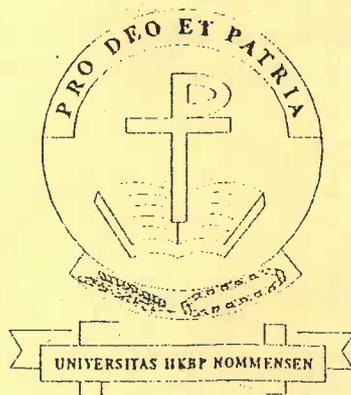


SEMINAR SEHARI
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI BIDANG ELEKTRO

KOMUNIKASI DATA
PADA SISTEM PENGONTROL PERALATAN LISTRIK

Oleh :

Ir. Sindak Hutauruk, MSEE.



PENYELENGGARA :
JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN
M E D A N

KOMUNIKASI DATA PADA SISTEM PENGONTROL PERALATAN LISTRIK

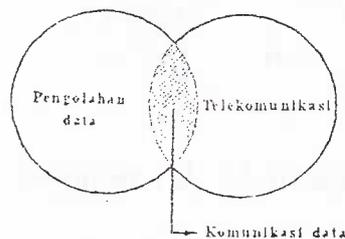
Oleh : Ir. Sindak Hutauruk, M.S.E.E

Dosen Tetap Jurusan Elektro Fakultas Teknik U.H.N.

I. KOMUNIKASI DATA

Komunikasi data merupakan gabungan dua teknik yang sama sekali dapat dikatakan berbeda, yaitu pengolahan data (*data processing*) dan telekomunikasi (*telecommunication*).

Secara umum dapat dikatakan bahwa komunikasi data memberikan fasilitas komunikasi jarak jauh dengan sistem komputer.



Gambar 1.1. Komunikasi data.

Data yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi jarak jauh dengan komputer disebut terminal. Terminal ini dapat bersifat pasif ataupun aktif, dikatakan pasif apabila terminal tersebut hanya menerima perintah dan data saja dan dikatakan bersifat aktif karena terminal tersebut selain menerima instruksi dan data juga dapat memberikan respon atau jawaban. Jaringan yang digunakan untuk pertukaran informasi antara sistem komputer dan terminal disebut jaringan telekomunikasi (*telecommunication network*). Dan link (hubungan) antara sistem komputer dengan terminal dalam terminologi komunikasi data disebut data link.



Gambar 1.2. Hubungan Komunikasi Data.

13. Kabel Coaxial

Penggunaan kabel coaxial sebagai media transmisi untuk mengontrol peralatan listrik akan menambah jaringan baru sehingga akan memerlukan biaya untuk pengadaan, pembangunan karena harus melewati berbagai halangan seperti gedung-gedung, pohon-pohon, hutan bahkan melewati bukit dan gunung bila dilakukan dengan jarak yang jauh. Untuk jarak yang dekat, misalnya pada suatu gedung mungkin dapat dilakukan dengan mudah akan tetapi instalasinya akan menambah semarawutnya sistem perkabelan di suatu gedung. faktor lain yang perlu diperhitungkan adalah faktor redaman pada kabel dan pencocokan impedansi kabel dengan beban agar sinyal yang dikirimkan tidak mengalami pantulan. Masing-masing kabel mempunyai impedansi yang berbeda-beda, sebagai contoh kabel koaxial RG58 mempunyai impedansi 50 Ohm dan RG62 mempunyai impedansi 93 Ohm.

Pada suatu saluran transmisi impedansi karakteristik saluran tergantung dari komponen-komponen yang terdapat pada saluran transmisi tersebut. Komponen-komponen pada saluran dapat berupa induktansi, resistansi dan kapasitansi, dimana besarnya impedansi karakteristik dari saluran (Z_0) adalah :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{(R + j\omega L)}{(G + j\omega C)}} \quad \text{Ohm}$$

dimana,

R = Resistansi (Ohm/mile)

G = Konduktansi (Mho/mile)

C = Kapasitansi (Farad/mile)

L = Induktansi (Henry/mile)

besarnya konstanta propagasi pada saluran :

$$\tau = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

konstanta ini dapat dinyatakan dengan :

$$\tau = \alpha + j\beta$$

dimana α = konstanta redaman persatuan panjang (Neper/mile)

β = konstanta pergeseran fasa persatuan panjang (rad/mile)

kecepatan transmisi pada saluran :

$$V = \frac{2\pi f}{\beta} \quad \text{mile/detik}$$

dimana f = frekuensi yang digunakan untuk transmisi (Hz.)

panjang gelombang :

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} \text{ mile}$$

Jika panjang gelombang yang digunakan sebesar $\frac{1}{4}$ lambda maka panjang saluran adalah :

$$l = \frac{1}{4} (2\pi/\beta) \text{ mile}$$

4.4 Jala-jala Listrik

Penggunaan jala-jala listrik adalah pilihan yang tepat sebagai media transmisi data untuk pengendalian peralatan listrik pada suatu gedung karena tidak membutuhkan jaringan kabel yang baru, tidak mudah diganggu frekuensinya, tidak memerlukan biaya instalasi kabel, lebih murah dan lain-lain.

