

SISTEM TRANSMISI DIGITAL

Ref : Keiser

Link Optik Dijital point to point

- Persyaratan utama sistem link :
 - Jarak transmisi yg diinginkan
 - Laju data atau lebar pita kanal
 - BER



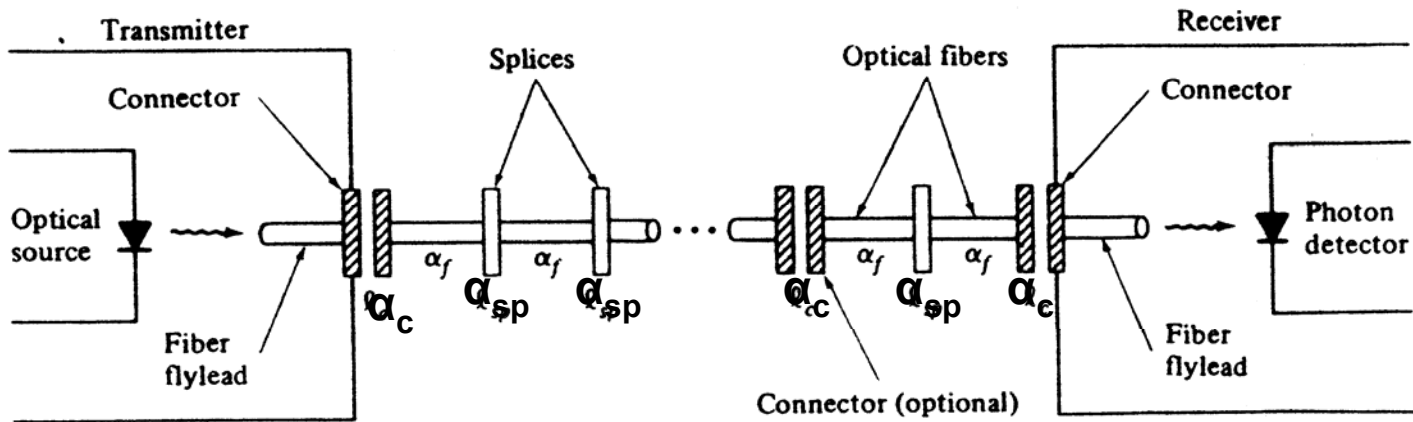
Link point to point simpleks

Pemilihan Perangkat Link Optik

Dijital point to point

No	Komponen	Jenis	Karakteristik
1	Serat Optik	Single Mode (SM)	Ukuran core Profil indeks bias core Bandwidth atau Dispersi Redaman NA atau Mode-field Diameter
		Multi Mode (MM)	
2	Sumber optik	LED	Panjang gelombang emisi Lebar spektral keluaran Daya keluaran Daerah radiasi efektif Pola emisi Jumlah mode emisi
		LASER	
3	Detektor optik	pin	Responsivitas Panjang gelombang operasi Kecepatan respon Sensitivitas
		Avalanched Photo Diode (APD)	

Link Power Budget



Loss daya optis pd point-to point link

α_f : konstanta redaman fiber

α_c : loss konektor

α_{sp} : loss splice

Link power budget :

Daya diterima detektor :

$$P_R = P_S - A_T$$

$$A_T = 2 A_c + n A_{sp} + \alpha_f L + M_S$$

P_S : daya optis dipancarkan dr sumber ujung fiber [dBm]

P_R : daya diterima detektor [dBm]

A_T : redaman total [dB]

A_c : loss konektor [dB/bh]

A_{sp} : loss splice [dB/bh]

