BAB II

DASAR TEORI

Dasar teori yang mendukung untuk tugas akhir ini adalah teori tentang *device* atau komponen yang digunakan, antara lain teori tentang:

1. Sistem Monitoring Ruangan
2. Modulasi Digital
3. Perkembangan *wireless*
4. *Radio Frequency* FM
5. Komunikasi Serial

2.1 Sistem Monitoring Ruangan

Teknologi kamera yang banyak digunakan untuk implementasi sistem monitoring ruangan adalah kamera *Closed Circuit Television* (CCTV). Kamera tersebut dapat memantau berbagai sisi atau sudut ruangan yang diinginkan. Pergerakan kamera tersebut dikontrol oleh sebuah pengontrol yang dihubungkan ke kamera, secara otomatis kamera tersebut akan bergerak sesuai pengaturan dipengontrol.

Sistem televisi terdiri atas pemancar, jalur transmisi dan penerima. Pada pemancar, sumber informasi gambar dan suara diolah menjadi sinyal listrik untuk diumpankan ke jalur transmisi. Pada penerima, sinyal listrik yang diperoleh dari jalur transmisi diubah kembali menjadi informasi gambar dan suara seperti semula.

Bayangan cahaya suatu gambar dapat diubah menjadi sinyal video dengan menggunakan tabung kamera. Tabung kamera ini merupakan tabung sinar katoda (*CRT*) yang berisi sensor photo-elektrik dan penembak elektron. Kamera akan menghasilkan sinyal video yang berupa sinyal listrik yang berisi informasi gambar sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima dari obyek.

Secara prinsip pemancar televisi sama seperti pemancar radio, pada pemancar televisi sinyal informasi yang dipancarkan berupa sinyal gambar (video) dan suara (audio) mengunakan antena. Sedangkan pada pemancar radio sinyal informasi yang dipancarkan berupa sinyal suara (audio).

Bagian antena pada penerima menangkap sinyal yang dikirim pemancar dalam bentuk sinyal *Radio Frequency* (RF) yang sudah dimodulasi dengan sinyal video dan audio. Sinyal dikuatkan dan kemudian dideteksi untuk mendapatkan kembali sinyal video dan audio. Sinyal video diumpankan ke tabung gambar untuk membentuk gambar dan sinyal audio diumpankan ke penyaring suara (*loud-speaker*).

Pada sistem *CCTV*, sinyal video yang berasal dari tabung kamera langsung dihubungkan ke berbagai monitor penerima dengan menggunakan kabel. Pemancar dalam CCTV bisa berupa kamera atau *Video Tape Recorder* (VTR). Jadi sinyal yang ditransmisikan ke penerima adalah sinyal video dan audio. Dalam hal ini tidak ada sinyal RF sebagai gelombang pembawa seperti halnya dalam *broadcasting*.

Untuk menerima atau memonitor siaran CCTV bisa digunakan pesawat penerima televisi biasa. Apabila ada lebih dari satu monitor yang digunakan, maka masing-

masing monitor dihubungkan secara paralel ke pemancar (kamera). Karena sinyal video ditransmisikan melalui kabel, maka kerugian daya saluran transmisi akan cukup berarti apabila kabel yang digunakan makin panjang atau jumlah monitor makin banyak.

Perbedaan CCTV dengan *Cable Television* (CATV) yaitu dalam bentuk pengiriman sinyal yang dikirimkan. Pada sistem CATV pengirimannya berupa sinyal RF termodulasi sedangkan pada CCTV menggunakan kabel. Pada umumnya sistem penyiaran menggunakan kabel dihubungkan langsung dari kamera di tempat suatu kegiatan ke pesawat penerima TV di tempat lain sehingga sistem ini disebut dengan CCTV. Apabila monitor yang digunakan sebagai penerima jumlahnya banyak dan jarak antara penerima dengan sumber gambar cukup jauh, maka biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan kabel sangat besar. Sehingga penggunaan sistem CCTV ini lebih efektif apabila digunakan dalam satu gedung yang terdiri atas beberapa ruangan. Sedangkan untuk suatu lingkungan kampus yang terdiri atas beberapa gedung yang terpisah hal ini kurang efektif.

