

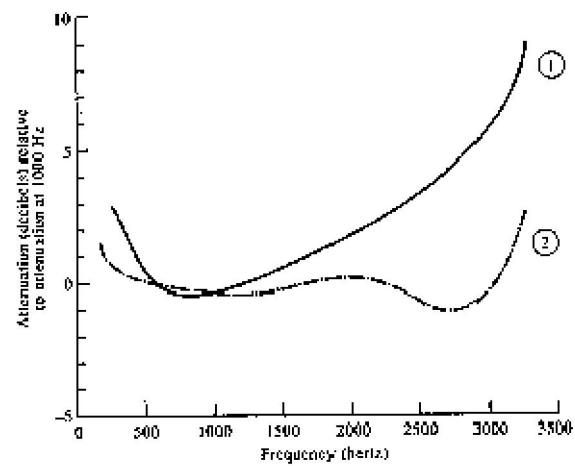
## ATTENUATION

Kekuatan sinyal akan melemah karena jarak yang jauh melalui medium transmisi apapun.

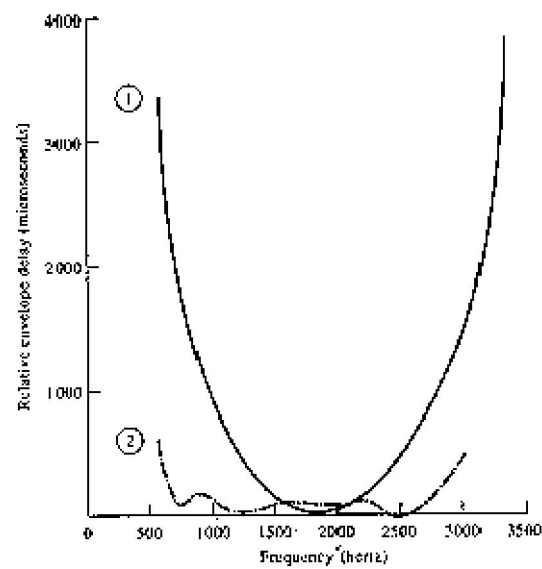
Tiga pertimbangan untuk perancangan transmisi :

1. Sinyal yang diterima harus mempunyai kekuatan yang cukup sehingga penerima dapat mendeteksi dan mengartikan sinyal tersebut.
2. Sinyal harus mencapai suatu level yang cukup tinggi daripada noise yang diterima tanpa error.
3. Attenuation adalah suatu fungsi dari frekuensi.

Masalah pertama dan kedua dapat diatasi dengan menggunakan sinyal dengan kekuatan yang mencukupi dan amplifier-amplifier atau repeater-repeater. Masalah ketiga, digunakan teknik untuk meratakan attenuation melalui suatu band frekuensi dan amplifier yang memperkuat frekuensi tinggi daripada frekuensi rendah. Contoh attenuation dapat dilihat gambar 5.6a. Grafik no.1 menggambarkan attenuation tanpa equalisasi (perataan) dimana terlihat frekuensi-frekuensi tinggi mengalami pelemahan yang lebih besar daripada frekuensi-frekuensi rendah. Grafik no.2 menunjukkan efek dari equalisasi.



(a) Attenuation



(b) Delay distortion

Gambar 5.6. Kurva Pelemahan dan distorsi delay untuk channel suara

Distorsi attenuation merupakan problem kecil bila menggunakan sinyal digital dimana konsentrasinya pada frekuensi utama atau bit rate dari sinyal.

### DELAY DISTORTION

Terjadi akibat kecepatan sinyal yang melalui medium berbeda-beda sehingga tiba pada penerima dengan waktu yang berbeda.

Hal ini merupakan hal yang kritis bagi data digital yang dibentuk dari sinyal-sinyal dengan frekuensi-frekuensi yang berbeda-beda sehingga menyebabkan **intersymbol interference**. Gambar 5.6b menunjukkan teknik equalizing dalam mengatasi hal ini.