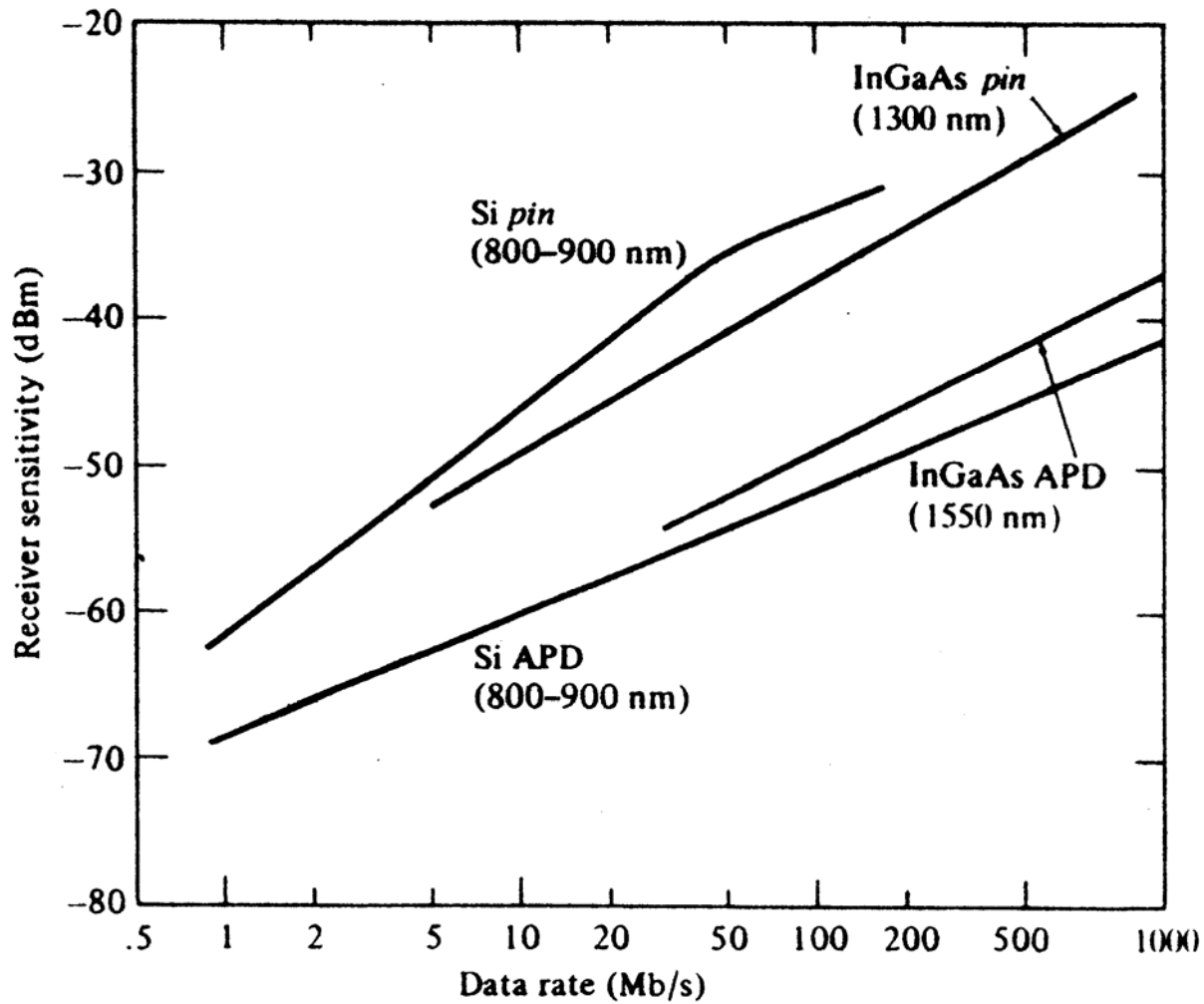
α_f : konstanta redaman fiber [dB/Km]

L : panjang link [Km]