Oleh karena itu kemudian dikembangkan sistem *broadcasting* yang menggunakan pemancar TV. Antara sumber gambar di pemancar dengan penerima tidak dihubungkan oleh kabel tetapi menggunakan media udara yang dapat menjangkau wilayah yang luas, sehingga tidak ada masalah pembiayaan yang berkaitan dengan jarak dan pengadaan kabel. Agar siaran dapat diterima di tempat yang jauh, maka daya pancar perlu diperbesar.

2.2 Modulasi Digital

Dalam memenuhi kebutuhan transmisi sinyal, maka dibutuhkan suatu proses modulasi atau penumpangan sinyal data yang berbentuk biner pada suatu gelombang pembawa (*carrier*). Pemilihan jenis modulasi yang digunakan ditentukan oleh penerapan yang diinginkan, termasuk juga karakteristik kanal yang digunakan seperti *bandwidth* yang tersedia dan kerentanan (*susceptibility*) kanal terhadap perubahan (*fading*).

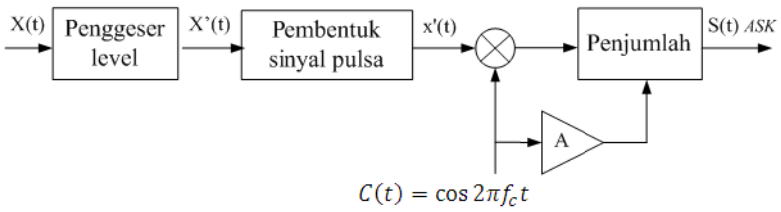
Teknik modulasi yang digunakan dapat menggunakan teknik modulasi digital diantaranya, teknik modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK), *Frequency Shift keying* (FSK), *Phase Shift Keying* (PSK) dan lain sebagainya.

2.2.1 *Amplitude Shift Keying* (ASK)

Pada teknik modulasi ASK data digital yang ditumpangkan direpresentasikan dengan cara mengubah-ubah amplitudo gelombang pembawa. Secara matematis sinyal termodulasi ASK dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$( ) = \quad \cos (\quad + \emptyset \;) \quad 0 \leq \quad \leq \qquad = 1,2, \ldots , \quad , \qquad (2.1)$$

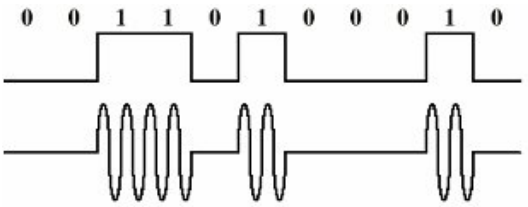
Sinyal ASK mentransmisikan data biner ketika data modulasi *ON* adalah logika *high* dan *OFF* ketika modulasi sinyal adalah logika *low*. Sering juga disebut dengan modulasi *On-Off Keying* (OOK). Berikut adalah gambar blok diagram modulator ASK.



Gambar 2.1 *Blok Diagram Modulator ASK*

Dalam modulasi ASK, amplitudo *carrier* tersaklar *ON* dan *OFF* sesuai dengan kecepatan sinyal pemodulasi. Sinyal direpresentasikan dalam dua kondisi perubahan amplitudo gelombang pembawa, yaitu logika "1" dan "0". Logika "1" direpresentasikan dengan status "*ON*" (ada gelombang pembawa) sedangkan logika "0" direpresentasikan dengan status "*OFF*" (tidak ada gelombang pembawa).

Dari dua kondisi tersebut, maka didapatkan sebuah sinyal yang termodulasi ASK. Berikut adalah gambar hubungan sinyal digital dengan sinyal termodulasi ASK.



Gambar 2.2 *Hubungan Sinyal Digital dan Sinyal Modulasi ASK*

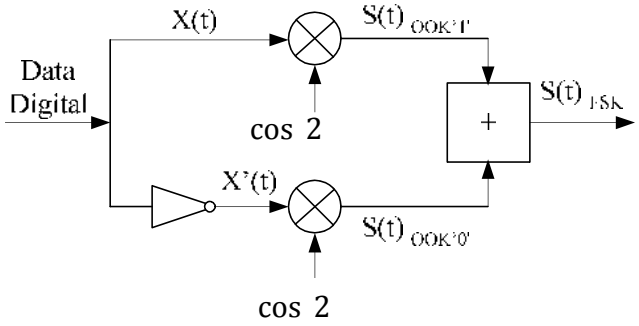
2.2.2 *Frequency Shift Keying* (FSK)

