

TEE 843 – Sistem Telekomunikasi

---

## 6. Pengkodean (*Coding*)



universitas  
MALIKUSSALEH

**Muhammad Daud Nurdin**

[mdaud@unimal.ac.id](mailto:mdaud@unimal.ac.id), [syechdaud@yahoo.com](mailto:syechdaud@yahoo.com)

**Jurusan Teknik Elektro FT-Unimal  
Lhokseumawe, 2018**



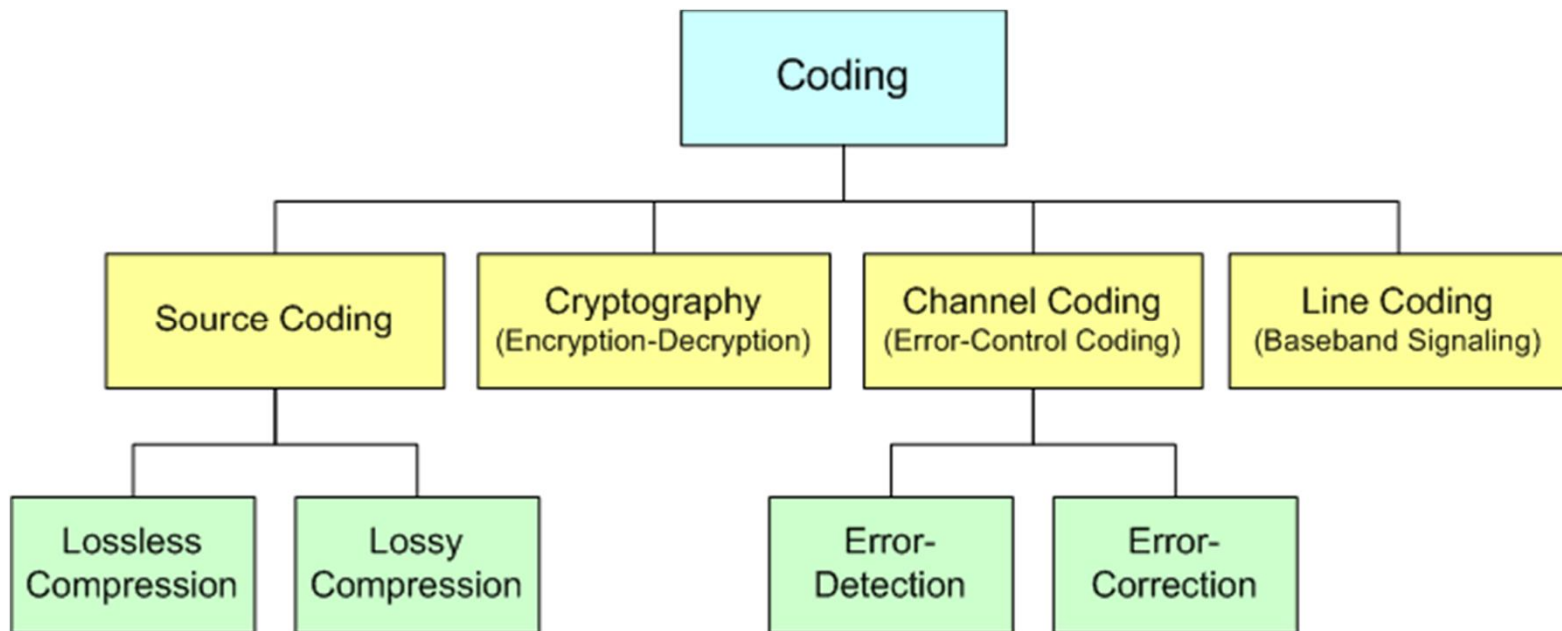
# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- Source Coding
- Cryptography
- Channel Coding
- Line Coding
- Transmission Channel and Bandwidth

# Macam-macam Pengkodean (*Coding*)

- Dlm Sistem Telekomunikasi, pengkodean (*coding*) dpt dikelompokkan sbb:





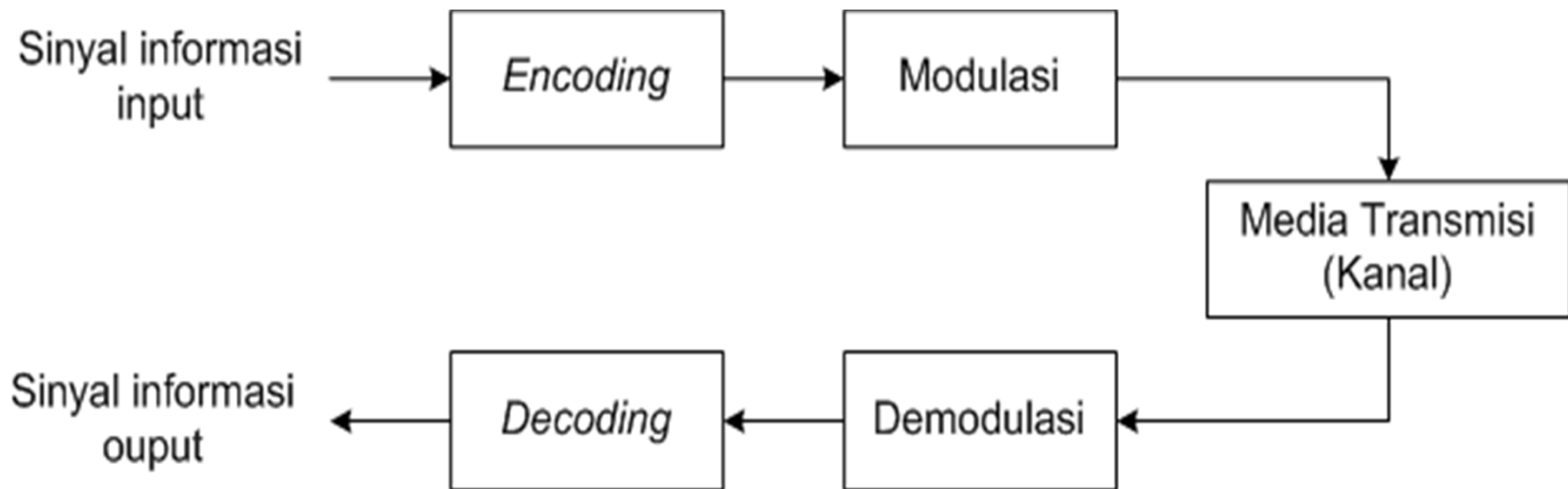
# Tujuan Pengkodean

---

- Source Coding
  - *Efficiency* (menghemat transmisi dan memori)
- Cryptography
  - *Security* (mengamankan informasi)
- Channel Coding
  - *Reliable* (agar transmisi lbh lebih handal, error sekecil mungkin)
- Line Coding
  - Menyesuaikan spektrum/bandwidth sinyal dgn karakteristik/bandwidth kanal transmisi serta membantu proses sinkronisasi.

