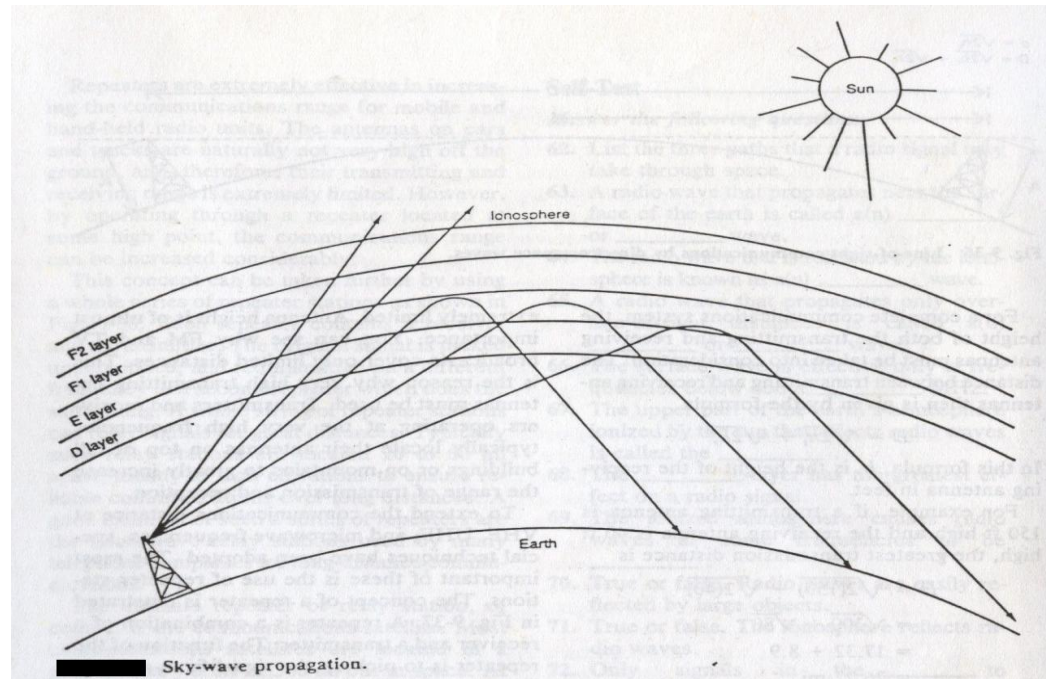


DASAR TELEKOMUNIKASI



ARJUNI BP

JPTE-FPTK

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Arjuni Budi P.

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FPTK-UPI

Pendahuluan

- Telekomunikasi = Tele -- komunikasi
- Tele = jauh
- Komunikasi = proses pertukaran informasi
- Telekomunikasi = Proses pertukaran informasi pada jarak yang jauh → melibatkan peralatan elektronik

Pendahuluan

- Kendala komunikasi:
 - Bahasa → Proses komunikasi tidak akan berjalan dengan baik jika pemberi dan penerima informasi tidak menggunakan bahasa yang sama
- ↓
- Solusi → mempelajari bahasa yang dipahami kedua belah pihak, atau menggunakan penerjemah.

Pendahuluan

- Jarak
 - Dekat → bicara langsung
 - Agak Jauh → mengirimkan sinyal yang dapat terlihat/terdengar secara langsung, misalnya: asap, terompet, cahaya, dll.
 - Jauh → dengan berkirim surat, atau melalui **media elektronik**

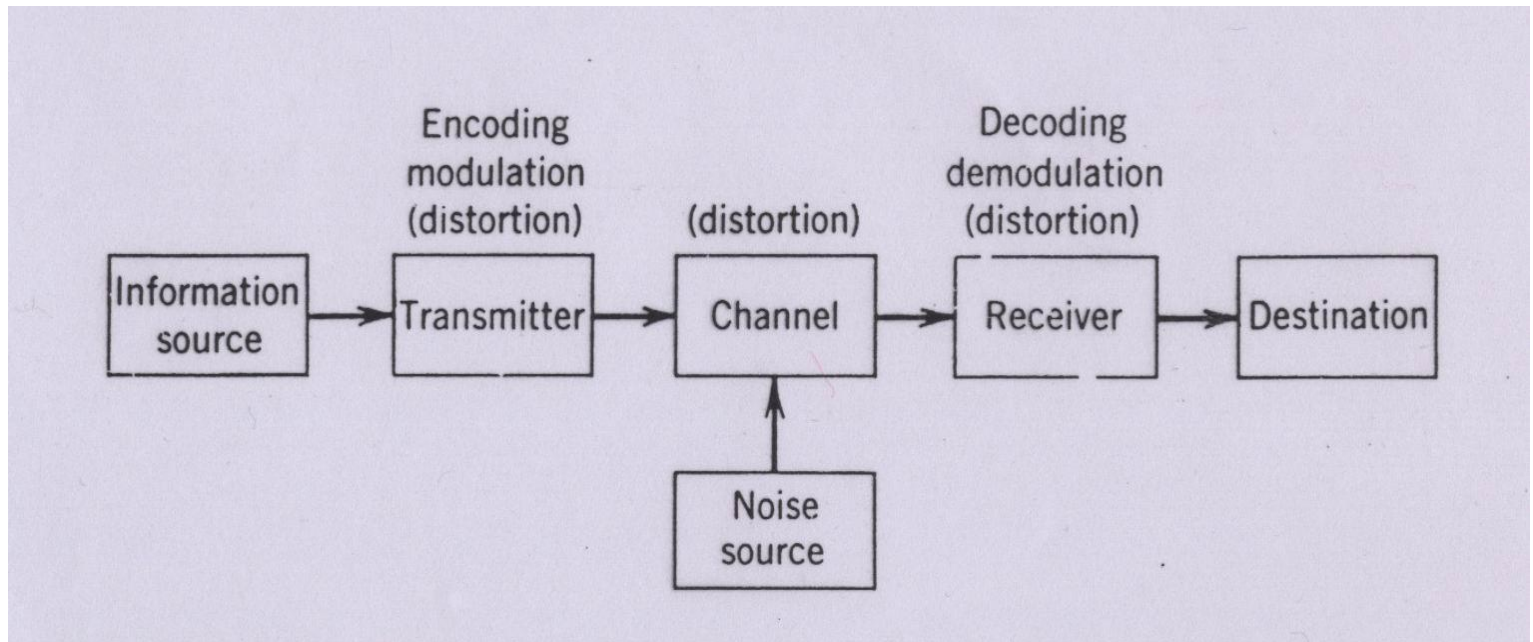
Pendahuluan

- Perkembangan Media Elektronik:
- Tahun 1844 → Morse mematenkan telegraf
- Tahun 1876 → Bell menemukan dan mematenkan telepon
- Tahun 1887 → Hertz menemukan gelombang radio

→ Sejak ditemukannya gelombang radio, komunikasi elektronik berkembang sangat pesat:

- Tahun 1923 → Televisi ditemukan
- Tahun 1954 → Siaran televisi berwarna dimulai
- Tahun 1962 → Komunikasi satelit pertama

Sistem Telekomunikasi



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Telekomunikasi

Sistem Telekomunikasi

- **Information Source** (Sumber Informasi):
Merupakan pesan yang ingin disampaikan.
Dapat berupa suara, gambar, data, kode, dll.
- **Transmitter (Tx):**
Rangkaian yang mengubah informasi yang akan dikirimkan ke dalam bentuk sinyal yang sesuai dengan media yang akan dilaluinya.
 - Contoh :
 - Microphone : getaran suara → sinyal listrik
 - Pemancar radio : sinyal listrik →
gel. elektromagnetik

Sistem Telekomunikasi

- **Channel** (Kanal): Media pengiriman sinyal dari satu tempat ke tempat lain
 - Contoh:
 - Kabel : kawat, serat optik
 - Udara : gelombang elektromagnetik
 - **Receiver** (Rx): Mengubah kembali sinyal yang diterima dari media komunikasi ke bentuk semula (informasi)
- Catatan:
- Receiver dan transmitter harus merupakan pasangan modulasi-demodulasi yang sesuai.