Teknik modulasi FSK yaitu menggunakan frekuensi yang berbeda untuk bit 1 dan 0. Hasil modulasi sinyal FSK didapatkan dengan cara menjumlahkan 2 frekuensi yang

berbeda yang berasal dari frekuensi *carrier* dan data, secara matematis hal tersebut dapat ditunjukkan pada persamaan berikut:

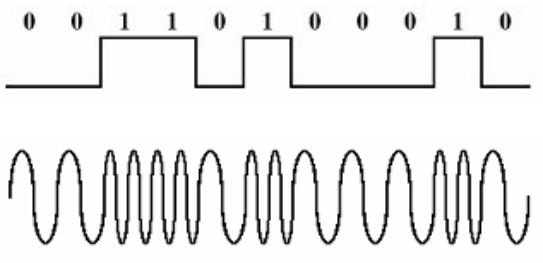
$$( ) = \quad \text{co\$2} \qquad + 2 \quad \int \quad ( ) \quad] \tag{2.2}$$

Dari persamaan 2.2 maka modulator FSK dapat direalisasikan ke dalam blok diagram sebagai sebagai berikut.



Gambar 2.3 *Blok Diagram Modulator FSK*

Gambar 2.3 di atas menunjukan blok diagram modulator FSK. Pada modulasi FSK frekuensi *carrier* digeser oleh input data yang berupa data biner. Ketika sinyal input biner berubah dari logika 0 ke 1 atau sebaliknya, maka output FSK bergeser antara dua frekuensi (frekuensi *mark* dan *space*). *Output* modulasi FSK akan mengalami perubahan frekuensi untuk setiap terjadinya perubahan kondisi logika dari sinyal *input* data. Sehingga kecepatan perubahan *output* modulasi FSK akan sama dengan kecepatan perubahan data pada *input*. Berikut adalah gambar hubungan sinyal digital dengan sinyal termodulasi FSK.



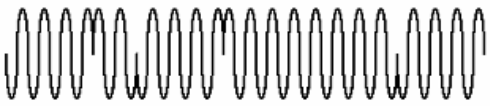
Gambar 2.4 *Hubungan Sinyal Digital dan Sinyal Modulasi FSK*

2.2.3 *Phase Shift Keying* (*PSK*)

Secara matematis sinyal PSK dapat dinyatakan pada persamaan sebagai berikut:

$$( ) = \cos 2 \quad + \quad ( ) \tag{2.3}$$

Pada sistem modulasi PSK, fasa gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan sinyal data pemodulasinya. Dengan demikian pada teknik modulasi PSK data yang dibawa direpresentasikan dengan perubahan fasa gelombang pembawa sehingga frekuensi gelombang pembawa akan konstan tetapi fasanya akan sebanding dengan sinyal pemodulasinya. Gambar berikut adalah sinyal termodulasi PSK.



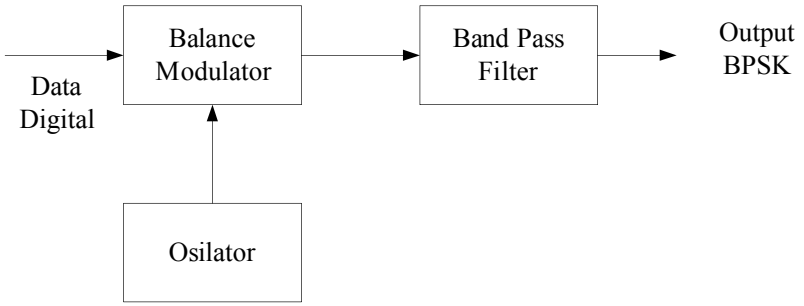
Gambar 2.5 *Sinyal Modulasi PSK*

2.2.3.1 *Binary Phase Shift Keying* (BPSK)

Persamaan yang digunakan dalam modulasi BPSK adalah sebagai berikut:

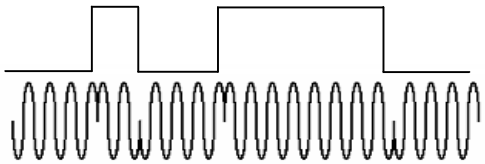
$$( ) = \cos [2 \quad + \Delta \quad ( )] \tag{2.4}$$

Dalam modulasi BPSK, mempunyai dua *output* fasa yang berbeda. Satu fasa *output* (0^0 misalnya) mewakili suatu logika 1 dan yang lainnya (misalnya 180^0) logika 0. Sesuai dengan perubahan keadaan sinyal *input* digital, fasa pada *output* gelombang pembawa bergeser diantara dua sudut yang keduanya terpisah 180^0.



