter & Up Converter
2. Pengali dalam modulator AM
3. Scrambler (pengacak) sinyal analog
4. Detektor fasa pada PLL, dsb.

## 2.7 Osilator

Osilator adalah suatu rangkaian yang menghasilkan keluaran yang amplitudonya berubah-ubah secara periodik dengan waktu. Keluarannya bisa berupa gelombang sinusoida, gelombang persegi, gelombang pulsa, gelombang segitiga atau gelombang gigi gergaji. Osilator dapat dianggap sebagai penguat (amplifier) yang outputnya umpan-balik (feed-back) ke input. Maka seluruh input dari penguat berasal dari outputnya.

Pada osilator tidak ada tegangan input sehingga osilasi dimulai dari suatu tegangan kecil yaitu tegangan “noise”. Tegangan yang sangat kecil ini (orde-mikro-volt) diperbesar dan dikembalikan kembali ke input dengan fase yang sama, diperbesar lagi dan seterusnya sampai terjadi getaran atau gelombang sinus yang dikehendaki.

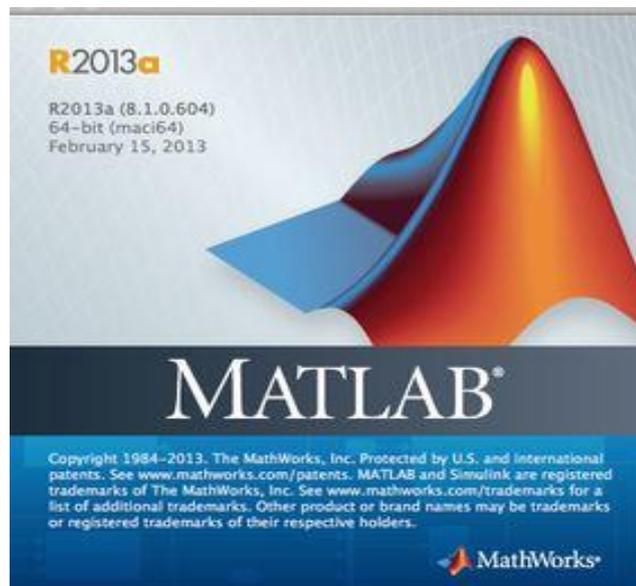
## 2.8 Filter

Filter adalah rangkaian yang melewatkan sinyal dengan frekuensi- frekuensi tertentu atau pada suatu daerah frekuensi tertentu dan menahan sinyal pada daerah frekuensi lainnya. Untuk merancang rangkaian filter dapat digunakan komponen pasif (R,L,C) dan komponen aktif (Op-Amp, transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan menjadi filter pasif dan filter aktif.

## 2.9 Matlab

Matlab merupakan sebuah singkatan dari *Matrix Laboratory*, yang pertama kali dikenalkan oleh University of New Mexico dan University of Stanford pada tahun 1970. software ini pertama kali memang digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Saat ini, kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh Matlab sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya toolbox-toolbox yang sangat luar biasa. Beberapa manfaat yang didapatkan dari Matlab antara lain:

- a. Perhitungan Matematika
- b. Komputasi numerik
- c. Simulasi dan pemodelan
- d. Visualisasi dan analisis data
- e. Pembuatan grafik untuk keperluan sains dan teknik & Pengembangan aplikasi, misalnya dengan memanfaatkan GUI [1]



Gambar 2.6 Matlab

### 2.9.1 Simulink

Simulink adalah desain lingkungan simulasi dan model berbasis sistem dinamis dan tertanam, terintegrasi dengan MATLAB. Simulink, juga dikembangkan oleh MathWorks, adalah aliran data pemrograman

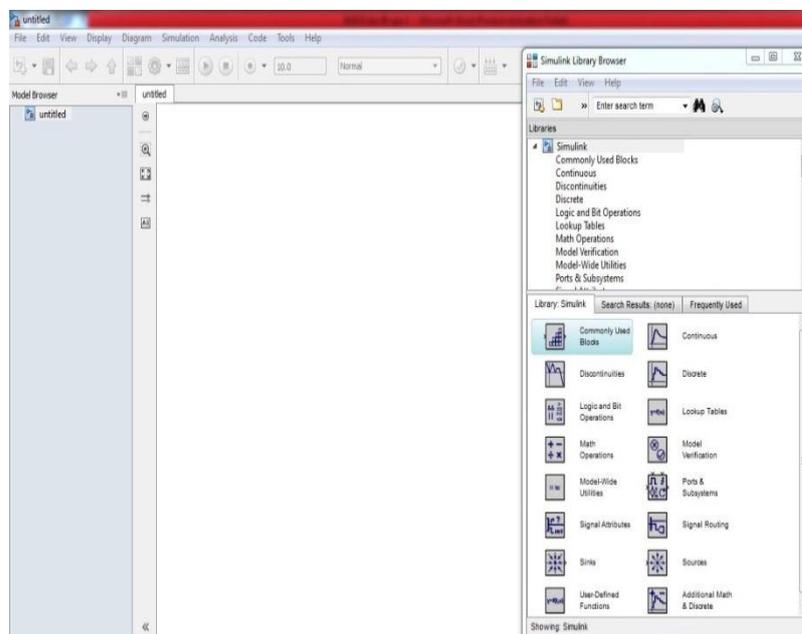
grafis alat bahasa untuk pemodelan, simulasi dan menganalisis multi-domain sistem dinamis. Ini pada dasarnya adalah alat blok diagram grafis dengan set disesuaikan blok perpustakaan.