Sistem Telekomunikasi

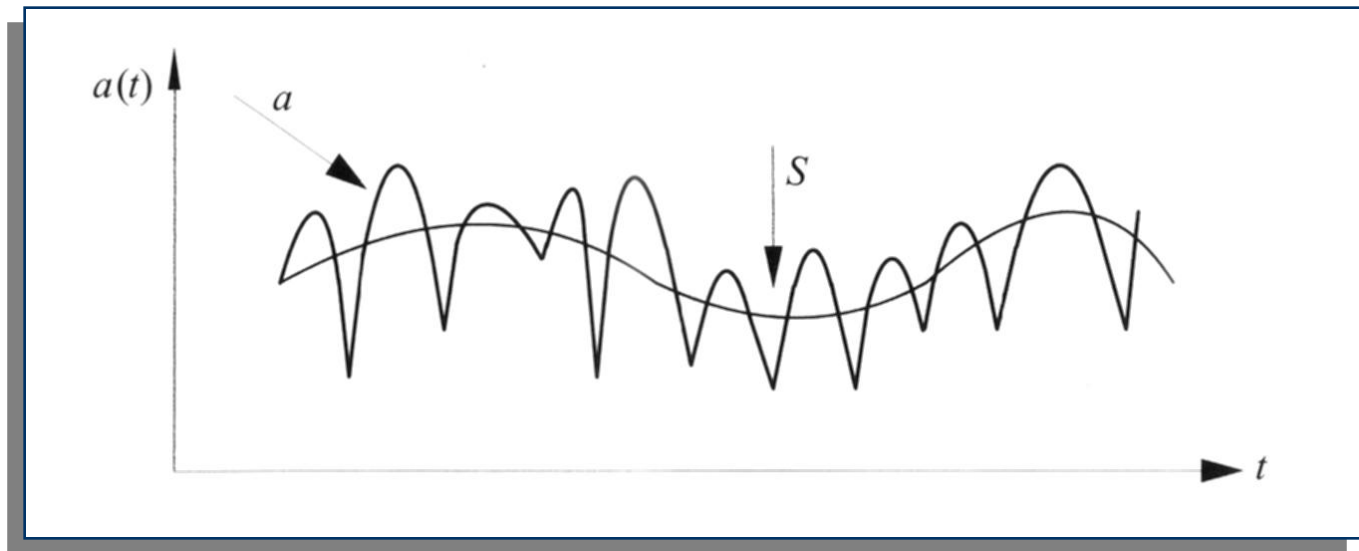
- **Noise** (derau):
 - Energi random yang tidak diinginkan, tetapi selalu muncul dalam setiap proses transmisi
 - Terjadi di semua titik
 - Diterima bersama-sama sinyal informasi
 - Mengganggu sinyal yang dikirimkan, sehingga menimbulkan kesalahan pada penerimaan
 - Tidak dapat dihilangkan, hanya dapat dikendalikan
 - Contoh: - Gangguan pada atmosfer, mis. Petir
 - - Kebocoran saluran tegangan tinggi

Pola Komunikasi → Arah Informasi

- Simpleks: Komunikasi satu arah → Informasi berjalan hanya ke satu arah.
Misalnya : pada siaran radio dan televisi.
- Dupleks: Komunikasi dua arah → Informasi berjalan dari dua arah yang berlawanan
 - Full duplex (FDx): Kedua tempat yang berkomunikasi dapat mengirim dan menerima informasi secara bersamaan.
Misalnya pada percakapan telepon
 - Half Duplex (HDx): Kedua tempat yang berkomunikasi, mengirim dan menerima informasi secara bergantian.
Misalnya pada percakapan melalui interkom.

Pola Komunikasi → Tipe sinyal

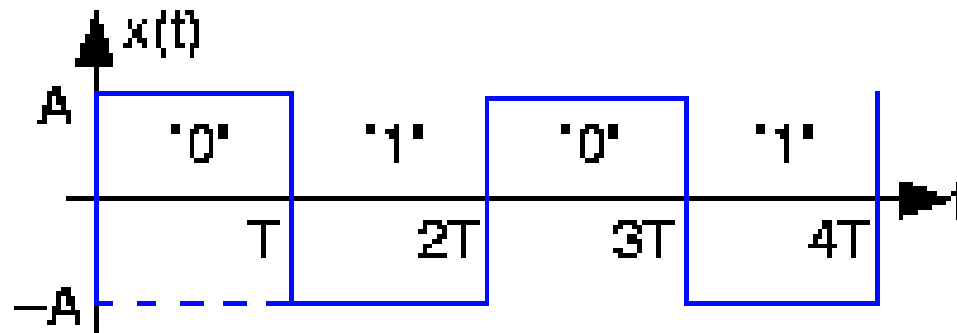
- Sinyal analog: Perubahan nilai(amplituda) sinyal berlangsung secara kontinyu.
 - Contoh:



Gambar 2. Sinyal Analog

Pola Komunikasi → Tipe sinyal

- Sinyal digital: Perubahan nilai sinyal(amplituda) berlangsung secara diskrit.
 - Contoh:



Gambar 3. Sinyal Digital

Pola Komunikasi → Keaslian Sinyal

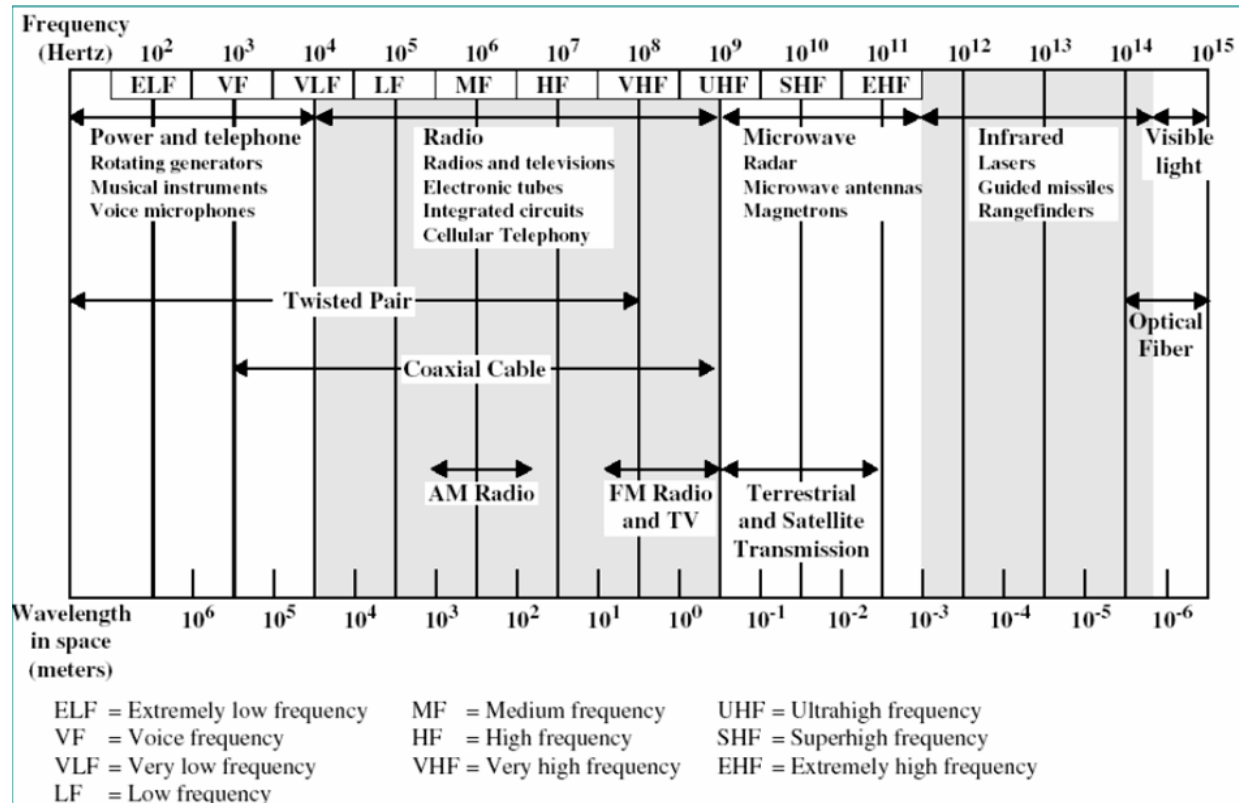
- Sinyal Baseband: Sinyal informasi yang masih menampakkan spektrum frekuensi asalnya.
 - Contoh: - Sinyal suara pada pembicaraan telepon kabel
 - Sinyal digital pada transmisi data antar komputer
- Sinyal Hasil Modulasi: Sinyal asal (baseband) ditumpangkan kepada suatu sinyal pembawa yang mempunyai frekuensi yang jauh lebih tinggi. Prosesnya disebut modulasi, digunakan untuk mengatasi ketidaksesuaian karakter sinyal dengan media(kanal) yang digunakan.
 - Contoh: - Sinyal AM (Amplitude Modulation) → modulasi analog
 - Sinyal PSK (Phase Shift Keying) → modulasi digital

Spektrum Elektromagnetik

- Pengiriman informasi melalui media udara (tanpa kabel) dilakukan dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk membawa informasi/pesan ke tempat tujuan.
- Keuntungannya:
 - Bisa menjangkau daerah yang cukup luas
 - Tidak diperlukan pemasangan kabel yang rumit
- Kerugiannya:
 - Rentan terhadap gangguan dari sinyal lain (interferensi)
 - Kualitas penerimaan sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis selama transmisi

Spektrum Elektromagnetik

- Spektrum Elektromagnetik: Daerah frekuensi gelombang elektromagnetik. Dimanfaatkan untuk keperluan telekomunikasi.



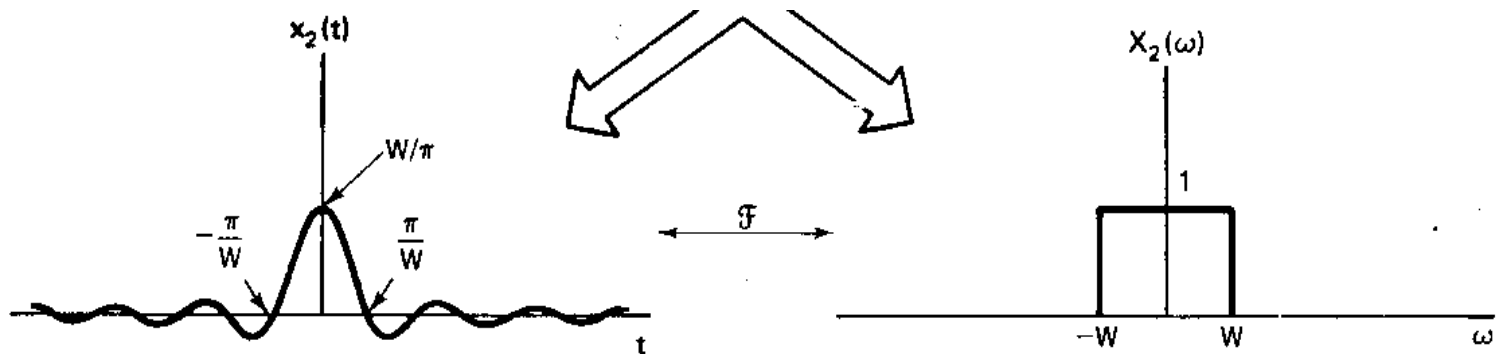
Gambar 4. Spektrum EM

Bandwidth (BW)

- Setiap peralatan telekomunikasi mempunyai bandwidth. Beberapa pengertian bandwidth:
 - - Spektrum elektromagnetik yang diduduki sinyal.
 - - Lebar pita frekuensi yang dilalukan oleh kanal (rangkaiannya).
 - - Luas daerah spektral yang signifikan dari sinyal untuk frekuensi-frekuensi positif.

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Sempit

- Besar BW mudah ditentukan.
 - Misalnya : Pulsa Sinc dengan spektrum frekuensi berbentuk persegi, maka bandwidth dari pulsa Sinc tersebut adalah W