Gambar 2.6 *Blok Diagram Modulator BPSK*

Pada ***Gambar 2.6*** di atas *Balanced modulator* bekerja seperti switch pembalik fasa dan *output* dari modulator PSK tergantung dari kondisi logika pada *input* data sedangkan gelombang pembawa yang dikirim ke *output* pada kondisi fasa 0^0 atau bergeser 180^0 dengan gelombang pembawa sebagai referensi. *Output* dari modulator BPSK menghasilkan sinyal yang termodulasi. Berikut adalah gambar hubungan sinyal digital dengan sinyal termodulasi BPSK.



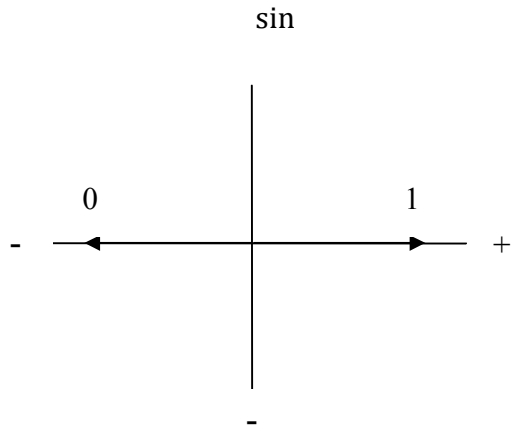
Gambar 2.7 *Hubungan Sinyal Data dan Sinyal Modulasi BPSK*

Modulasi BPSK memiliki dua posisi beda fasa yang masing-masing sebesar 180^0 dengan 1 bit setiap simbol, diantaranya 0 dan 1. Berikut adalah tabel kebenaran modulasi BPSK.

Tabel 2.1 *Tabel Kebenaran Modulasi BPSK*

Input biner	Output fasa
logika 0	180^0
logika 1	0^0

Berdasarkan tabel kebenaran BPSK, modulasi BPSK mempunyai dua masukan data biner, yaitu logika '1' dan '0'. Sehingga keluaran dari modulasi BPSK itu sendiri menghasilkan dua fasa yang berbeda, yaitu 180^0 dan 0^0. Apabila keluaran dari BPSK digambarkan dalam diagram konstelasi, maka terlihat seperti pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.8 *Diagram konstelasi BPSK*

2.2.3.2 *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK)

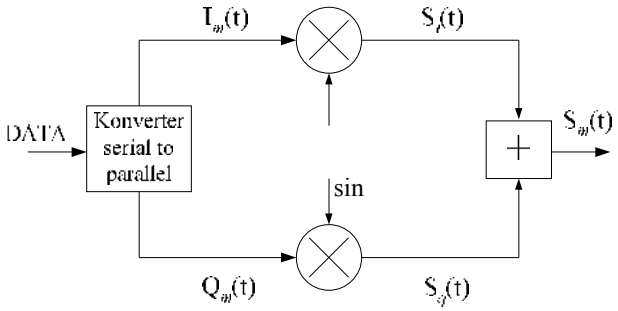
Sesuai dengan *M-ary coding* untuk modulasi QPSK jumlah n yang digunakan adalah n=2 sehingga menghasilkan beda fasa sebanyak empat atau M=4.

Persamaan yang digunakan dalam modulasi QPSK adalah sebagai berikut:

$$= \quad ( ) \qquad - \quad ( ) \tag{2.5}$$

dimana, $( ) = \quad ( )$ dan $( ) = \quad ( )(- \qquad)$

Dari persamaan di atas bahwa sinyal QPSK diperoleh dengan menjumlahkan dua buah sinyal bermodulasi *double side band suppressed carrier*, yaitu dan ( ) dan ( ) dengan gelombang pembawa yang berbeda fasa 90 yaitu cos dan sin . Berikut adalah gambar blok diagram modulator QPSK.