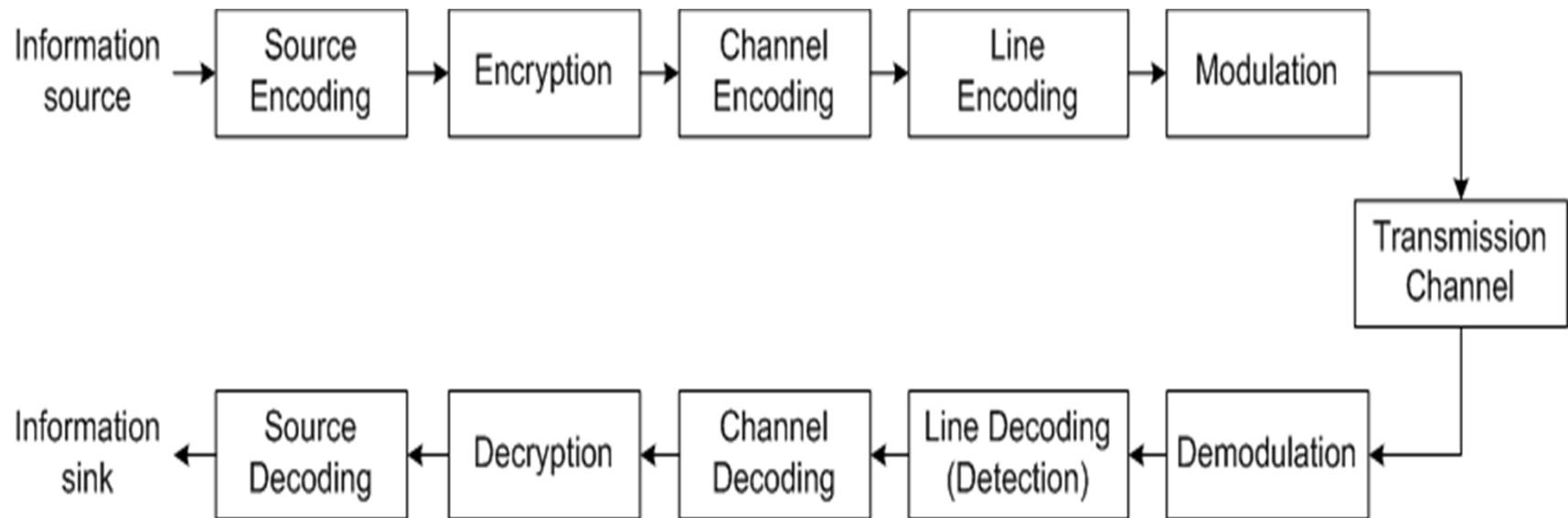
# Sistem Komunikasi Digital

- Suatu sistem komunikasi digital dpt digambarkan dlm blok diagram sederhana sbb:



# Sistem Komunikasi Digital (2)

- Bila **encoding** dan **decoding** diuraikan ke dlm blok-blok diagram yg lebih rinci maka sistem komunikasi digital menjadi sbb:





# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- **Source Coding**
- Cryptography
- Channel Coding
- Line Coding
- Transmission Channel and Bandwidth

# Pengkodean Sumber (*Source Coding*)

---



- **Lossless** Compression:  $X' = X$ 
  - Example: WinZip
  - Low compression ratio
- **Lossy** Compression:  $X' \neq X$ 
  - Many applications do not require lossless compression
  - Our eyes and ears cannot identify some details
  - High compression ratio
  - Examples: MP3, JPEG, MPEG, WMV





# Lossless Compression

---

- Kompresi ini ditujukan utk mencapai nilai **entropy** dari suatu sumber informasi, karenanya disebut juga **entropy coding**.
- **Entropy** adalah rata-rata nilai informasi dari simbol-simbol yg dikeluarkan oleh sumber.
- Entropy menyatakan nilai minimum dari banyaknya bit rata-rata utk merepresentasikan simbol-simbol dari sumber, atau merupakan batas kompresi yg mungkin dicapai tanpa kehilangan informasi.
- Di antara **algoritma-algoritma lossless coding**, adalah Huffman coding, Fano coding, Shannon-Fano coding, Arithmetic coding, dan Lempel-Ziv coding.

# Contoh Huffman Codes

---

Symbol	Probability	Codeword
A	0.5	1
B	0.25	01
C	0.125	001
D	0.125	000

Entropy = **1.75**

A representing probabilities input stream : **AAAABBCD**

Code: **11110101001000**

BPS = (14 bits/8 symbols) = **1.75**



# Lossy Compression

---

- Kompresi jenis ini mentoleransi sedikit kehilangan informasi.
- Umumnya dipakai pd pengkodean **suara, citra, dan video**.
- Beberapa contoh metode kompresi ini adalah: PCM (*A-law* dan  *$\mu$ -law*), DPCM, ADPCM, DCT, Wavelet, Fractal, dll.