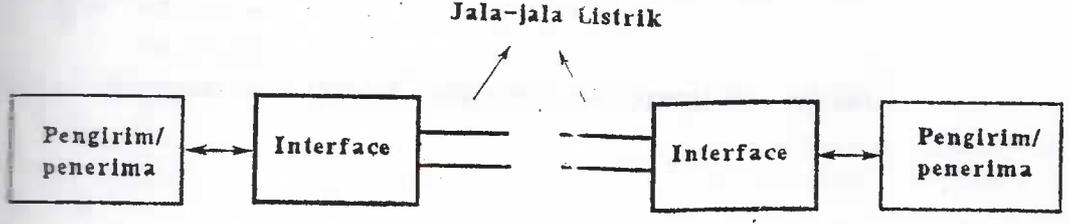
4.4.1 Permasalahan

Untuk mentransmisikan sinyal pembawa pada jala-jala listrik tidaklah mudah karena :

1. Impedansi jala-jala listrik tidak mempunyai harga yang konstan, dapat berupa kapasitif, induktif, resistif atau gabungannya tergantung dari frekuensi yang mengalir pada jala-jala listrik. Untuk frekuensi diatas 50 kHz. jala-jala mempunyai impedansi yang tinggi untuk induktif sebagai beban. Sedangkan untuk frekuensi rendah jala-jala menjadi seperti sumber tegangan. Untuk frekuensi diatas 300 kHz. jala-jala akan mempunyai impedansi yang sangat tinggi ini dikarenakan adanya LC yang tersebar pada jala-jala.
2. Banyaknya derau yang terdapat pada jala-jala listrik dengan amplitudo yang relatif yang tinggi dibandingkan dengan sinyal yang ditransmisikan. Derau yang terdapat pada jala-jala listrik dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu :
 - a. Derau dengan pita lebar
 - b. Derau impulseDerau pita lebar dapat datang dari bermacam-macam instrumen listrik, misalnya motor listrik, beban yang dikontrol triac dan lain-lain. Levelnya dapat dari beberapa millivolt sampai ratusan millivolt. Sedangkan derau impulse dapat berubah dari beberapa volt sampai kilovolt.
3. Redaman sinyal yang ditransmisikan pada jala-jala listrik yang disebabkan karena adanya komponen resistif yang terdistribusi merata pada jaringan. Semakin panjang jaringan akan semakin teredam sinyal yang melewatinya.
4. Penerima juga harus dapat mengambil kembali sinyal pembawa yang dikirim dimana level sinyal ini hanya beberapa millivolt yang harus diambil dari tegangan listrik 220 Volt atau harus dapat mengambil sinyal pembawa dari transien yang perubahannya terhadap waktu dapat mencapai 2 kV ($dV/dt = 2 \text{ kV}$).
5. Sistem harus dapat mengisolasi sinyal pembawa dan sinyal kontrol dari jaringan jala-jala listrik ke gedung lain.
6. Pengirim harus mengetahui bahwa perintah yang diberikannya telah diterima dan dilaksanakan oleh penerima.

5.1 Pemecahan Permasalahan

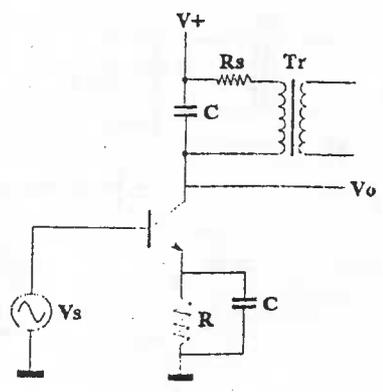
Dari komunikasi dengan menggunakan jala-jala listrik adalah pengiriman dan penerimaan suatu sinyal pembawa yang dimodulasi oleh data digital ke dan dari jala-jala listrik. Dengan menumpangkan sinyal sinus hasil modulasi dengan frekuensi yang relatif tinggi ke saluran AC kita dapat mengambil kembali sinyal sinus ini pada penerima dengan menggunakan penguat yang hanya menguatkan di daerah frekuensi sinus tersebut.



Gambar 5.11. Blok Diagram Sistem Komunikasi dengan Jala-jala Listrik.

Rangkaian yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah tersebut diatas adalah berupa rangkaian pendeteksi sinyal pembawa, penyesuai impedansi rangkaian dengan pengirim sinyal dengan jala-jala listrik dan rangkaian filter sinyal yang tidak diinginkan. Rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi adalah suatu transformator sinyal. Kerena sinyal yang dikirimkan mempunyai lebar pita yang sempit maka untuk mentransmisikan/menerima sinyal ini perlu untuk hanya mengirimkan/menerima lebar pita sinyal saja, untuk itu digunakan penguat *ditune* yang berguna untuk memilih dan menguatkan atau melemahkan suatu daerah frekuensi tertentu. Penguat *ditune* juga disebut sebagai *narrow-band amplifier* atau penguat dengan lebar pita sempit. Karakteristik penting dari penguat tersebut adalah : lebar pita, frekuensi tengah, gain dan faktor kualitas (Q). Faktor kualitas (Q) dari suatu rangkaian dinyatakan sebagai ukuran kemampuan rangkaian untuk menyimpan energi pada satu siklus terhadap energi dissipasi pada satu siklus.

$$Q = \frac{2\pi (\text{energi yang disimpan pada satu siklus})}{\text{energi dissipasi pada satu siklus}}$$



Gambar 5.12. Rangkaian Penguat ditune Paralel.