Gambar 5. Fungsi Sinc dan Spektrumnya

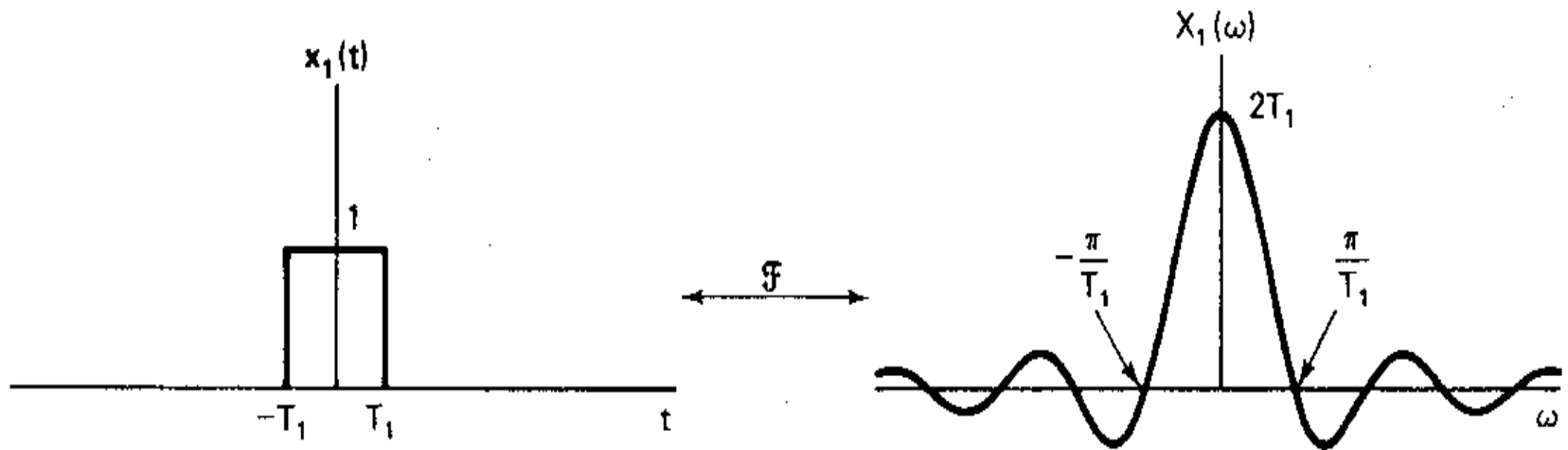
Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas

- Pada umumnya sinyal yang ada dalam praktek mempunyai bandwidth tak terbatas. Pada kondisi ini, besar BW ditentukan melalui luas daerah spektral yang signifikan dari sinyal untuk frekuensi-frekuensi positif.

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas

- Beberapa defenisi BW:
 - Jika spektrum sinyal simetri dengan main lobe yang dibatasi oleh nilai-nilai nol (frekuensi dengan spektrum nol), maka main lobe tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan BW sinyal.
 - Untuk sinyal Low Pass, besar BW adalah $\frac{1}{2}$ bagian dari lebar total main lobe spektrum tersebut.
 - Contoh: Pulsa persegi dengan lebar pulsa $2T_1$,

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (LP)



Gambar 6. Pulsa persegi dengan lebar pulsa $2T_1$

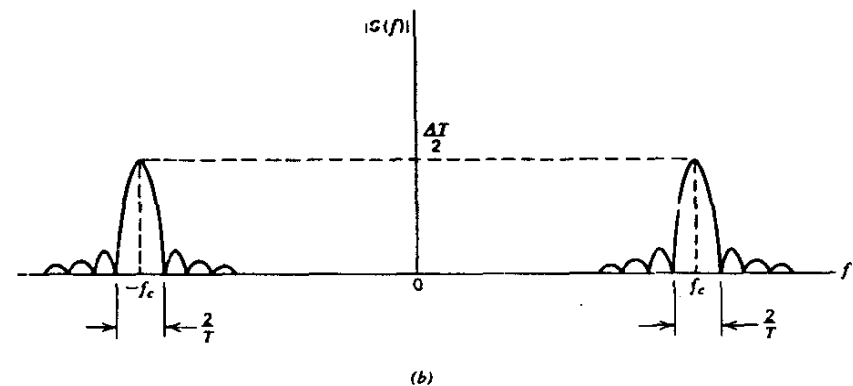
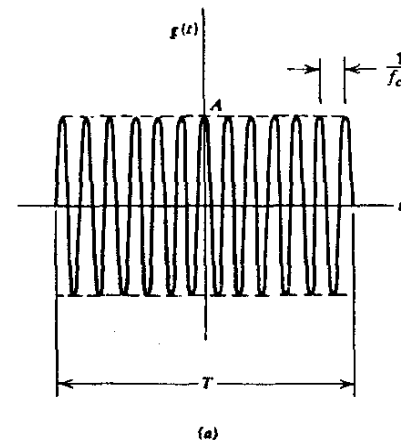
- Lebar main lobe = $2\pi/T_1 \rightarrow \text{BW} = \frac{1}{2} \times 2\pi/T_1 = \pi/T_1$

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (BP)

- Untuk sinyal Band Pass, besar BW adalah lebar main lobe pada frekuensi positif (null to null BW).
 - Contoh: Pulsa rf (radio frequency) dengan lebar T

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (BP)

- Main lobe = $2/T$ →
BW = $2/T$

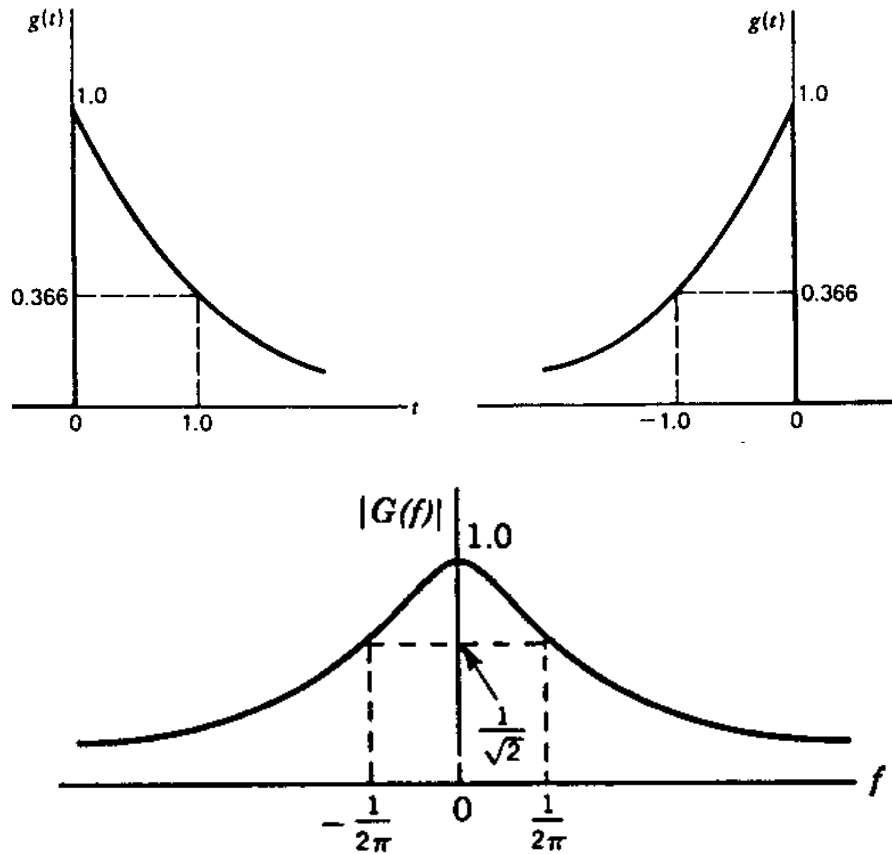


Gambar 6. Pulsa rf (radio frequency) dengan lebar T

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (3dB)