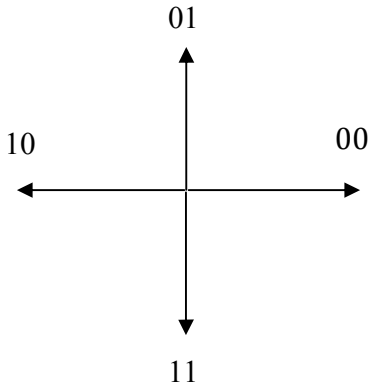
Gambar 2.9 *Blok Diagram Modulator QPSK*

Modulasi QPSK memiliki empat posisi beda fasa yang masing-masing sebesar 90^0 dengan 2 bit setiap simbol, diantaranya 00, 01, 10 dan11. Berikut adalah tabel kebenaran modulasi QPSK.

Tabel 2.2 *Tabel Kebenaran Modulasi QPSK*

Input biner	*Output* fasa
00	0^0
01	90^0
10	180^0
11	270^0

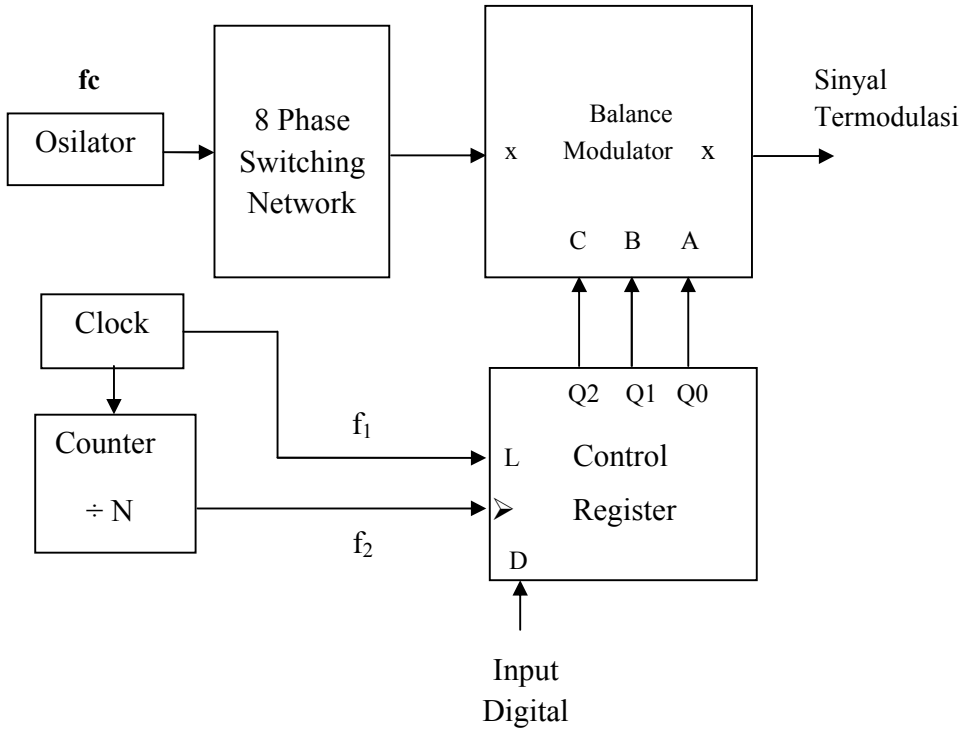
Berdasarkan tabel kebenaran QPSK, modulasi QPSK mempunyai empat masukan data biner, yaitu 00, 01, 10 dan 11. Sehingga keluaran dari modulasi QPSK itu sendiri menghasilkan empat fasa yang berbeda, yaitu 0^0, 90^0, 180^0 dan 270^0. Keluaran dari QPSK digambarkan dalam diagram kontelasi, maka terlihat seperti pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.10 *Diagram Konstelasi QPSK*

2.2.3.3 8 *Phase Shift Keying* (8 PSK)

Sesuai dengan *M-ary coding* untuk modulasi 8 PSK jumlah n yang digunakan adalah n=3 sehingga menghasilkan beda fasa sebanyak delapan atau M=8. Berikut adalah gambar blok diagram modulator 8 PSK.