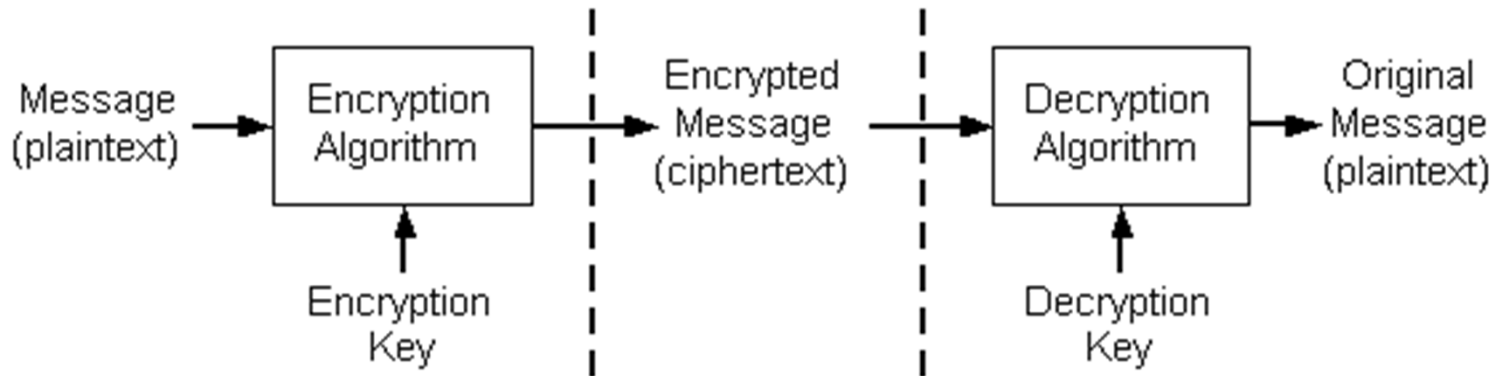


# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- Source Coding
- **Cryptography**
- Channel Coding
- Line Coding
- Transmission Channel and Bandwidth

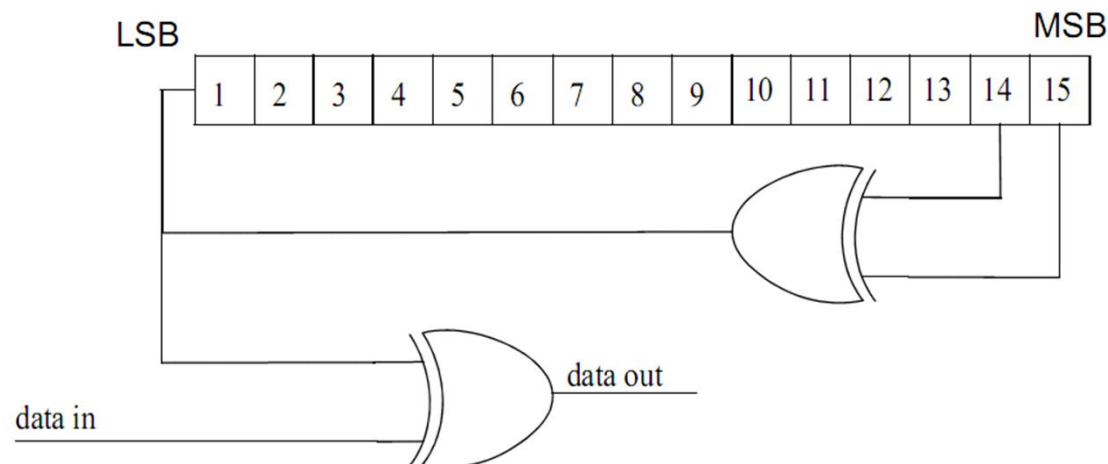
# Cryptography



- **Cryptography** adlh mekanisme pengamanan data/informasi agar tdk dpt dibaca oleh pihak ketiga (yg tdk berwenang) selama proses transmisi ataupun penyimpanan.
- Pd **pengirim** dilakukan proses **encryption** sdgkn pd **penerima** dilakukan proses **decryption**.

