

# **Buku Ajar Komunikasi Data**

Mifta Nur Farid, S.T., M.T

Teknik Elektro  
Institut Teknologi Kalimantan

# **1      PENGANTAR KOMUNIKASI DATA**

## **2 ARSITEKTUR PROTOKOL**

### 3 DATA TRANSMISI

#### 3.1 KONSEP DAN TERMINOLOGI

#### 3.2 TRANSMISI DATA ANALOG DAN DIGITAL

#### 3.3 GANGGUAN TRANSMISI

#### 3.4 KAPASITAS KANAL

Kita sudah mempelajari bahwa terdapat berbagai jenis gangguan (*impairment*) yang dapat merusak sinyal. Se jauh mana gangguan tersebut dapat membatasi data rate pada data digital. Data rate maksimum yang dapat dicapai disebut kapasitas kanal (*channel capacity*).

Terdapat empat konsep yang perlu dipahami.

1. **Data rate:** Laju dimana data dapat dikomunikasikan dengan satuan bps atau bits per second.
2. **Bandwidth:** Bandwidth dari sinyal yang ditransmisikan yang dibatasi oleh transmitter atau sifat media transmisinya
3. **Noise:** Level rata-rata dari noise sepanjang jalur transmisi
4. **Error rate:** Rate dimana error dapat terjadi. Error di sini adalah ketika yang diterima adalah 1 sedangkan yang dikirimkan adalah 0 atau sebaliknya.

Permasalahan yang dialami adalah semakin besar bandwidth maka semakin besar ongkosnya. Sehingga semua kanal transmisi memiliki bandwidth yang terbatas. Batasan ini disebabkan oleh sifat-sifat fisis dari media transmisinya atau dari transmitter-nya untuk menghindari terjadinya interferensi dari sumber lain. Berdasarkan hal ini maka sepatutnya kita memakai bandwidth seefisien mungkin. Jika di dalam data digital maka kita akan memakai data rate sebesar mungkin pada batas error rate dari bandwidth yang tersedia. Kemudian kendala terbesar untuk mencapai efisiensi ini adalah noise.

#### Nyquist Bandwidth

Pertama, anggaplah ada sebuah kanal transmisi yang bebas dari noise. Pada kondisi seperti ini, keterbatasan dari data rate adalah bandwidth dari sinyal itu sendiri. Berdasarkan Nyquist, persamaan dari keterbatasan ini adalah sebagai berikut. Jika laju transmisi sinyal adalah  $2B$ , maka sinyal dengan frekuensi tidak lebih besar dari  $B$  sudah cukup untuk membawa laju sinyal. Begitu juga sebaliknya, jika diketahui bandwidth sebesar  $B$ , maka laju sinyal tertinggi yang dapat dibawa adalah  $2B$ .

Jika sinyal yang akan ditransmisikan adalah biner (2 level tegangan), maka data rate yang dapat didukung oleh  $B$  Hz adalah  $2B$  bps. Misalkan, jika menggunakan empat level tegangan maka setiap elemen sinyal dapat direpresentasikan sebagai 2 bits. Dengan multilevel signaling, persamaan Nyquist menjadi