Gambar 2.11 *Blok Diagram Modulator 8 PSK*

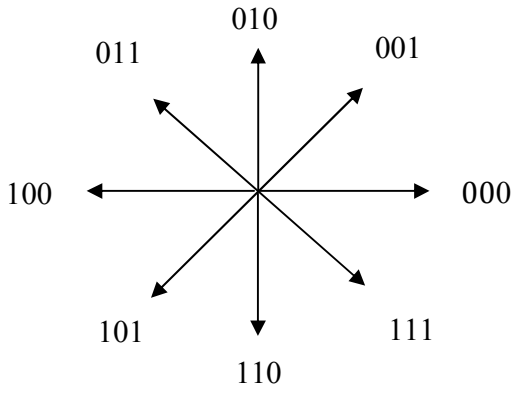
Modulasi 8 PSK memiliki delapan posisi beda fasa yang masing-masing sebesar 45^0 dengan 3 bit setiap simbol, diantaranya 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 dan 111. Berikut adalah tabel kebenaran modulasi 8 PSK.

Tabel 2.3 *Tabel Kebenaran Modulasi 8 PSK*

Input biner	*Output* fasa
000	0^0
001	45^0
010	90^0
011	135^0

100	180^0
101	225^0
110	270^0
111	315^0

Berdasarkan tabel kebenaran 8 PSK, modulasi 8 PSK mempunyai delapan masukan data biner, yaitu 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 dan 111. Sehingga keluaran dari modulasi 8 PSK itu sendiri menghasilkan delapan fasa yang berbeda, yaitu 0^0, 45^0, 90^0, 135^0, 180^0, 225^0, 270^0 dan 315^0. Keluaran modulasi 8 PSK digambarkan dalam diagram konstelasi, maka terlihat sebagai berikut.



Gambar 2.12 *Diagram Konstelasi 8 PSK*

2.3 Perkembangan *Wireless*

Sejarah perkembangan *wireless* meliputi berbagai jenis dan spesifikasi yang berkembang. Generasi pertama yang mucul adalah teknologi yang disebut *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS). Teknologi ini dikenal dengan nama pelayanan selular

karena konfigurasi antenanya. Meskipun AMPS berbentuk mirip seperti sarang lebah, sel ini dapat mengurangi pemakaian energi, meningkatkan akses, menggunakan kembali frekuensi yang dibatasi *bandwith*. Namun demikian, teknologi ini masih memiliki kelemahan karena tidak mengantisipasi secara dinamis penggunaan teknologi ini di pasar, sehingga konsumen sering kali mendapatkan sinyal yang sibuk.

Sebagai perbaikan dari AMPS, maka munculah teknologi baru yaitu *Multiple Access Technology* yang dikenal dengan *Frequency Division Multiple Access* (FDMA). FDMA merupakan teknik multi akses dimana terdapat alokasi frekuensi yang spesifik. Pada FDMA frekuensi yang digunakan dapat dengan mudah didefinisikan, tetapi penggunaan frekuensi tersebut belum cukup optimal. Akibatnya muncul kembali teknologi baru yang berusaha untuk menutupi kekurangan tersebut yaitu T*ime Division Multiple Access* (TDMA) untuk penggunaan frekuensi yang lebih besar.

TDMA memanfaatkan frekuensi tertentu yang dibagi ke beberapa pengguna sekaligus. Dengan demikian terjadi efisiensi penggunaan frekuensi yang ada. Proses pembagian kanal diantara para pengguna dilakukan dengan cara pembagian slot waktu kepada masing-masing pengguna. Metode ini sama dengan metode yang terdapat pada *Time Diivision Multiplexing* yang digunakan dalam jaringan kabel.

Teknologi generasi selanjutnya adalah *Mobile Switching Center* (MSC). MSC digunakan dalam jaringan telepon seluler, dimana MSC memberikan kontrol sistem bagi *Mobile Base Station* (MBS) dan hubungan kembali dengan PSTN. MBS sendiri

merupakan penghubung antara *mobile unit* kepada MSC. Jadi MBS dapat dikatakan sebagai sebuah *transmitter* yang mencari letak MSC terdekat untuk meneruskan frekuensi yang diterima dari *mobile unit.* Teknologi MSC memiliki *landline* yang sama dengan *Central Office* (CO), kecuali antar pengguna dengan komponen *wireless* jaringan. Karena fungsinya yang rumit, maka MSC dilengkapi dengan HLR (*Home Location Register*) sebagai penyimpan data dan informasi mengenai pelanggan yang tersimpan secara permanen tanpa tergantung pada posisi pelanggan.