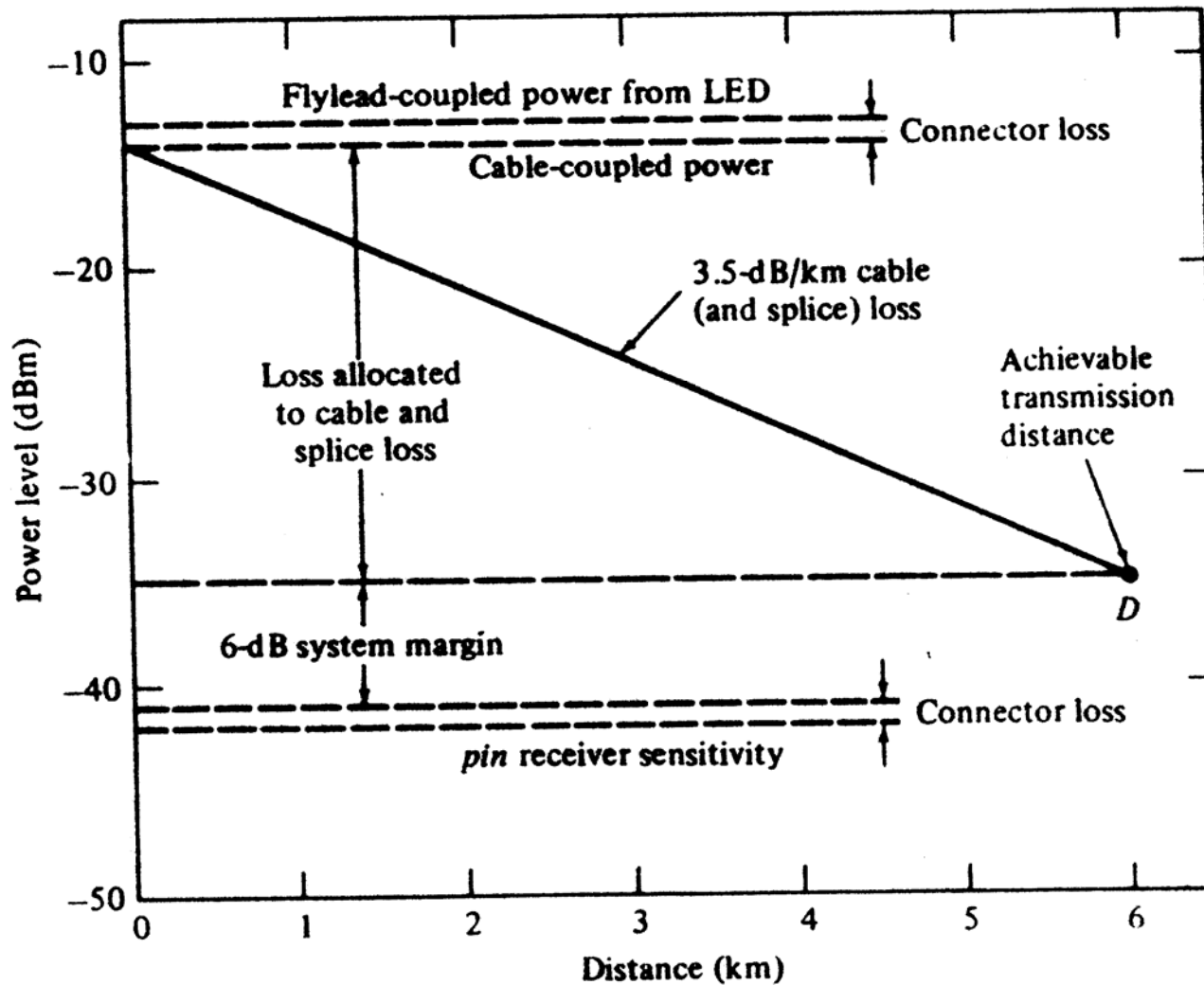
M_S : margin sistem [dB]

Anggaran daya terpenuhi jika :

daya diterima didetektor \geq sensitifitas penerima



Sensitifitas penerima sbg fungsi laju bit.



Link loss budget utk sistem 800 nm LED/pin pd 20 Mb/s

Rise Time Budget

Utk menentukan pembatasan dispersi link fiber optik.

Rise time sistem keseluruhan :

$$t_{sys} = \sqrt{\sum_{i=1}^N t_i^2}$$

t_i : rise time kontributor.

t_{tx} : rise time sumber optik/pemancar

t_{mat} : rise time dispersi material fiber

t_{mod} : rise time dispersi modus fiber

t_{wg} : rise time dispersi pandu gelombang

t_{rx} : rise time detektor optik/penerima

Rise time dispersi = pelebaran pulsa krn dispersi σ

Umumnya degradasi transition time link digital :

- NRZ → ≤ 70 % perioda bit

- RZ → ≤ 35 % perioda bit

Anggaran rise time dipenuhi jika :