Hal ini memungkinkan Anda untuk menggabungkan algoritma MATLAB menjadi model serta ekspor hasil simulasi ke dalam MATLAB untuk analisa lebih lanjut.

Simulink mendukung :

- desain sistem tingkat
- simulasi
- generasi kode otomatis
- pengujian dan verifikasi sistem tertanam

Simulink mampu verifikasi sistematis dan validasi model melalui pengecekan gaya pemodelan, persyaratan traceability dan analisis cakupan Model. Simulink Desain Verifier memungkinkan Anda untuk mengidentifikasi kesalahan desain dan menghasilkan skenario kasus uji untuk model pemeriksaan



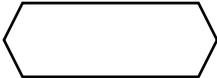
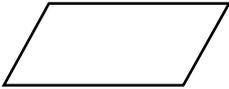
**Gambar 2.7** Simulink

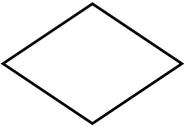
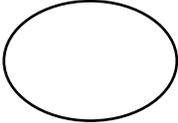
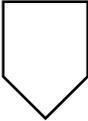
## 2.10 Flow Chart

Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

Flowchart ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya flowchart urutan poses kegiatan menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses maka dapat dilakukan lebih mudah. Setelah flowchart selesai disusun, selanjutnya pemrogram (*programmer*) menerjemahkannya ke bentuk program dengan bahasa pemrograman.

**Tabel 2.1** Simbol Flowchart

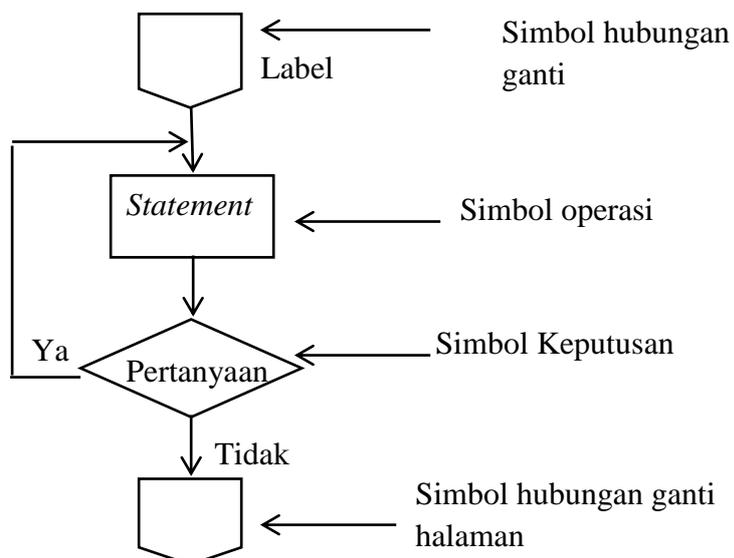
No	Simbol	Nama	Fungsi
1.		Flow Direction Symbol	Arah aliran program
2.		Terminator symbol	Permulaan atau akhir program.
3.		Preparation	Proses inisialisasi/ pembentukan harga awal
4.		Processing Symbol	Proses perhitungan atau proses pengolahan data.
5.		Input- Output Symbol	Proses input atau output data, parameter, informasi.
6.		Predefined Process (Sub Program)	Permulaan sub program/ proses menjalankan sub program.

7.		Decision Symbol	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya.
8.		On Page Connector Symbol	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman.
9.		Off Page Connector Symbol	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman.

(Samuel C. Lee, 1991)

### 2.10.1 Contoh Penggunaan Berbagai Simbol Flowchart

Penggunaan flowchart berhubungan dengan penggunaan diagram blok dalam perancangan aplikasi. Perancangan aplikasi membagi masalahnya secara garis besar ke dalam flowchart yang semakin terinci, sampai masing-masing blok menyatakan suatu fungsi.



**Gambar 2.8** Contoh Flowchart  
(Samuel C. Lee, 1991)