# Cryptography (2)

- *Cryptography* dpt dilakukan berlapis (berkali-kali), biasanya pada lapisan presentasi (*presentation layer*) dan lapisan fisik (*physical layer*).
- Pd lapisan fisik, *Encryption* – *Decryption* dpt dilakukan berbasis blok yaitu blok per blok bit data ataupun dpt jg berbasis aliran bit data (*stream*).
- Berikut ini adlh contoh *Encryption* – *Decryption* berbasis aliran data pd layer fisik:






# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- Source Coding
- Cryptography
- **Channel Coding**
- Line Coding
- Transmission Channel and Bandwidth



# Pengkodean Kanal (Channel Coding)

---

- **Pengkodean kanal (*channel coding*)** adalah pengkodean yg bertujuan agar **transmisi** informasi menjadi lbh **lebih handal**, atau BER menjadi sekecil mungkin.
- Jika pd ***source coding*** batas capaiannya adlh **entropy**, maka pd ***channel coding*** batas capaiannya adlh **kapasitas kanal**.
- Secara teknis, *channel coding* dilakukan dgn penambahan bit-bit *redundant* pd deretan bit informasi (*message*) di sisi pengirim dgn algoritma tertentu, kemudian di penerima dgn memanfaatkan bit-bit redundant ini dan juga bit-bit informasi akan dilakukan deteksi atau koreksi pada bit-bit informasi yg *error*.





# Channel Coding (2)

---

- Ada dua jenis *channel coding*:
  - *Error detection*
  - *Error correction*
- Pada ***error detection coding***, sistem (penerima) hanya mendeteksi apakah telah terjadi error yaitu adanya bit yg salah? Jika YA maka penerima akan meminta pengirim utk mengirim ulang suatu blok/paket data (retransmisi).
- Pd ***error correction coding***, penerima dgn algoritma decoding tertentu melakukan sendiri koreksi error bila ada bit data yg salah.



# Channel Coding (3)

---

- Beberapa contoh ***error detection codes***:
  - Parity Checking
  - Longitudinal Redundancy Check (LRC)
  - Cyclic Redundancy Check (CRC)
- Beberapa contoh ***error correction codes***:
  - Hamming Codes
  - Cyclic Codes
  - Convolutional Codes
  - Turbo Codes
  - LDPC Codes