- Bandwidth 3 dB: Besar BW ditentukan dari posisi frekuensi yang mempunyai amplituda 3 dB ($2^{-1/2}$) dari nilai amplituda puncaknya.
- Untuk sinyal Low Pass, besar BW adalah jarak antara frekuensi nol dengan frekuensi positif pada saat amplituda bernilai $2^{-1/2}$ dari nilai puncaknya.
 - Contoh: Pulsa Eksponensial

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (3dB) (LP)



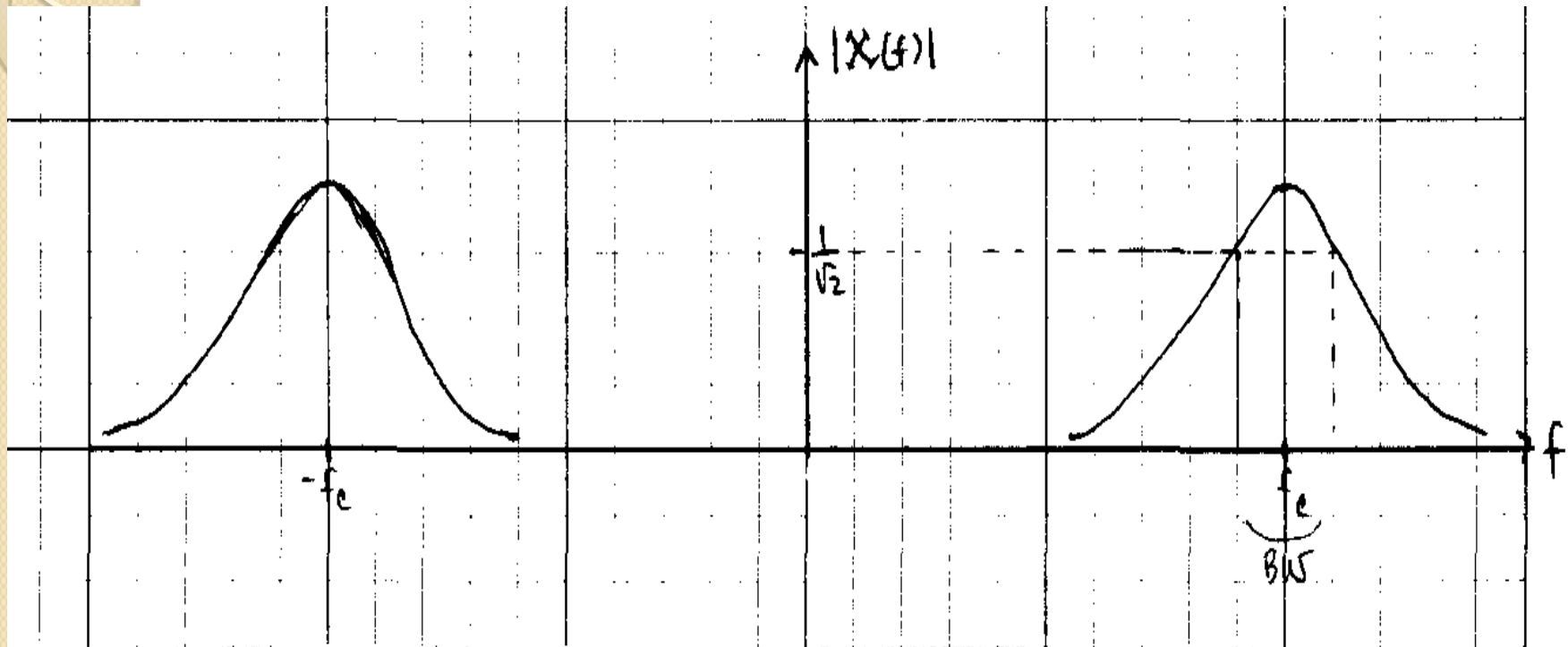
$$\text{Bandwidth} = 1/2\pi$$

Gambar 7. Pulsa Eksponensial

Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (3dB) (BP)

- Untuk sinyal Band Pass, spektrum berpusat di $\pm f_c$. Besar bandwidth merupakan jarak antara 2 frekuensi positif yang mempunyai amplituda $2^{-1/2}$ dari nilai puncaknya.
 - Contoh: Pulsa eksponensial Band Pass

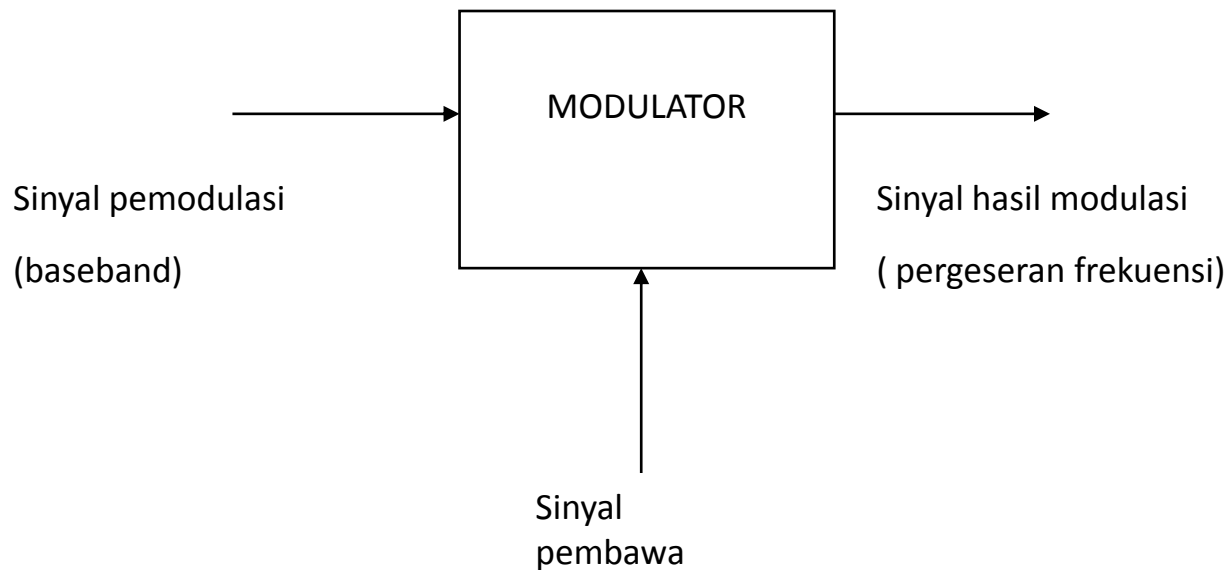
Bandwidth (BW) → Sinyal BW Tak Terbatas (3dB) (BP)



Gambar 7. Pulsa Eksponensial Band Pass

Konsep Modulasi

- Secara umum proses modulasi dapat digambarkan dalam diagram blok berikut:



Gambar 8. Proses Modulasi

Konsep Modulasi

- Pengertian modulasi:
 - Teknik yang digunakan untuk menumpangkan sinyal informasi pada suatu gelombang pembawa
 - Sinyal informasi dg frekuensinya rendah, ditumpangkan pada gelombang pembawa dg frekuensi yg jauh lebih tinggi

Konsep Modulasi

- Modulator → melakukan proses modulasi, ada di transmitter (Tx)
- Demodulator → melakukan proses demodulasi, yakni mengembalikan sinyal hasil modulasi ke bentuk semula, ada di receiver (Rx)
- Modulasi digunakan untuk mengatasi ketidaksesuaian karakter sinyal dengan media(kanal) yang digunakan.
- Tanpa proses modulasi, informasi tidak praktis dikirimkan melalui media udara.