- L : induktansi paralel, Henry.
- C : Kapasitansi paralel, Farad.
- R_s : rugi-rugi komponen reaktif, Ohm.

Rangkaian diatas akan beresonansi pada frekuensi :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Frekuensi resonansi daya puncak yang disimpan dirangkaian adalah :

$$W_p = \frac{L(I_{max})^2}{2}$$

I_{max} adalah arus puncak yang disimpan dirangkaian.

Rugi-rugi akibat R_s diberikan oleh :

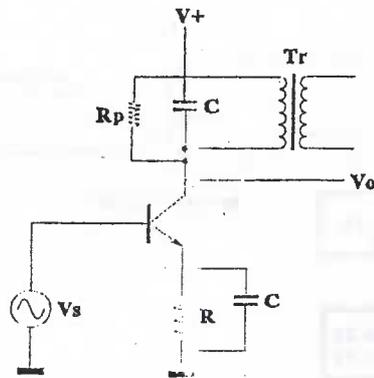
$$W_{dis} = \frac{(I_{max})^2}{2f_0}$$

Didapatkan faktor kualitas rangkaian tersebut, yaitu :

$$Q = \frac{2\pi W_p}{W_{dis}}$$

$$Q = \frac{2\pi f_0 L}{R_s}$$

Rugi-rugi R_s biasanya diberikan oleh R_p seperti yang digambarkan pada gambar berikut :

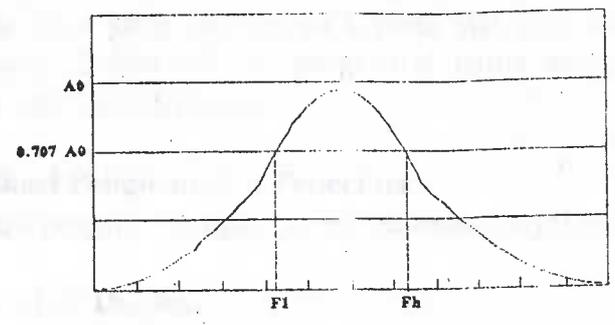


Gambar 5.13. Rangkaian Penguat ditune Paralel dengan R_p .

lebar pita Q dari rangkaian diatas adalah :

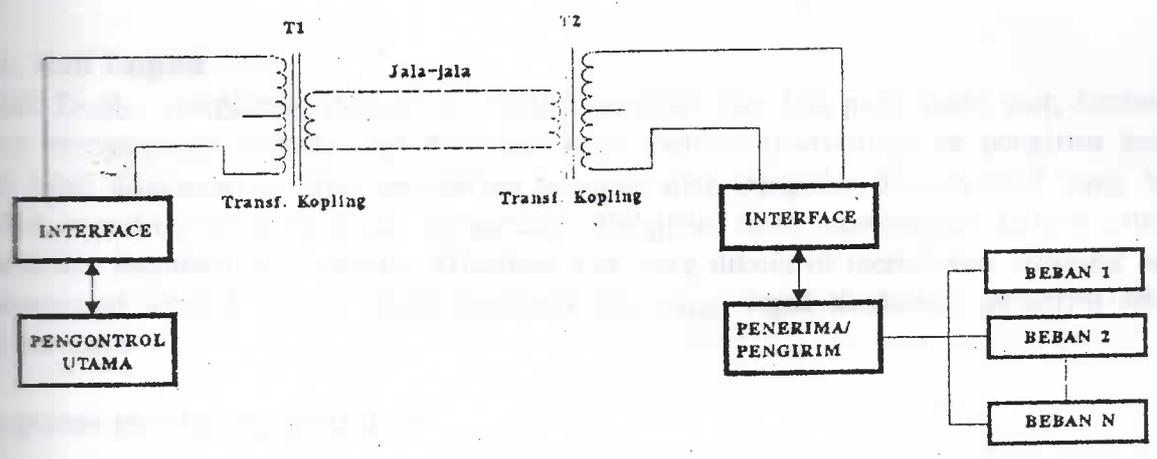
$$Q = \frac{R_p}{2\pi f_0 L}$$

lebar pita Q dari rangkaian diatas harga Q akan tidak terhingga (tidak ada rugi pada rangkaian) bila $R_s = 0$ atau $R_p = \infty$ = tidak terhingga. Karakteristik penguat *ditune* yang paling penting adalah selektivitas atau karakteristik frekuensi dari rangkaian. Suatu penguat *ditune* yang menguatkan pada frekuensi tertentu keluarannya akan mempunyai gambar seperti berikut :



Gambar 5.14. Response Frekuensi dari Penguat *ditune*

Tegangan keluaran dari penguat tersebut tergantung dari impedansi beban. Pada keadaan resonansi impedansi dari rangkaian penguat *ditune* maksimum dan sama dengan R_p . Dan lebar pita frekuensi (Band Width) adalah $(f_h - f_1)$, dimana lebar pita frekuensi ini tergantung pada impedansi resonansi f_0 dan Q dari rangkaian. Semakin besar Q maka BW akan semakin kecil, yang berarti rangkaian akan lebih selektif.