### NOISE

Noise adalah tambahan sinyal yang tidak diinginkan yang masuk dimanapun diantara transmisi dan penerima.

Dibagi dalam empat kategori :

- Thermal noise,
  - disebabkan oleh agitasi termal elektron dalam suatu konduktor
  - sering dinyatakan sebagai white noise
  - tidak dapat dienyapkan
  - besar thermal noise (dalam watt) dengan bandwidth  $W$  Hz dapat dinyatakan sebagai :

$$N = k T W$$

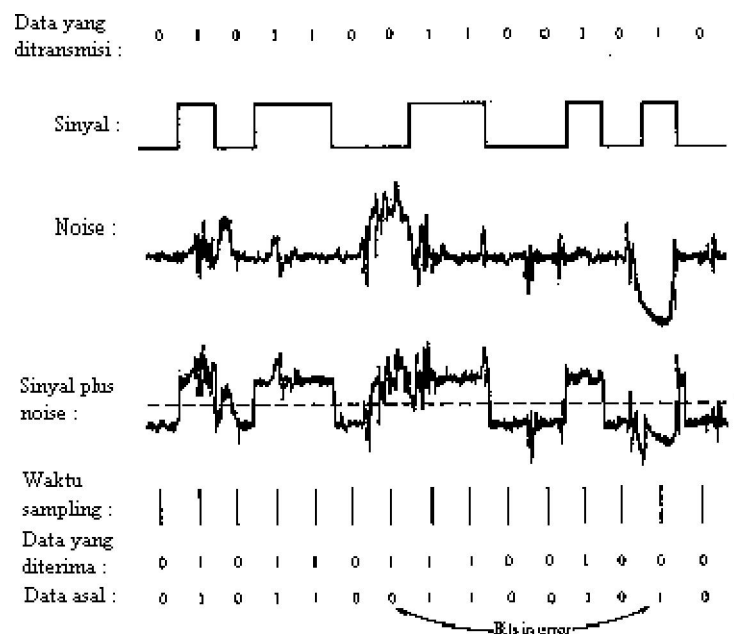
dimana :  $N$  = noise power density

$k$  = konstanta Boltzman =  $1,3803 \times 10^{-23}$  J/ K

$T$  = temperatur ( K )

- Intermodulation noise

- disebabkan karena sinyal-sinyal pada frekuensi-frekuensi yang berbeda tersebar pada medium transmisi yang sama sehingga menghasilkan sinyal-sinyal pada suatu frekuensi yang merupakan penjumlahan atau pengurangan dari dua frekuensi asalnya. misalnya : sinyal dengan frekuensi  $f_1$  dan  $f_2$  maka akan mengganggu sinyal dengan frekuensi  $f_1 + f_2$
- hal ini timbul karena ketidaklinearan dari transmitter, receiver atau



sistem transmisi.

Gambar 5.7. Efek dari noise pada sinyal digital

- Crosstalk

- adalah suatu penghubung antar sinyal yang tidak diinginkan
- dapat terjadi oleh hubungan elektrikal antar kabel yang letaknya berdekatan dan dapat pula karena energi dari gelombang microwave.

- Impulse noise

- terdiri dari pulsa-pulsa tak beraturan atau spike-spikes dengan durasi pendek dan dengan amplitudo yang relatif tinggi.
- dihasilkan oleh kilat, dan kesalahan dan cacat dalam sistem komunikasi
- noise ini merupakan sumber utama error dalam komunikasi data digital dan hanya merupakan gangguan kecil bagi data analog. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.7.

## KAPASITAS CHANNEL

Kapasitas channel (kanal) menyatakan kecepatan yang mana data dapat ditransmisikan melalui suatu path komunikasi yang diberikan, atau channel, dibawah kondisi-kondisi tertentu yang diberikan.