Konsep Modulasi → Contoh Kasus

- Contoh kasus: Sinyal suara tidak praktis ditransmisikan secara langsung melalui media udara dalam bentuk sinyal aslinya.
 - Pembahasan:
 - 1) Ukuran antenna
Propagasi/perambatan yang efektif, memerlukan ukuran antenna $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ dari panjang gelombang sinyal yang akan ditransmisikan.
Frekuensi sinyal suara: 300-3000Hz
- Ukuran antena : $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2} \lambda$ (pjg gelombang) dari sinyal yg akan ditransmisikan

Konsep Modulasi → Contoh Kasus (Ukuran antena)

- Panjang gelombang, didapat dari:

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

Dimana,

λ : panjang gelombang
c : kecepatan cahaya, 3.e8
f : frekuensi sinyal suara

Konsep Modulasi → Contoh Kasus (Ukuran antena)

- Sehingga didapat:

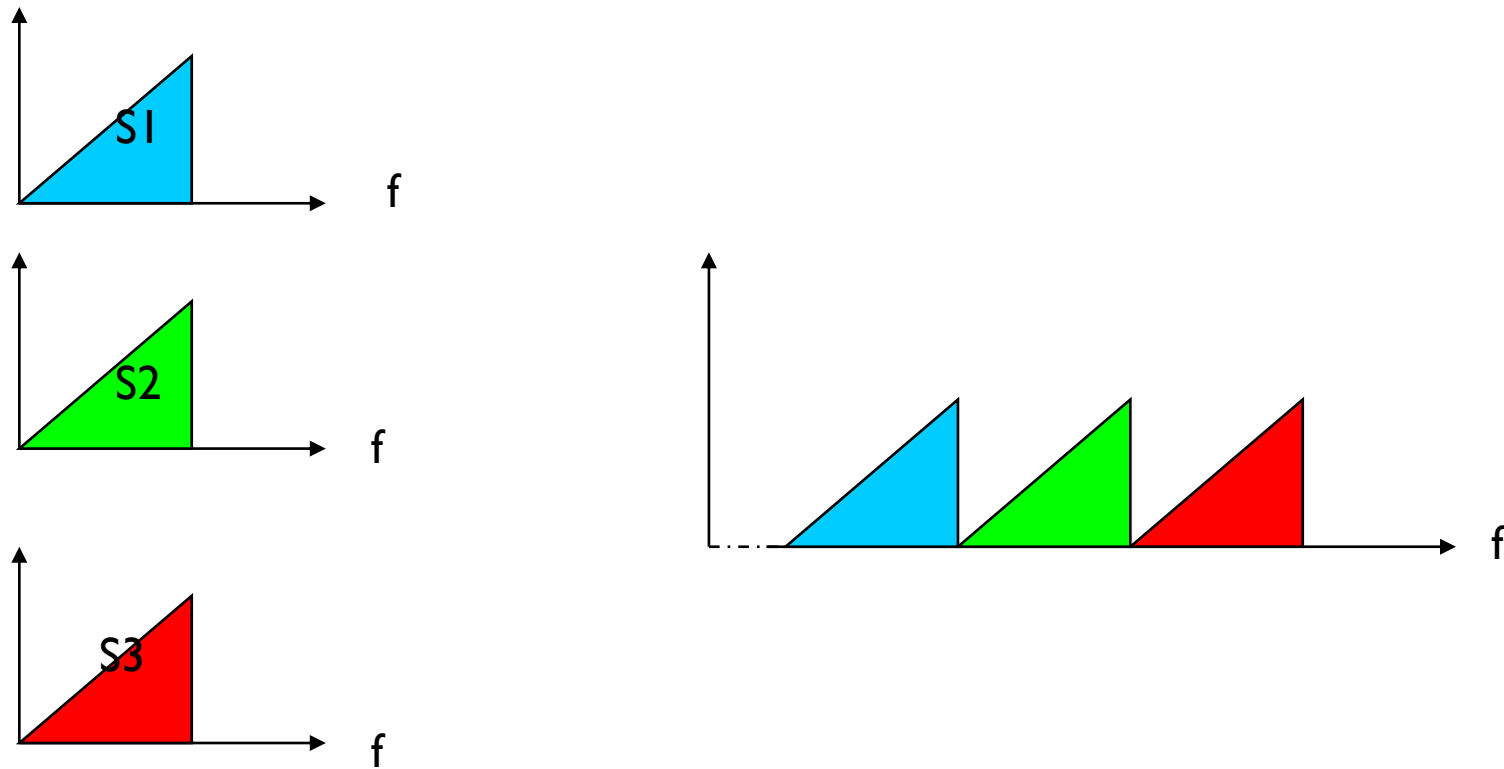
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^3}$$

$\lambda = 100$ km, sehingga ukuran antena harus
 $\frac{1}{4} \lambda - \frac{1}{2} \lambda = 25 - 50$ km → **tidak
praktis**

Konsep Modulasi → Contoh Kasus (Interferensi sinyal)

- Sinyal-sinyal suara (frekuensinya sama) jika ditransmisikan secara bersamaan akan menimbulkan interferensi, dimana sinyal saling tumpang tindih dan mengganggu satu sama lain.
- Dengan modulasi, frekuensi sinyal-sinyal suara dipindahkan ke wilayah frekuensi yang jauh lebih tinggi, sehingga dapat ditempatkan pada daerah-daerah frekuensi yang berbeda-beda. Proses ini disebut Frequency Division Multiplexing.

Konsep Modulasi → Contoh Kasus (Interferensi sinyal)