Rise time sistem $<$ degradasi transition time

Respon front end penerima dpt dimodelkan sbg LPF orde pertama :

$$g(t) = \left[1 - e^{-2\pi B_{rx}t} \right] u(t)$$

B_{rx} : lebar pita elektrik 3 dB dr penerima

$u(t)$: fungsi tangga berharga 1 utk $t \geq 0$ dan 0 utk $t < 0$

Rise time penerima (10 % - 90 %)g(t) :

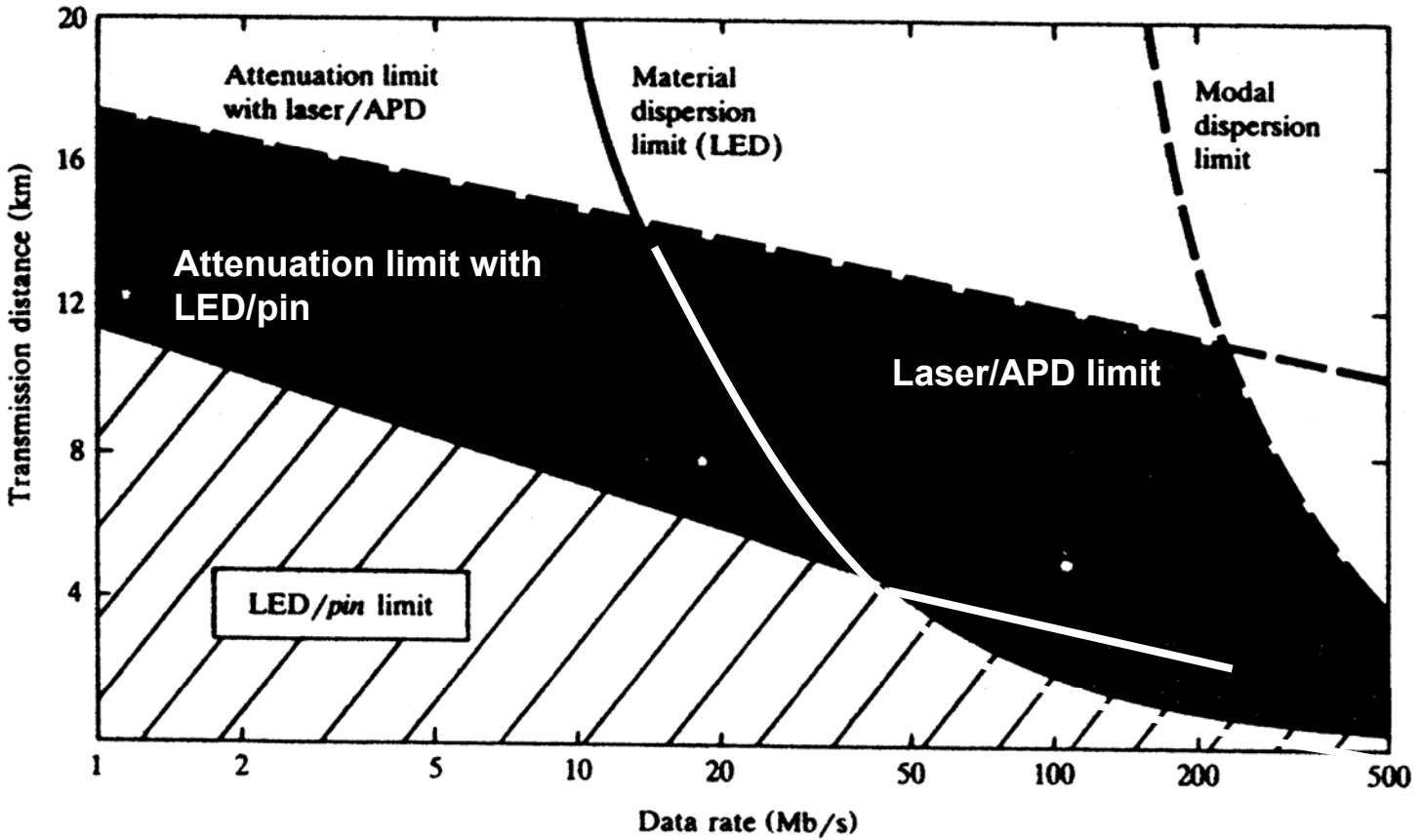
$$t_{rx} = \frac{350}{B_{rx}}$$

t_{rx} : dlm ns

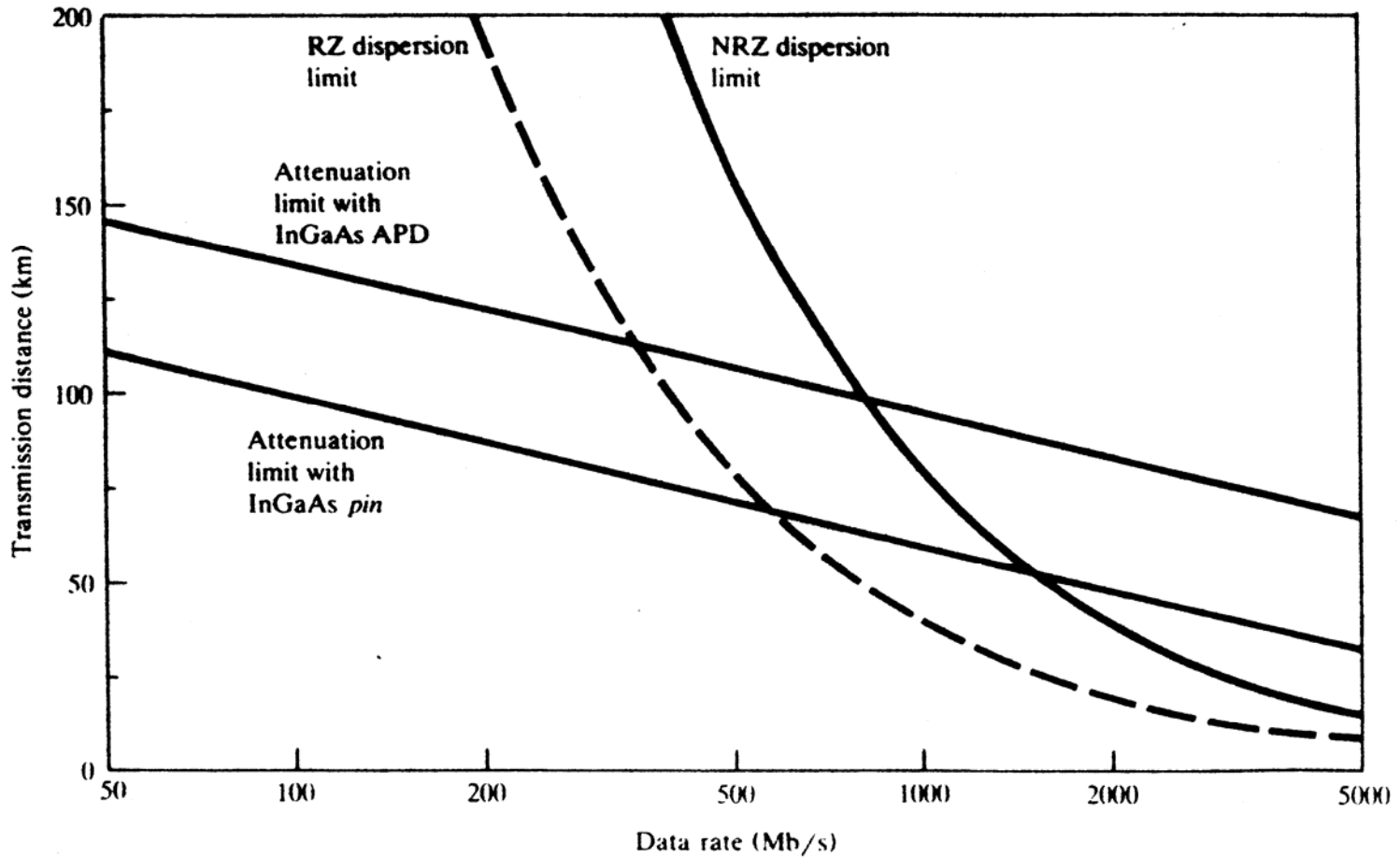
B_{rx} : dlm MHz

Pd fiber MM rise time tergantung pd dispersi antar modus dan material (krn dispersi pandu gel \ll dispersi material).