# Parity Checking Coding

---

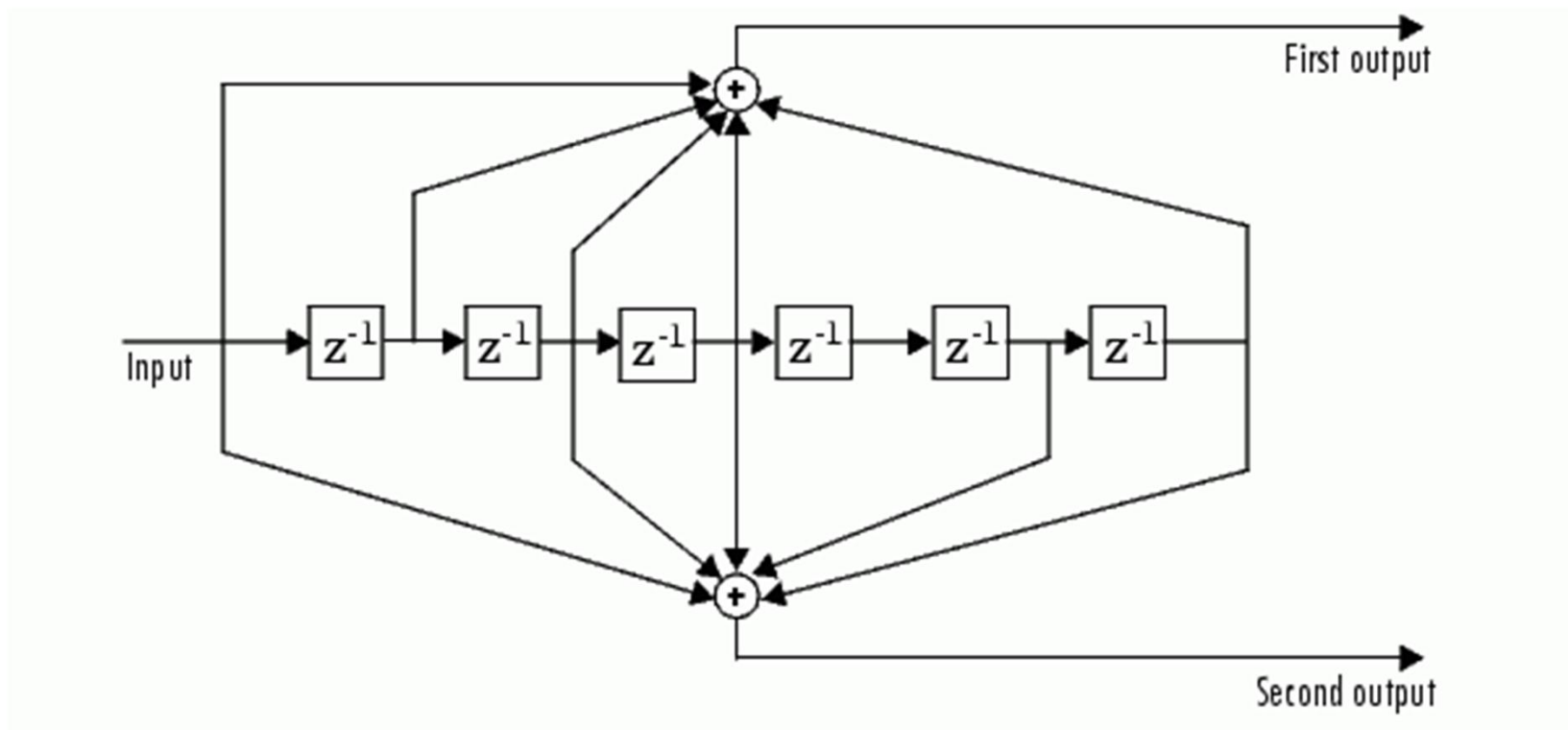
## Contoh (*Error Detection*):

Even Parity pada Karakter ASCII

- A → 1000001 menjadi 01000001
- D → 1000100 menjadi 01000100
- L → 1001100 menjadi 11001100
- 8 → 0111000 menjadi 10111000

# Convolutional Codes

- **Contoh (*Error Correction*):**





# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- Source Coding
- Cryptography
- Channel Coding
- **Line Coding**
- Transmission Rate and Bandwidth



# Line Coding

---

- **Line coding** adalah mengubah bit-bit data digital dari suatu sumber informasi ke bentuk lain utk ditransmisikan.
- Operasi **encoding** pada sisi pengirim berupa transformasi *message* digital ke deretan simbol baru.
- Sedangkan operasi **decoding** pada sisi penerima berupa proses sebaliknya yaitu mengkonversikan kembali deretan simbol ke *message* aslinya.