Gambar 5.15. Blok Diagram Sistem transmisi pada Jala-jala Listrik

Disampaikan pada seminar sehari Jurusan Elektro Fakultas Teknik UHN, 7 Mei 1994.

Pengontrol utama berfungsi mengontrol blok-blok lain yang terdiri dari papan kunci untuk memasukkan data, display sebagai alat komunikasi pemakai dan pemroses data, rangkaian pengubah data paralel ke serial dan pengkode data yang dikirim. Dalam hal ini pengontrol dapat digunakan sebuah komputer pribadi (PC).

Salah satu interface terdiri dari bagian modulator yang dilengkapi oleh D/A Converter (Digital to Analog Converter) yaitu yang mengubah data digital ke analog dan penyesuai karakteristik untuk rangkaian pengontrol ke jala-jala. Blok tersebut terdapat pada pengirim dan penerima.

Salah satu bagian penerima terdiri dari pendekode data dan pengubah data serial menjadi paralel. Pada suatu bagian penguat yang digunakan untuk menggerakkan relay yang akan menghidupkan peralatan yang dikontrol. Pada prinsipnya setiap alat yang dikontrol mempunyai alat penerima sinyal dan pengirim sinyal (TX/RX) yang memungkinkan bagi pengontrol mengetahui apakah instruksi dan data yang dikirimnya kepada alat yang dikontrol telah diterima dan dilaksanakan dengan baik. Dalam hal ini pengontrol harus mengetahui keadaan akhir atau keadaan setiap saat dari alat yang dikontrol.

4.3. Sistem Komunikasi Pengirim dan Penerima

Sistem komunikasi antara pengirim dengan penerima mempunyai dua sistem :

1. Komunikasi dengan Half Duplex.

2. Komunikasi dengan Full Duplex.

Setiap penerima atau alat yang dikontrol mempunyai alamat yang unik. Jumlah peralatan yang dikontrol tergantung dari jumlah bit yang digunakan untuk alamat penerima, sebagai contoh : apabila jumlah bit yang digunakan adalah 8 bit dengan pembagian 5 bit digunakan untuk alamat dan 3 bit untuk data instruksi maka jumlah peralatan yang dapat dikontrol adalah 2^5 buah yaitu 32 buah. Dan tiga bit lainnya dapat digunakan untuk perintah tertentu yang jumlah perintah tersebut berjumlah $2^3 = 8$ perintah. Jadi lima bit pertama untuk alamat dan tiga bit berikutnya untuk perintah.

4.3.1. Half Duplex

Pada Half Duplex pengontrol akan mengirimkan perintah dan data pada suatu saat, kemudian penerima mengerjakan instruksi tersebut dan akan memberitahunya ke pengirim bahwa perintah telah dilaksanakan. Saat pemberian perintah oleh pengirim dengan hasil yang telah dikerjakan penerima tidak pada saat bersamaan. Pengirim akan memberikan sebuah instruksi agar penerima memberikan jawaban. Misalkan alat yang dikontrol merupakan *selonoid valve* dan mempunyai alamat 11111, maka kemungkinan yang dapat dilakukan pengirim adalah sebagai berikut :

Kemungkinan perintah pengontrol :

1. 11111000 : meminta kondisi akhir valve
2. 11111001 : memberikan perintah membuka 1/4

- 1. 11111010 : memberikan perintah membuka 1/2
- 2. 11111011 : memberikan perintah membuka 3/4
- 3. 11111100 : memberikan perintah membuka penuh
- 4. 11111101 : memberikan perintah menutup 1/4
- 5. 11111110 : memberikan perintah menutup 3/4
- 6. 11111111 : memberikan perintah menutup penuh

penerima akan memberikan jawaban tentang kondisi akhirnya kepada pengontrol apabila dia mendapat perintah '11111000'.

3.4.3.2. Full Duplex

Pada sistem komunikasi Full Duplex, alat yang dikontrol (penerima) dapat memberikan respon secara terus menerus pada saat pengirim memberikan instruksi-instruksi kepadanya, jadi akan bersifat interaktif sehingga pengontrol dapat memonitor langsung respon yang diberikan oleh penerima saat pengirim memberikan instruksi. Frekuensi yang digunakan oleh pengirim dan penerima akan berbeda, bila pengirim mengirim dengan frekuensi f_1 maka penerima akan mengirim dengan frekuensi f_2 .

3.5. MODULASI

Modulasi adalah menumpangkan sinyal informasi kepada sinyal pembawa (sinyal *carrier*). Sinyal pembawa mempunyai frekuensi, tegangan, arus dan fasa yang dibangkitkan pada modulator. Pada suatu modulator terdapat osilator yang akan membangkitkan frekuensi pembawa, dimana besarnya frekuensi pembawa sesuai dengan frekuensi gelombang radio yang akan digunakan (HF, VHF, UHF dll.). Jadi modulasi diperlukan agar sinyal informasi dapat dipancarkan pada frekuensi radio yang diinginkan dan panjang antena pemancar yang digunakan dapat lebih pendek. Contoh : Bila diinginkan mengirimkan sinyal informasi 4 KHz. maka panjang antena yang digunakan adalah :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^5}$$

$$= 1500 \text{ meter}$$

Bila digunakan antena 1/4 lambda maka panjang antena yang dibutuhkan adalah $1/4 \times 1500$ meter = 375 meter. Oleh sebab itu perlu dimodulasi kefrekuensi yang lebih tinggi agar panjang antena dapat dikurangi, karena semakin besar frekuensi maka panjang gelombang akan semakin kecil.