Dampak dispersi material diabaikan pd sumber laser baik pd panj gel panjang maupun pendek, sedangkan pd LED hanya pd panj gel panjang.



Batas jarak transmisi sbg fungsi laju data 800 MHz-Km fiber, sumber LED dng Si pin dan 800 nm dioda laser dgn Si APD



Batas jarak transmisi sbg fungsi laju data utk dioda laser DFB 1550-nm, APD InGaAs, fiber SI dgn $D = 2,5 \text{ ps}/(\text{nm-Km})$ dan redaman $0,3 \text{ dB/Km}$

Pengkodean saluran

Format sinyal optis transmisi penting utk dipertimbangkan krn kepraktisan, sirkit decision hrs dpt memisahkan secara tepat informasi timing.

Maksud timing :

- (a) Memungkinkan sinyal disampling pd S/N maks**
- (b) Menjaga spasi pulsa**
- (c) Menunjukkan interval start dan stop/end**

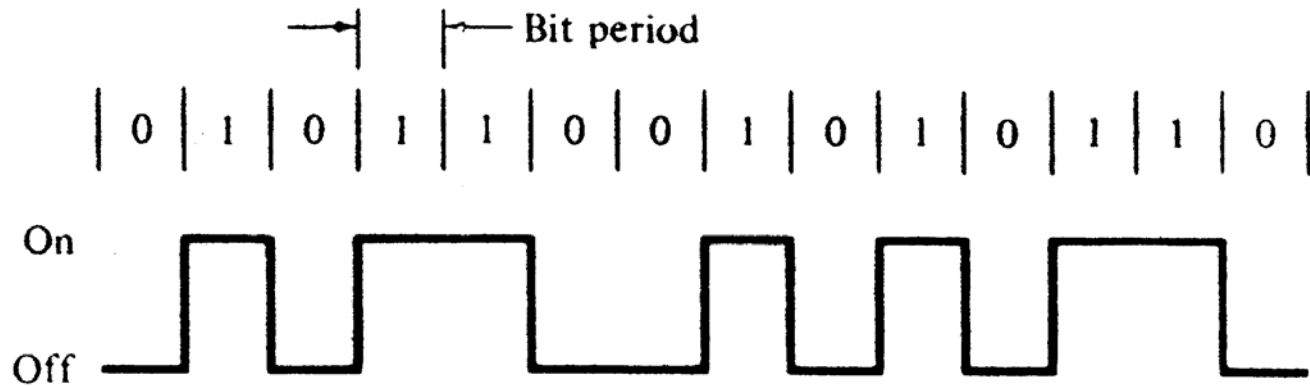
Pengkodean sinyal adalah sejumlah aturan utk mengurutkan simbol sinyal dgn pola tertentu.

Jenis dasar kode saluran biner dua-level pd trans optik :