$$C = 2B \log_2 M \quad (3.1)$$

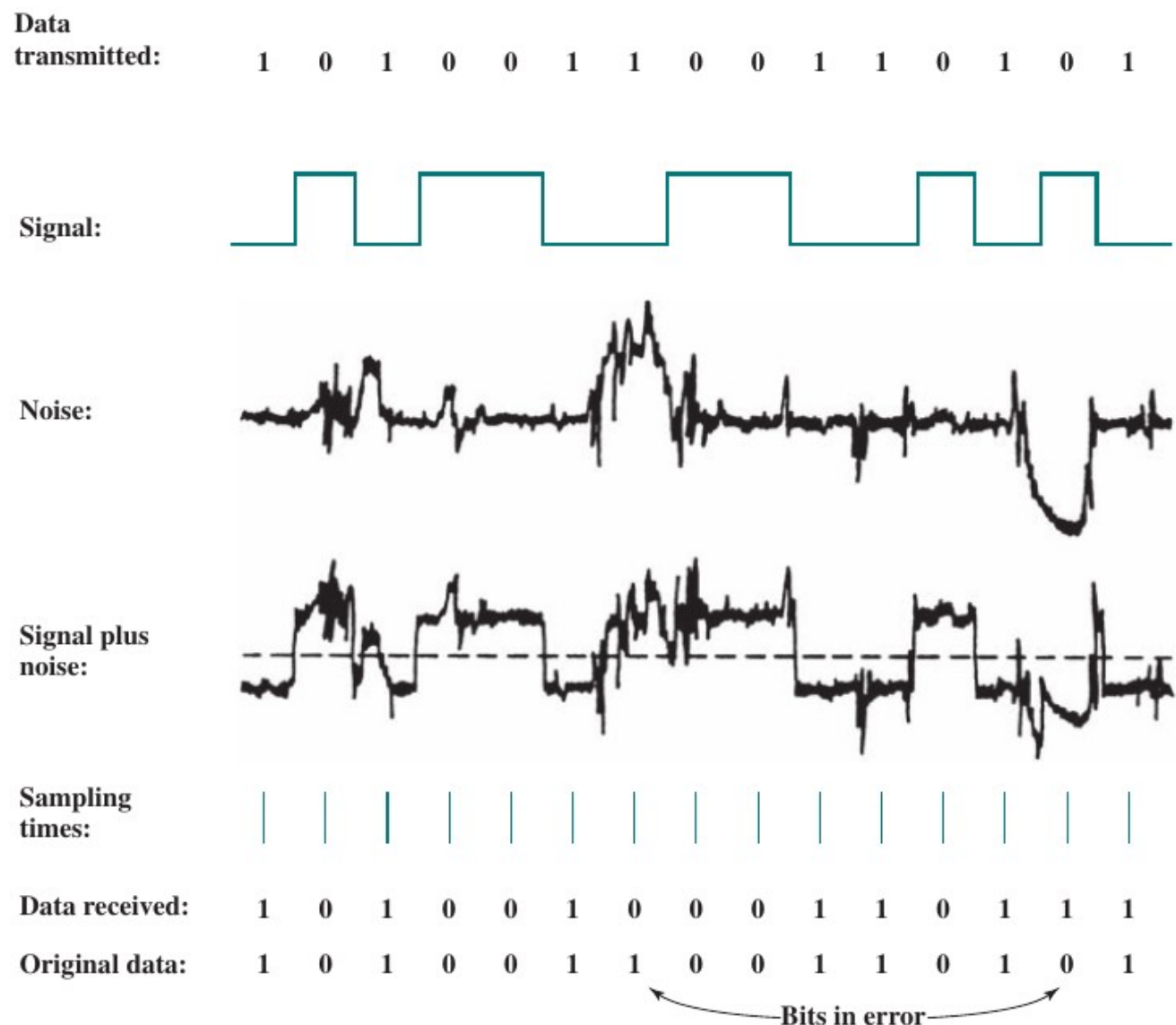
dimana  $M$  adalah banyaknya sinyal diskret atau level tegangan.

Dari Persamaan 3.1 dapat kita simpulkan bahwa data rate dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah perbedaan dari elemen sinyalnya / banyaknya level tegangannya. Namun dengan meningkatkan elemen sinyal maka akan membuat beban dari receiver juga meningkat.

Misal, diketahui bahwa data digital akan ditransmisikan menggunakan modem. Bandwidth yang digunakan adalah 3100 Hz. Maka Nyquist capacity ( $C$ ) dari kanalnya adalah  $2B = 6200$  bps. Jika  $M = 8$ , maka  $C$  menjadi 18.600 bps dengan bandwidth sebesar 3100 Hz.

### Shannon Capacity Formula

Berdasarkan persamaan Nyquist sebelumnya, kita mengetahui bahwa dengan meningkatkan bandwidth sebesar 2 kalinya maka data rate juga akan meningkat sebesar 2 kalinya. Sekarang asumsikan bahwa terdapat noise dan error rate. Dengan adanya noise maka 1 atau lebih bits akan rusak. Jika data rate meningkat maka bits semakin pendek. Akibatnya akan lebih banyak bits yang akan dipengaruhi oleh pattern/pola dari noise tersebut seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Akibat dari Noise terhadap Sinyal Digital

Jika data rate ditingkatkan maka lebih banyak bits yang akan terjadi selama interval noise spike-nya, sehingga lebih banyak error yang terjadi.