Ada empat konsep disini yang akan dihubungkan satu sama lain :

- **Data rate** : adalah kecepatan, dalam bit per second (bps), dimana data dapat berkomunikasi.
- **Bandwidth**: adalah bandwidth dari sinyal transmisi yang dimiliki oleh transmitter dan sifat dasar medium transmisi, dinyatakan dalam cycles per second, atau hertz.
- **Noise** : level noise rata-rata yang melalui path komunikasi.
- **Error rate** : kecepatan dimana error dapat terjadi.

Kapasitas channel dibatasi oleh keadaan fisik dari medium transmisi atau dari sumber- sumber lainnya.

Formula Nyquist :  $C = 2 W \log_2 M$

dimana : C = kapasitas channel (bps)

W = bandwidth dari channel (Hz)

M = jumlah sinyal discrete atau level tegangan

misal: bandwidth line telepon 3100 Hz maka  $C = 6200 \log_2 M$  dan  $M = 8$  sehingga  $C = 18600$  bps.

Jadi dengan bandwidth terbatas, data rate dapat ditingkatkan dengan meningkatkan levelnya (M), tetapi nilai M dibatasi oleh noise dan attenuation pada line transmisi.

Formula Claude Shannon, mempertimbangkan rasio sinyal terhadap noise (S/N) sehingga dapat dinyatakan :

kekuatan sinyal

$$(S/N)_{db} = 10 \log \frac{\text{kekuatan sinyal}}{\text{kekuatan noise}}$$

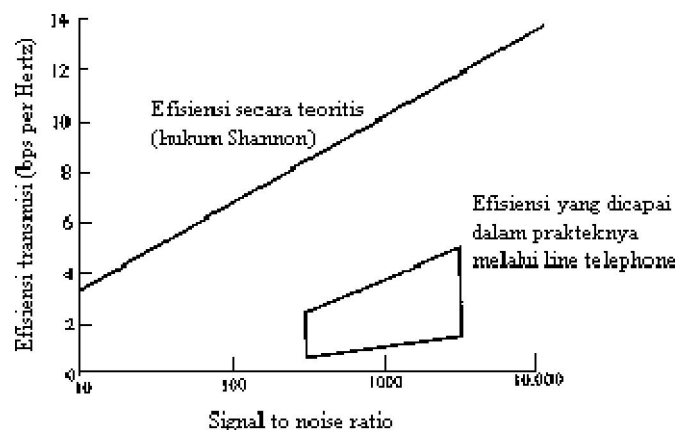
kekuatan noise

karenaternyatasemakintinggiatarate,semakin tinggi pulaerrorratesehinggakapasitas channel oleh persamaan **Shannon** :

$$C = W \log_2(1+S/N)$$

misal:dianggapsuatuchanneldenganbandwidth3100 Hz, dan ratio S/Nsuatu line 1000:1, maka  $C = 3100 \log_2(1+1000) = 30894$  bps.

(note:semuanilai-nilaiCyangdidapatdalamcontohadalahgambaranmaksimumuntuk ukuran transmisi, dianjurkan menggunakan data rate yang lebih kecil).



Gambar 5.8. Efisiensi transmisi secara teoritis dan sebenarnya

Shannon membuktikan bahwa jika information rate yang sebenarnya pada suatu channel lebih kecil daripada kapasitas bebas error, kemudian secara teoritis memungkinkan untuk dipakai suatu kode sinyal yang sesuai untuk memperoleh transmisi bebas error yang melalui channel. Gambar 5.8 menggambarkan efisiensi suatu transmisi secara teori.

Data rate dapat ditingkatkan dengan peningkatan baik pada kekuatan sinyal atau bandwidth.

Tetapi dengan kekuatan sinyal yang meningkat maka timbul nonlinearitas dalam sistem sehingga meningkatkan intermodulation noise. Juga dengan semakin lebarnya bandwidth, noise makin mudah masuk ke sistem. Dengan demikian peningkatan W maka S/N menurun