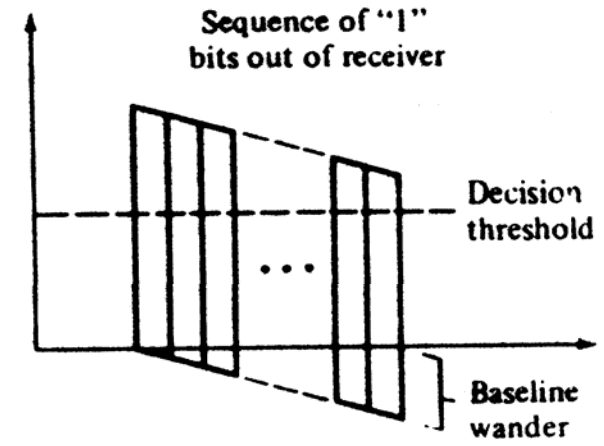
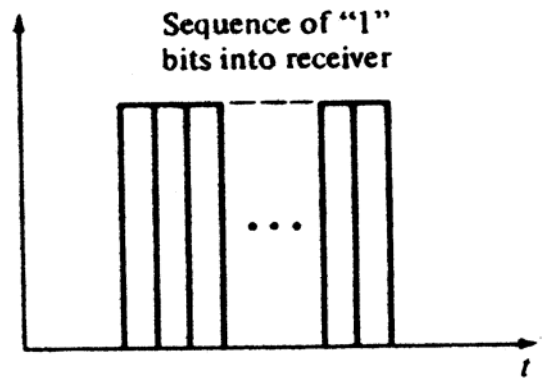
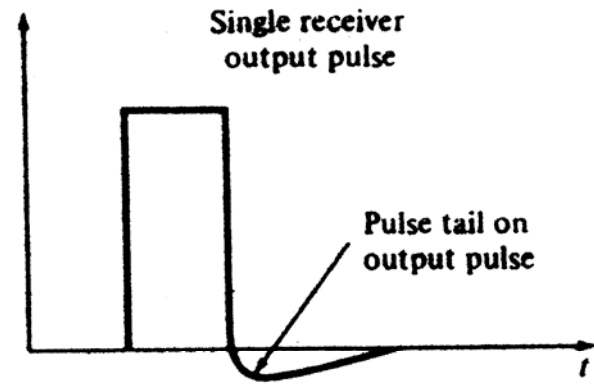
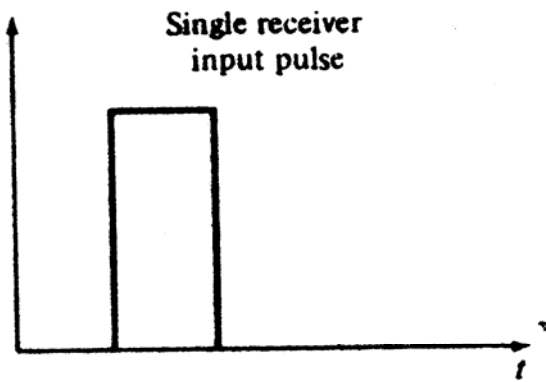
- (a) NRZ**
- (b) RZ**
- (c) Phase Encoded (PE)**

Kode NRZ

- Mudah dibangkitkan/dikodekan
- Mudah di-dekodekan
- Tdk memiliki error monitoring atau kemampuan koreksi
- Ttdk memiliki self-clocking (timing)
- Lebar pita minimal
- Daya rata masukan penerima tergantung pd pola data → base line wander
- String 1 atau 0 panjang tidak terdapat informasi timing krn tidak ada transisi level.