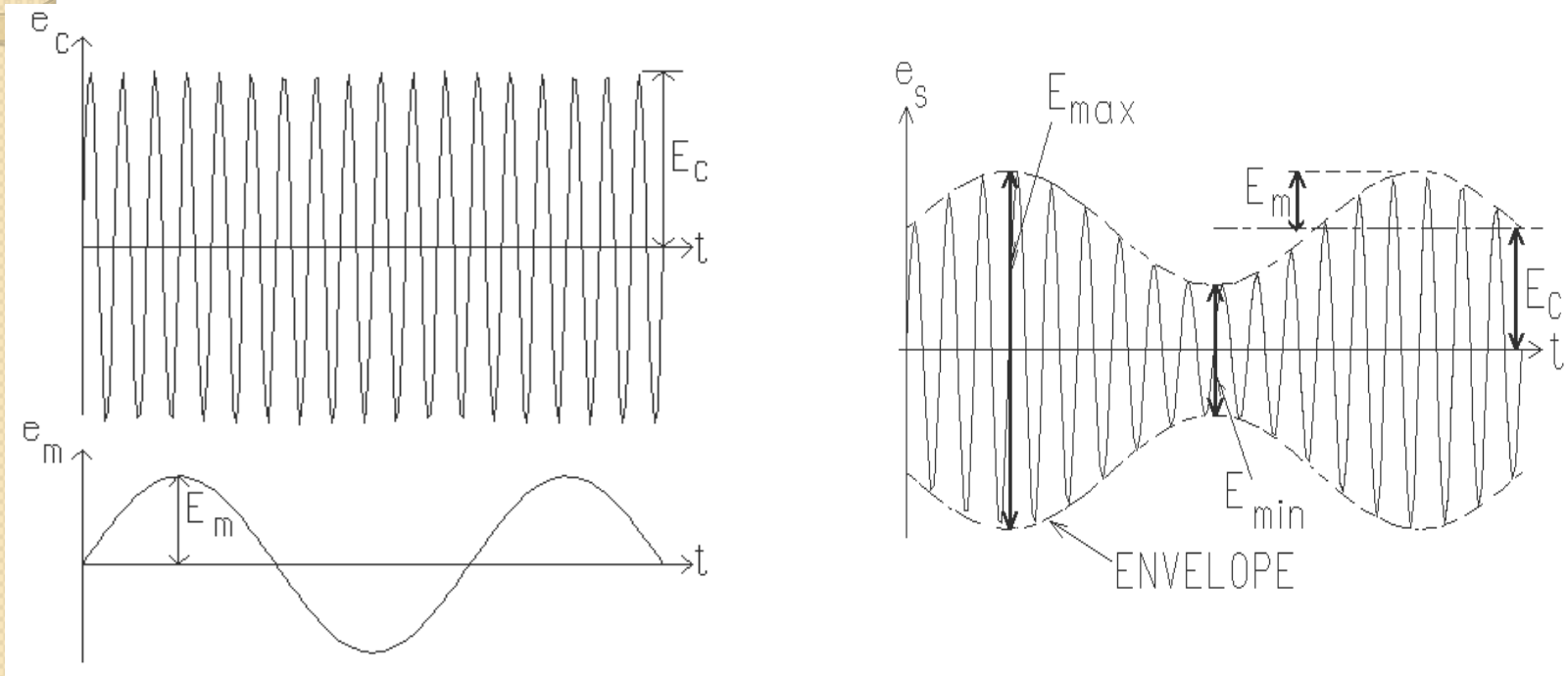


Gambar 9. Frequency Division Multiplexing.

Jenis Modulasi → Modulasi Analog

- Modulasi Amplituda: Sinyal informasi digunakan untuk mengubah-ubah amplituda sinyal pembawa
 - Informasi ditumpangkan pada perubahan amplituda sinyal pembawa

Modulasi Amplituda



Gambar 9. Modulasi Amplituda

Modulasi Amplituda

$$e_c = E_c \sin \omega_c t$$

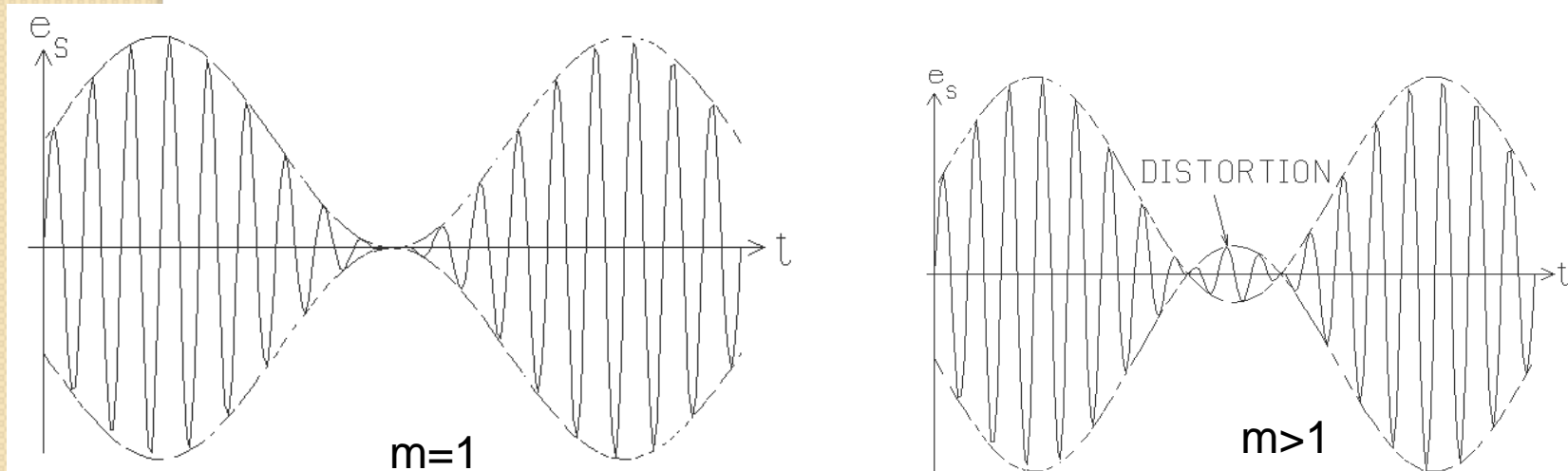
$$e_m = E_m \sin \omega_m t$$

$$e_s = (E_c + e_m) \sin \omega_c t$$

$$m = \frac{E_m}{E_c} \text{ or } \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}$$