Modulasi mempunyai tiga bentuk dasar, yaitu :

1. Modulasi Amplituda (AM)

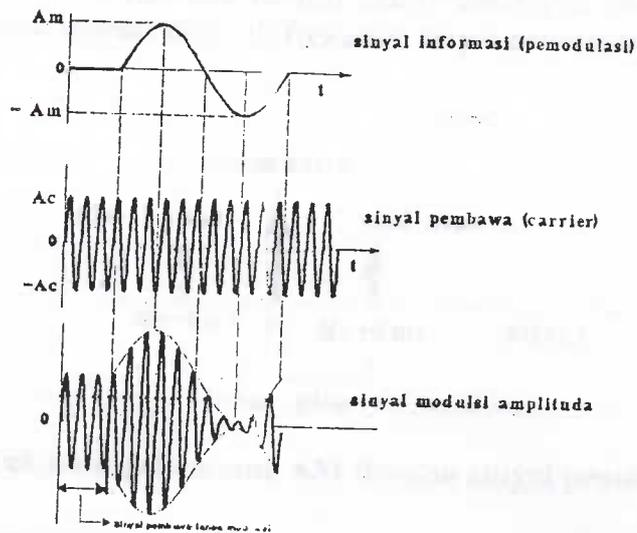
2. Modulasi Frekuensi (FM)
3. Modulasi Phasa (PM)

pada pengiriman sinyal informasi digital modulasi-modulasi ini dinamakan :

1. Amplituda Shift Keying (ASK)
2. Frequency Shift Keying (FSK)
3. Phase Shift Keying (PSK)

V.1. Modulasi Amplituda

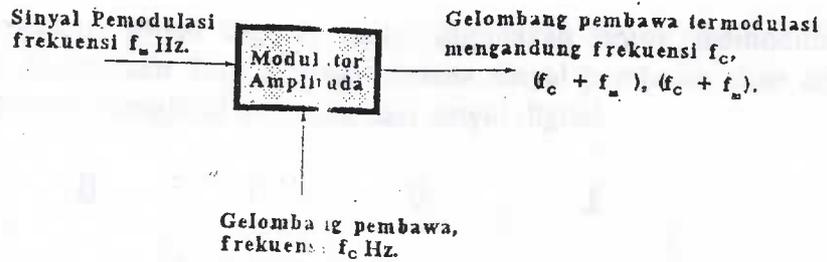
Pada modulasi amplituda, perubahan amplituda dari sinyal pembawa akan mengikuti perubahan amplituda sesaat dari sinyal informasi yang dikirimkan.



Gambar 5.1. Gelombang pembawa termodulasi amplituda

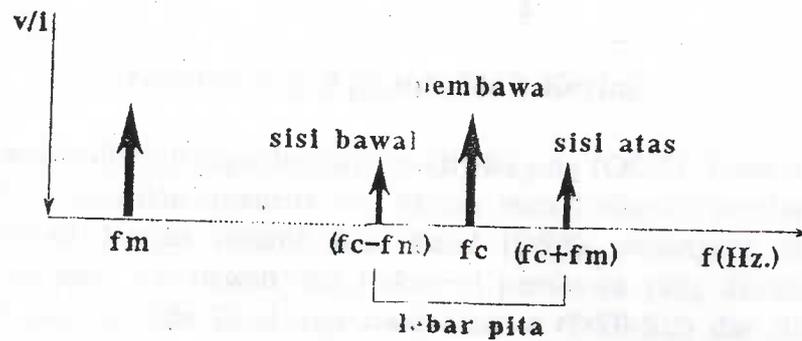
Dengan analisa matematis dapat ditunjukkan bahwa jika suatu gelombang pembawa sinusoidal dengan frekuensi f_c Hz. dimodulasi amplituda oleh sinyal pemodulasi sinusoidal pula dengan frekuensi f_m Hz., maka gelombang pembawa termodulasi akan mengandung tiga komponen, yaitu :

1. frekuensi pembawa f_c Hz.
2. penjumlahan frekuensi pembawa dengan frekuensi sinyal pemodulasi, $(f_c + f_m)$ Hz. yang disebut frekuensi sisi atas.
3. selisih frekuensi sinyal pembawa dengan frekuensi sinyal pemodulasi, $(f_c - f_m)$ Hz. yang disebut frekuensi sisi bawah.