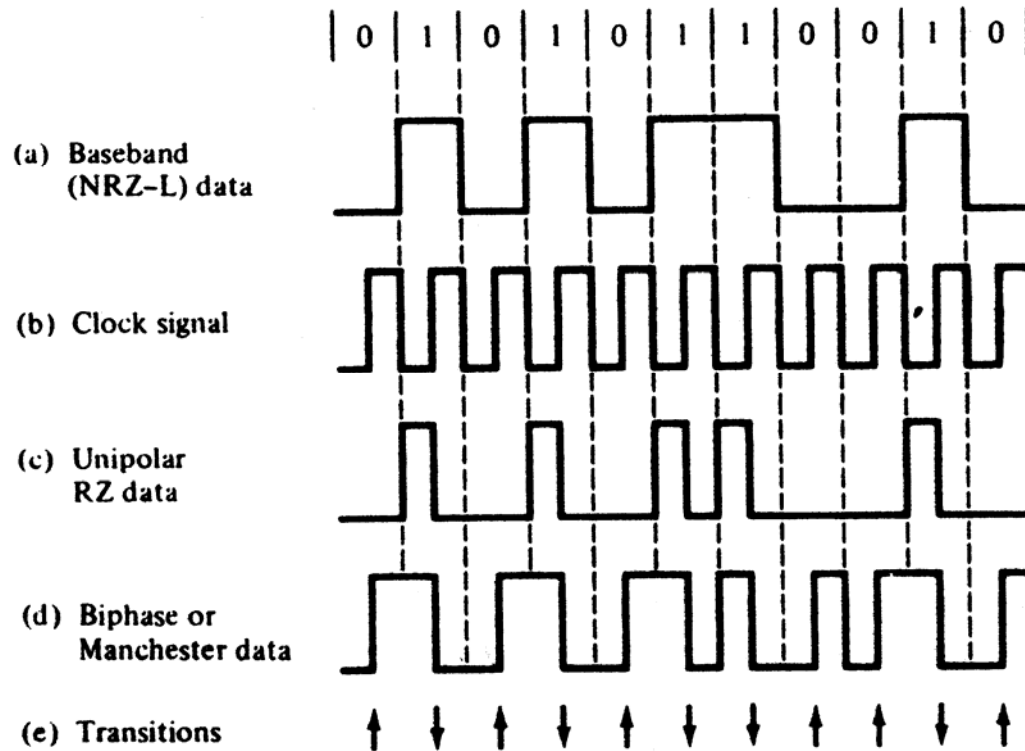
Contoh pola data NRZ-Level



Baseline wander di penerima mrpk hasil transmisi string panjang NRZ bit 1.

Kode RZ

- Tiap data bit dikodekan dgn dua bit kode saluran
- Unipolar → string 0 panjang akan kehilangan sinkronisasi timing
- Biphas → timing dpt diatasi
- Manchester → mudah mengkodekan dan dekodekan



Contoh data format RZ.

Kode Blok

- Kode blok mBnB ($n > m$) : tiap m bit biner dikodekan dgn n bit biner.
- Peningkatan lebar pita sebesar n/m
- Timing cukup
- Terdpt informasi error minitoring
- Tidak ada string 1 atau 0 panjang → tak terjadi base line wander

Perbandingan beberapa kode mBnB

Code	n / m	N_{\max}	D	W (%)	
3B4B	1.33	4	± 3	25	sederhana
6B8B	1.33	6	± 3	75	
5B6B	1.20	6	± 4	28	Reduksi BW
7B8B	1.14	9	± 7	27	
9B10B	1.11	11	± 8	24	

W : pesentase n-bit word yg tidak digunakan

N_{\max} : jumlah simbol identik berurutan terpanjang

D : batas disparitas terakumulasi

Contoh

Rancangan siskom optik laju data 60 Mb/s sbb :

Jarak 60 Km

Fiber SM konstanta redaman 0,2 dB/Km, pelebaran pulsa dispersi material 2 ps/Km, panjang kabel 2 Km/haspel.

Redaman splice 0,2 dB/bh

Redaman konektor 0,5 dB/bh

Sumber : daya 1 mW, rise time 5 ns

Detektor : sensitifitas – 40 dBm (BER 10⁻⁹), rise time 2 ns

Margin sistem = 6 dB

Selidiki apakah sistem tsb memenuhi anggaran daya ?

Selidiki apakah sistem tsb memenuhi anggaran rise time transmisi NRZ dan RZ ?

Kesimpulan ?

LATIHAN

Suatu siskom optik memiliki spesifikasi :

$$\lambda = 1,3 \mu\text{m}$$

$$t_{rx} = 0,25 \text{ ns}$$

$$B = 1 \text{ Gb/s}$$

$$D_{mat} = 2 \text{ ps}/(\text{Km-nm})$$

Fiber SM

panjang kabel 2 Km/haspel

$$\alpha_f = 0,4 \text{ dB/Km}$$

$$\alpha_{sp} = 0,1 \text{ dB/bh}$$

$$\sigma_\lambda = 3 \text{ nm}$$

$$\alpha_c = 1 \text{ dB/bh}$$

$$t_{tx} = 0,2 \text{ ns}$$

$$M_s = 6 \text{ dB}$$

$$P_s = 1 \text{ mW}$$

$$P_{rmin} = -42 \text{ dBm (BER } 10^{-9}\text{)}$$

$$L = 60 \text{ Km}$$

t_{wg} diabaikan

Selidiki apakah sistem tsb dpt digunakan utk transmisi dgn line coding RZ dan NRZ ?

Agar bisa digunakan untuk RZ berapa L maks ($B = 1 \text{ Gb/s}$) ?

Agar bisa digunakan untuk RZ berapa B maks ($L = 60 \text{ Km}$) ?