Pada era sekarang terdapat 3G dan 3.5G, maka di masa mendatang diperkirakan akan terdapat suatu teknologi jaringan baru yang disebut 4G. 4G merupakan teknologi yang menawarkan *streaming* video dengan kualitas yang tinggi dan daya tampung data yang lebih besar dibandingkan dengan 3G. Selain itu, 4G juga memberikan fasilitas penerimaan *Software Defined Radio* (SDR), *Orthogonal Freqiency Division Multiplexing* (OFDM), dan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang semuanya menggunakan transmisi data berkecepatan tinggi. Namun, terdapat kekurangan pada 4G, dimana belum semua orang bisa memanfaatkan teknologi tersebut karena sifatnya yang masih terbatas dan tarifnya yang mahal.

2.4 *Radio Frequency* FM

Untuk dapat mengirimkan data melalui udara diperlukan suatu *device* yang dapat melakukan proses penumpangan data digital kepada gelombang pembawa (*carrier*). *Radio Frequency* FM data *transceiver* adalah sebuah *device* yang dapat mengirimkan data melalui media udara (*wireless*). *Device* tersebut dapat melakukan proses

penumpangan data digital terhadap gelombang pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk kemudian dipancarkan ke udara oleh pemancar. Pada bagian penerima, gelombang pembawa yang mengandung data digital diterima oleh *Radio Frequency* FM dibagian penerima.

Pada pengiriman informasi, sistem FM banyak digunakan dibandingkan dengan sistem AM. Jika dibandingkan dengan sistem AM, maka FM memiliki beberapa keunggulan diantaranya.

1. Lebih tahan *noise*

   Frekuensi yang dialokasikan untuk siaran FM berada pada *range* frekuensi 88 MHz – 108 MHz, dimana pada wilayah frekuensi ini secara relatif bebas dari gangguan baik dari *atmosfir* maupun *interferensi* yang tidak diharapkan. Jangkauan dari sistem modulasi ini tidak jauh jika dibandingkan pada sistem modulasi AM dimana panjang gelombangnya lebih panjang. Sehingga *noise* yang diakibatkan oleh penurunan level daya hampir tidak berpengaruh karena dipancarkan secara *Line Of Sight* (LOS).

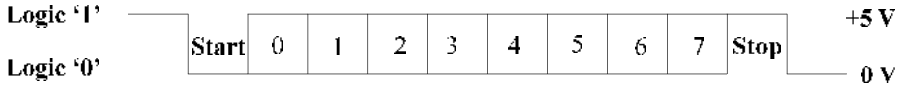
2. *Bandwidth* yang lebar

   Lebar *(band)* FM terletak pada bagian VHF *(Very High Frequency)* dari spektrum frekuensi dimana tersedia *bandwidth* yang lebih lebar dari pada *band* siaran AM dengan panjang gelombang medium (MW = *Medium*

Wave). *Bandwidth* yang lebar pada saluran FM juga memungkinkan untuk memuat dua saluran yaitu data atau audio.

2.5 Komunikasi Serial

Komunikasi data serial sangat berbeda dengan format pemindahan data pararel. Disini, pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran pararel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal (perhatikan ***Gambar 2.13***). Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Salah satu mode transmisi dalam komunikasi serial adalah *mode asynchronous*. Transmisi serial mode ini digunakan apabila pengiriman data satu karakter tiap pengiriman. Antara satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tentu, kemudian dikirimkan sisanya. Dengan demikian bit-bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada mode transmisi ini adalah dengan memberikan bit-bit penanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun penerima. Berikut adalah format pengiriman secara serial.



Gambar 2.13 *Format Pengiriman Data Serial*

Format data komunikasi serial terdiri dari parameter-parameter yang dipakai untuk menentukan bentuk data serial yang dikomunikasikan, dimana elemen-elemennya terdiri dari.

1. Kecepatan data per bit (*baud rate*).
2. Jumlah bit data pekarakter (*data length*).
3. Jumlah stop bit dan start bit.