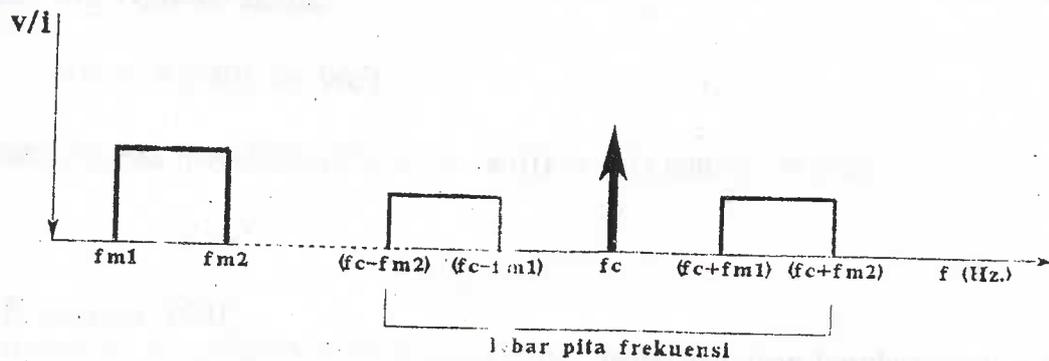
Gambar 5.2. Prinsip kerja modulasi amplituda

Bila kita lihat bentuk spektrum frekuensi gelombang termodulasi dengan sinyal pemodulasi tunggal seperti pada gambar 5.3, lebar pita (Band Width) gelombang pembawa yang dimodulasi adalah : $(f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2 f_m$. Jadi terlihat bahwa lebar pita frekuensi gelombang yang dimodulasi amplituda adalah sebesar dua kali frekuensi sinyal pemodulasi.



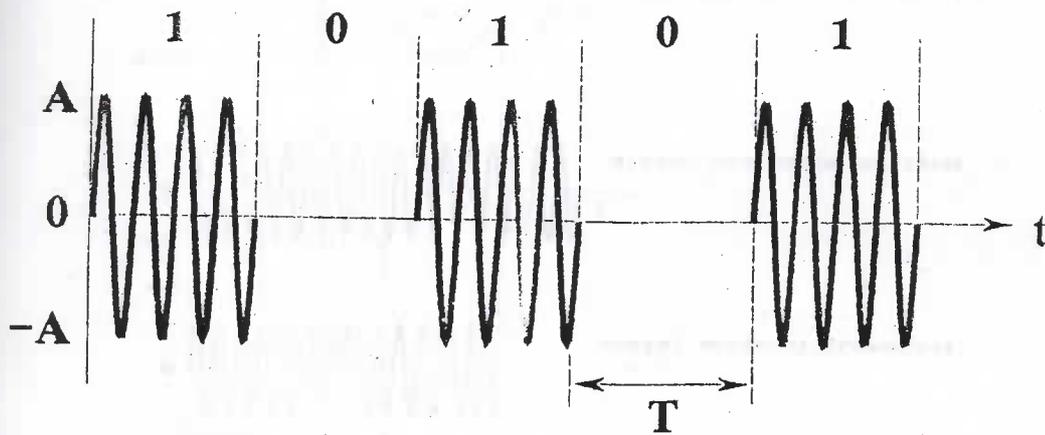
Gambar 5.3. Spektrum frekuensi gelombang AM dengan sinyal pemodulasi tunggal

Bila frekuensi pemodulasi merupakan suatu frekuensi yang mempunyai lebar pita frekuensi sempamnya lebar pita frekuensi suara dengan batas f_{m1} sampai f_{m2} , maka lebar pita gelombang yang termodulasi amplituda adalah sebesar dua kali frekuensi sinyal pemodulasi tertinggi, yaitu $(f_c + f_{m2}) - (f_c - f_{m2}) = 2 f_{m2}$.



Gambar 5.4. Spektrum frekuensi dengan lebar pita termodulasi amplituda

Jika sinyal pemodulasi merupakan sinyal digital, maka digunakan untuk memodulasinya dengan teknik modulasi ASK (*Amplituda Shift Keying*) dimana sinyal pembawa akan dibangkitkan oleh osilator pada modulator mengikuti amplituda dari sinyal digital.



Gambar 5.5. Amplituda Shift Keying

Amplituda shift keying sering disebut juga dengan On-Off-Keying (OOK). Pada modulasi amplituda normal frekuensi sisi atas dan frekuensi sisi bawah serta frekuensi pembawa ikut dipancarkan dan sering disebut dengan Double Side Band (DSB), sedangkan bila komponen-komponen frekuensi sisi atas, sisi bawah dan frekuensi pembawa yang ditekan yang dipancarkan disebut dengan Double Side Band Supressed Carrier (DSB-SC) dan jika hanya salah satu frekuensi sisi atas atau bawah saja yang dipancarkan disebut dengan SSB (Single Side Band). SSB dilakukan untuk menghemat daya pancaran tanpa menghilangkan informasi yang terkandung sebab informasi yang terkandung oleh frekuensi sisi atas sama dengan informasi yang terkandung pada frekuensi sisi bawah. Bentuk umum DSB pada ASK adalah :

$$s(t) = A/2 [1 + mf(t)] \cos W_c t$$

Bentuk umum dari DSB-SC adalah :