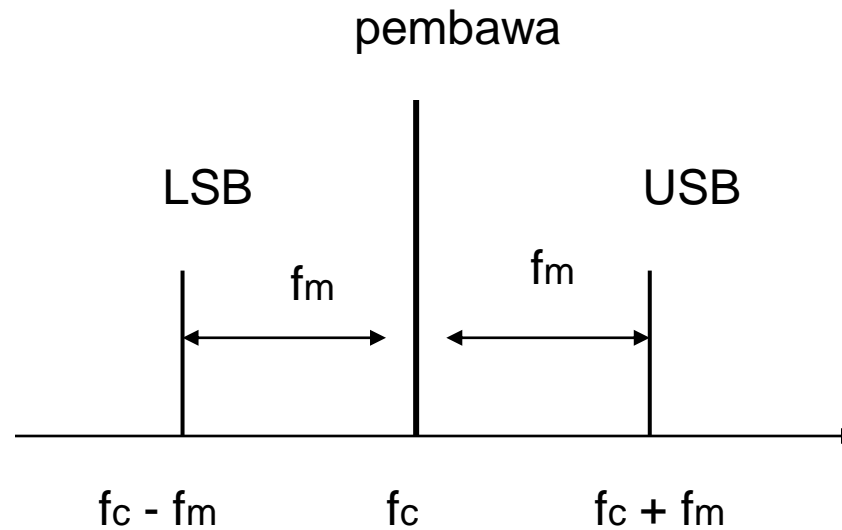
Modulasi Amplituda

- Pengaruh Indeks Modulasi



Gambar 10. Pengaruh Indeks Modulasi

Spektrum Sinyal AM

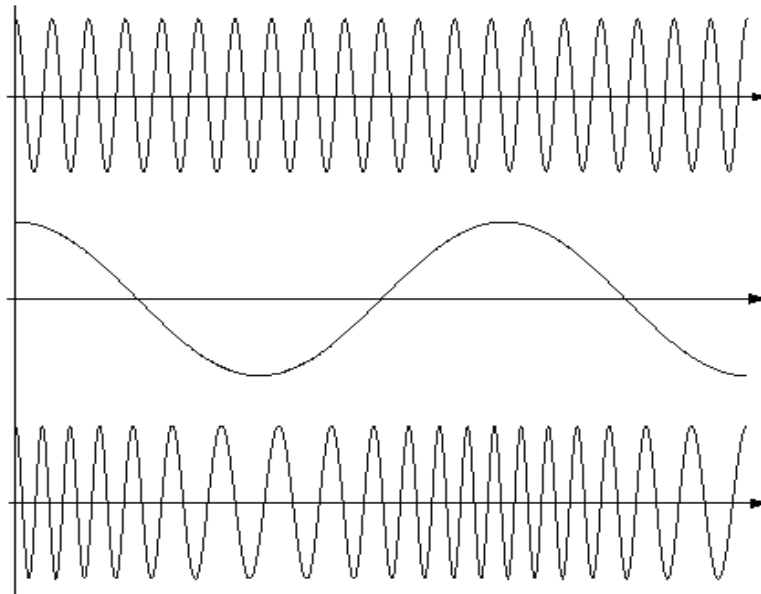


Gambar 1.1. Spektrum Sinyal AM

Modulasi Frekuensi

- Sinyal informasi digunakan untuk mengubah-ubah frekuensi sinyal pembawa
- Informasi ditumpangkan pada perubahan frekuensi sinyal pembawa

Modulasi Frekuensi



Sinyal pembawa

Sinyal pemodulasi/informasi

Sinyal FM

Gambar 11. Modulasi Frekuensi

Modulasi Frekuensi

$$e_{FM} = E_c \sin(\omega_c t + m_f \sin \omega_m t)$$

dimana,

e_{FM} : Nilai sesaat sinyal FM

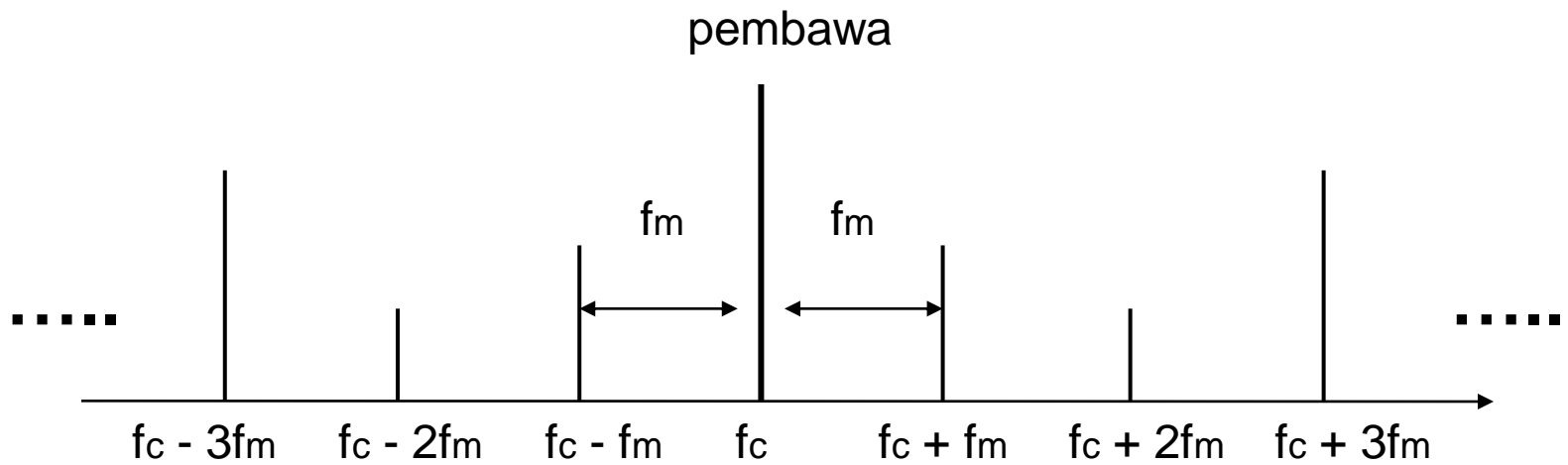
E_c = amplituda maksimum sinyal pembawa

$\omega_c = 2\pi f_c$ dengan f_c adalah frekuensi sinyal pembawa

$\omega_m = 2\pi f_m$ dengan f_m adalah frekuensi sinyal pemodulasi

$m_f = \frac{\theta}{f_m}$: indeks modulasi frekuensi

Spektrum Sinyal FM

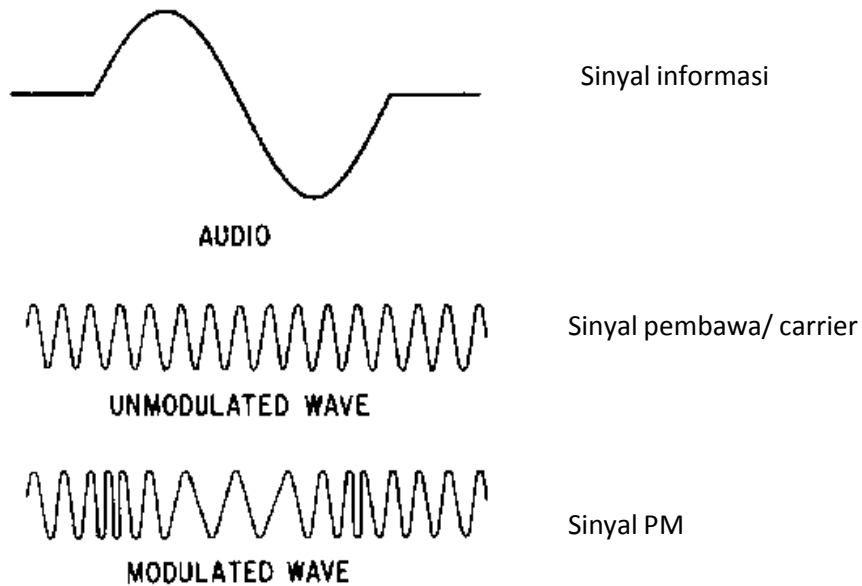


Gambar 12. Spektrum Sinyal FM

Modulasi Fasa

- Sinyal informasi digunakan untuk mengubah-ubah fasa sinyal pembawa
- Informasi ditumpangkan pada perubahan fasa sinyal pembawa

Modulasi Fasa



Gambar 13. Modulasi Fasa

Modulasi Fasa

$$e_{PM} = E_c \sin(\omega_c t + m_p \sin \omega_m t)$$

- Dimana,
 m_p : indeks modulasi fasa (nilai maksimum perubahan fasa)