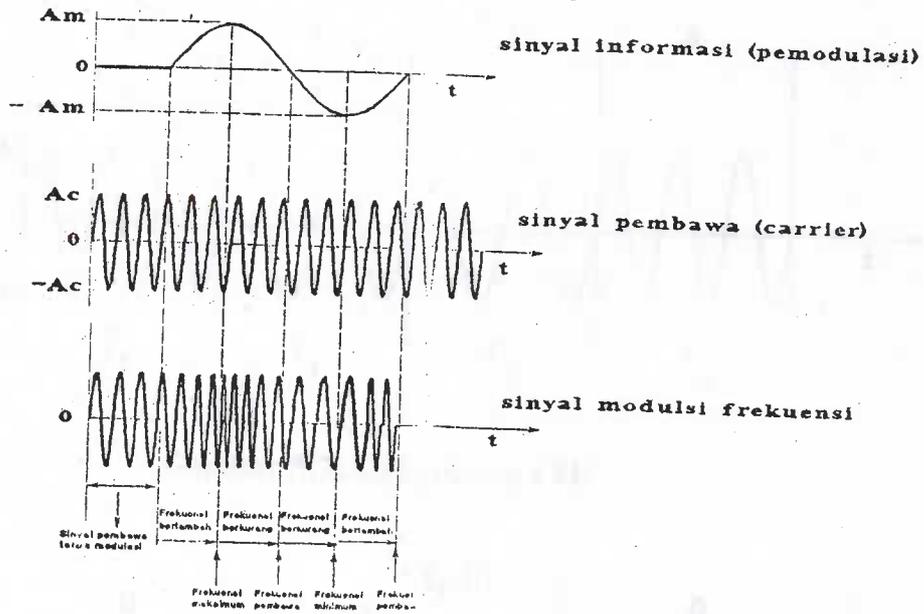
$$s(t) = A mf(t) \cos W_c t$$

dimana $mf(t)$ adalah indeks modulasi AM ($-1 < mf(t) < 1$) dan $W_c = 2\pi f_c$.

5.2. Modulasi Frekuensi (FM)

Pada modulasi frekuensi, besarnya frekuensi sesaat sinyal pembawa akan berubah-ubah sesuai karakteristik sinyal informasi (sinyal pemodulasi). Frekuensi sinyal pembawa termodulasi dapat bergeser ke atas dan ke bawah frekuensi nominal beberapa kali per detik, sesuai

frekuensi pemodulasi. Besar variasi ini, yang disebut deviasi frekuensi yang sebanding amplituda tegangan sinyal pemodulasi.



Gambar 5.6. Gelombang pembawa termodulasi frekuensi

Bentuk umum frekuensi pembawa dimodulasi frekuensi adalah :

$$f_c = \cos(W_c t + \beta \sin W_m t)$$

$$= \cos W_c t \cos(\beta \sin W_m t) - \sin(\beta \sin W_m t) \sin W_c t$$

Dengan mempergunakan uraian deret forrier untuk suku-suku kosinus dan sinus, dan kemudian dengan mempergunakan rumus-rumus jumlah dan selisih ilmu ukur segitiga, kita dapatkan :

$$f_c = J_0(\beta) \cos W_c t - J_1(\beta)[\cos (W_c - W_m)t - \cos(W_c + W_m)t] + J_2(\beta)[\cos (W_c - 2W_m)t + \cos (W_c + 2W_m)t] - J_3(\beta)[\cos (W_c - 3W_m)t - \cos (W_c + 3W_m)t] + \dots$$

lebar bidang frekuensi FM :

$$B_T = 2\delta f + 2 B = 2B(1 + \beta)$$

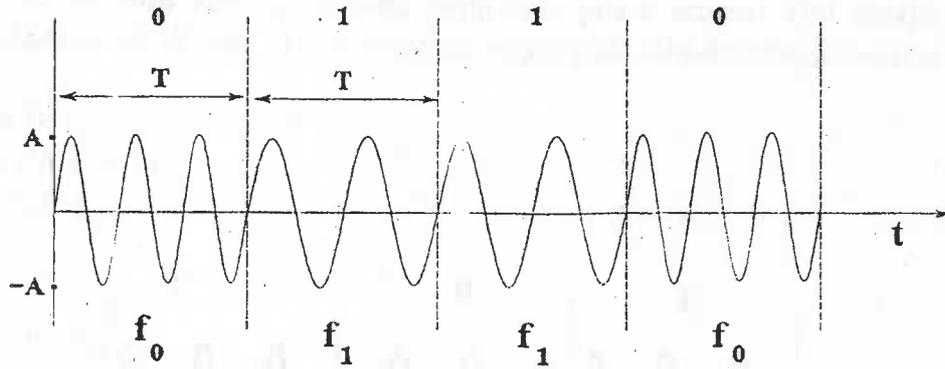
dimana δf = deviasi frekuensi

β = indeks modulasi

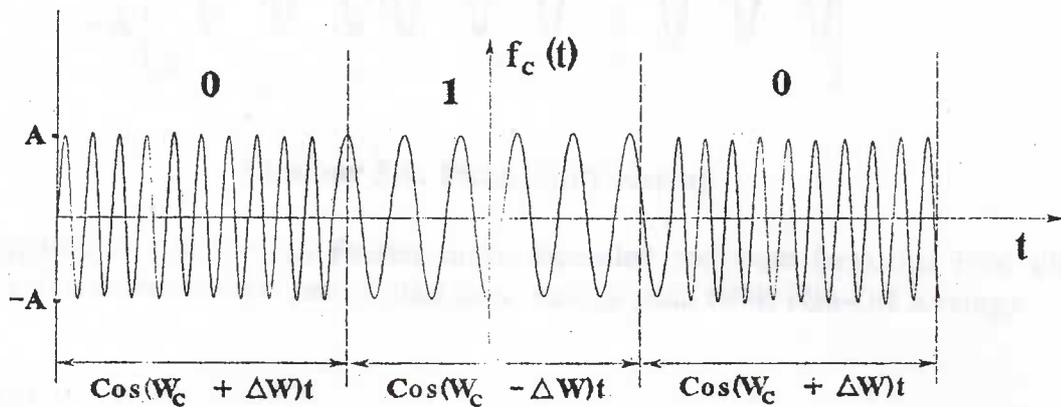
B = lebar pita dasar

$$\beta = \delta f / f_m$$

Untuk transmisi sinyal digital digunakan teknik modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*) dimana ditentukan suatu frekuensi menggambarkan bit '1' dan suatu frekuensi lain menggambarkan bit '0' seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.7. Gelombang FSK



Gambar 5.8. Sinyal periodik FSK

Sinyal FSK dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_1(t) = A \cos W_1 t \quad \text{mewakili bit '1'}$$

$$f_0(t) = A \cos W_2 t \quad \text{mewakili bit '0'}$$

Bit '1' sesuai dengan frekuensi f_1 , bit '0' sesuai dengan frekuensi f_2 (umumnya $f_1 \gg 1/T$, tapi dalam beberapa sistem, khususnya pada saluran-saluran telepon, f_1 dan f_2 mendekati $1/T$). Suatu representasi gelombang FSK cara lain tercapai dengan memisalkan $f_1 = f_c - \delta f$ dan $f_2 = f_c + \delta f$. Maka kedua frekuensi berbeda sebesar $2 \delta f$ Hz., maka :

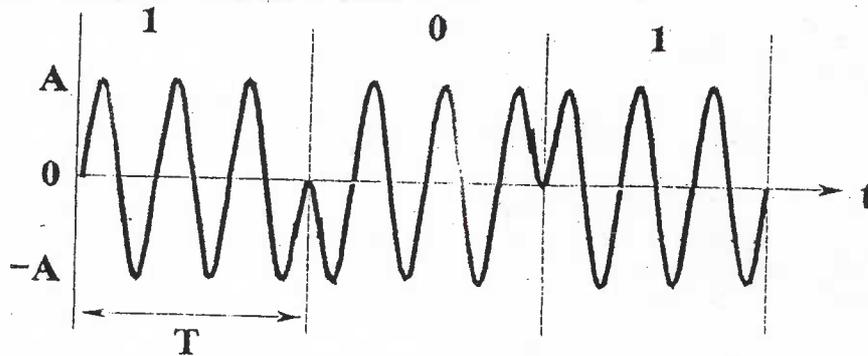
$$f_c(t) = A \cos(W_c \pm \delta W)t \quad \text{dengan batas } -\frac{1}{2}T \leq t \leq \frac{1}{2}T$$

3. Modulasi Fasa (PM).

Pada modulasi fasa, berubahnya sinyal pembawa (carrier) sesuai dengan perubahan fasa sinyal pemodulasi. Dalam kasus sumber sinyal informasi adalah digital, maka digunakan modulasi PSK (Phase Shift Keying) dimana perbedaan fasa sebesar 180 derajat digunakan untuk menggambarkan bit '0' dan '1'. Persamaan sinyal PSK adalah sebagai berikut :

$$s(t) = \pm A \cos W_c t \\ = A \cos (W_c t + \phi)$$

dimana $\phi = 0$ atau π



Gambar 5.9. Phase Shift Keying

Dengan menggunakan transformasi fourier maka diperoleh spektrum frekuensi PSK dimana amplitudanya dua kali spektrum sinyal pemodulasi sama halnya pada OOK (On-Off Keying).

VI. PENUTUP

Dari tulisan ini penulis sengaja menyajikan beberapa alternatif yang mungkin dapat dilakukan untuk transmisi data dari peralatan kontrol dengan terminal-terminal yang akan dikontrol. Sistem transmisi, modulasi, media transmisi dan komunikasi data memegang peranan penting dalam pengontrolan suatu alat, oleh sebab itu faktor-faktor tersebut harus diperhitungkan benar-benar yang dengan beberapa pertimbangan. Pertimbangan-pertimbangan tersebut dapat dari segi biaya, efisiensi waktu dan ruang, kerasisihan pengiriman data, kehandalan, kecepatan transmisi dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. *P.C. DEN HEIJER & R. TOLSMA*, "KOMUNIKASI DATA", PT. ELEX KOMPUTINDO, 1991.
2. *DR. KAMILO FEHER, Ph.D., M.A.Sc., P.Eng.*, "DIGITAL COMMUNICATIONS", PRENTICE-HALL, 1982.
3. *MISCHA SCHWARTZ*, "TRANSMISI INFORMASI, MODULASI, DAN BISING", ERLANGGA, 1986.
4. *DR. RICHARD MENGKO*, "WORKSHOP APLIKASI MIKROKOMPUTER PADA DAS", PAU MIKROELEKTRONIKA ITB, 1987.