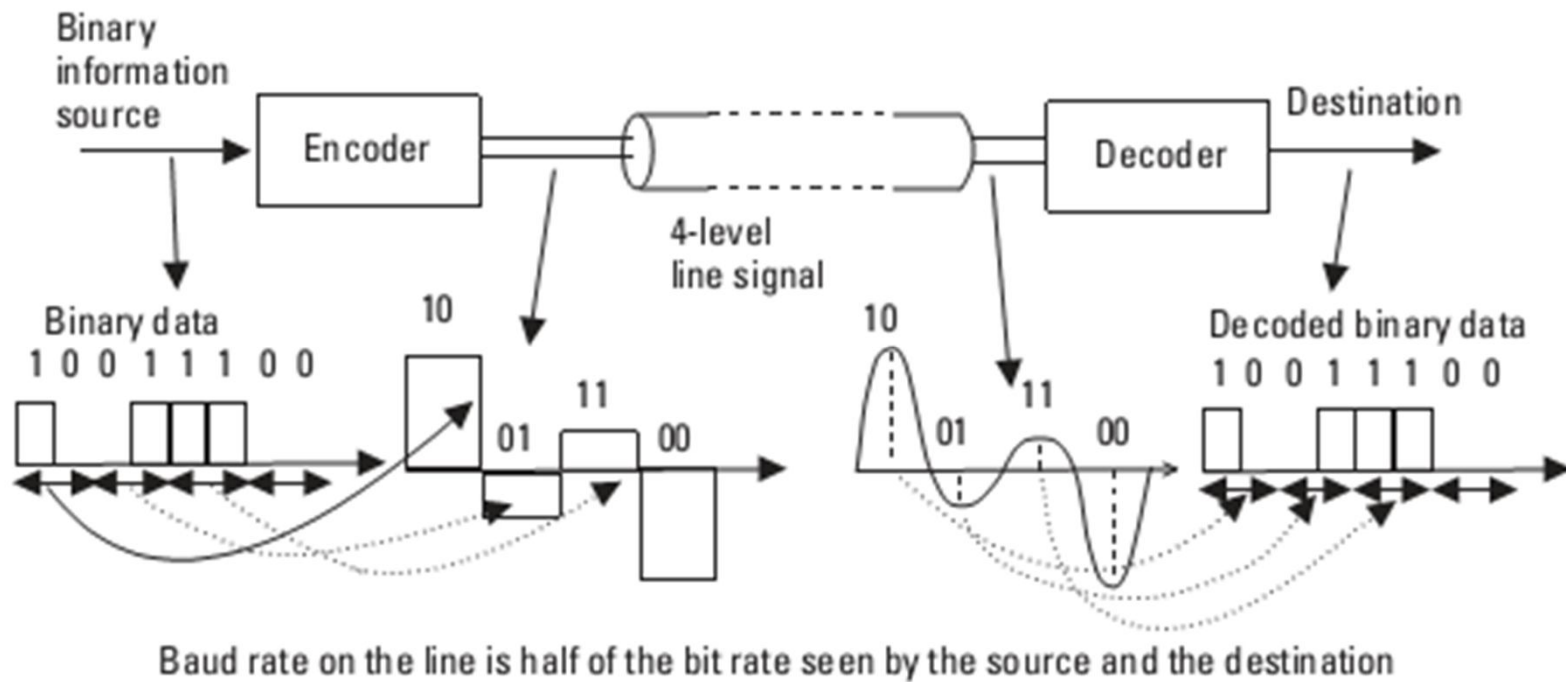


# Line Coding (2)

---

- Tujuan *line coding* adlh:
  - membuat bentuk spektrum sinyal digital sesuai utk suatu media komunikasi (transmisi) tertentu.
  - membantu sinkronisasi pd penerima (*receiver*).
  - dpt juga utk meningkatkan laju data (*data rate*).
- Sistem yg hanya menggunakan *line coding* tanpa menggunakan modulasi disebut **sistem transmisi pita dasar (*baseband transmission systems*)**.
- Sebaliknya, pada **sistem transmisi *bandpass* (*bandpass transmission system*)** misalnya sistem radio, menggunakan keduanya (**coding dan modulasi**).

# Contoh Line Coding







# Terminologi Line Code

---

- Unipolar
  - Semua elemen sinyal mempunyai tanda yg sama
- Polar
  - Satu state logic direpresentasikan dg tegangan positif dan yg lainnya dg tegangan negatif
- Bipolar
  - Salah satu state logic direpresentasikan dg dua tegangan (positif dan negatif) dan state lainnya dgn tanpa sinyal.
- NRZ (Non-Return-to-Zero)
  - Durasi sinyal utuh sepanjang periode simbol
- RZ (Return-to-Zero)
  - Durasi sinyal adlh setengah dr periode simbol, dan setengah lagi adlh nol

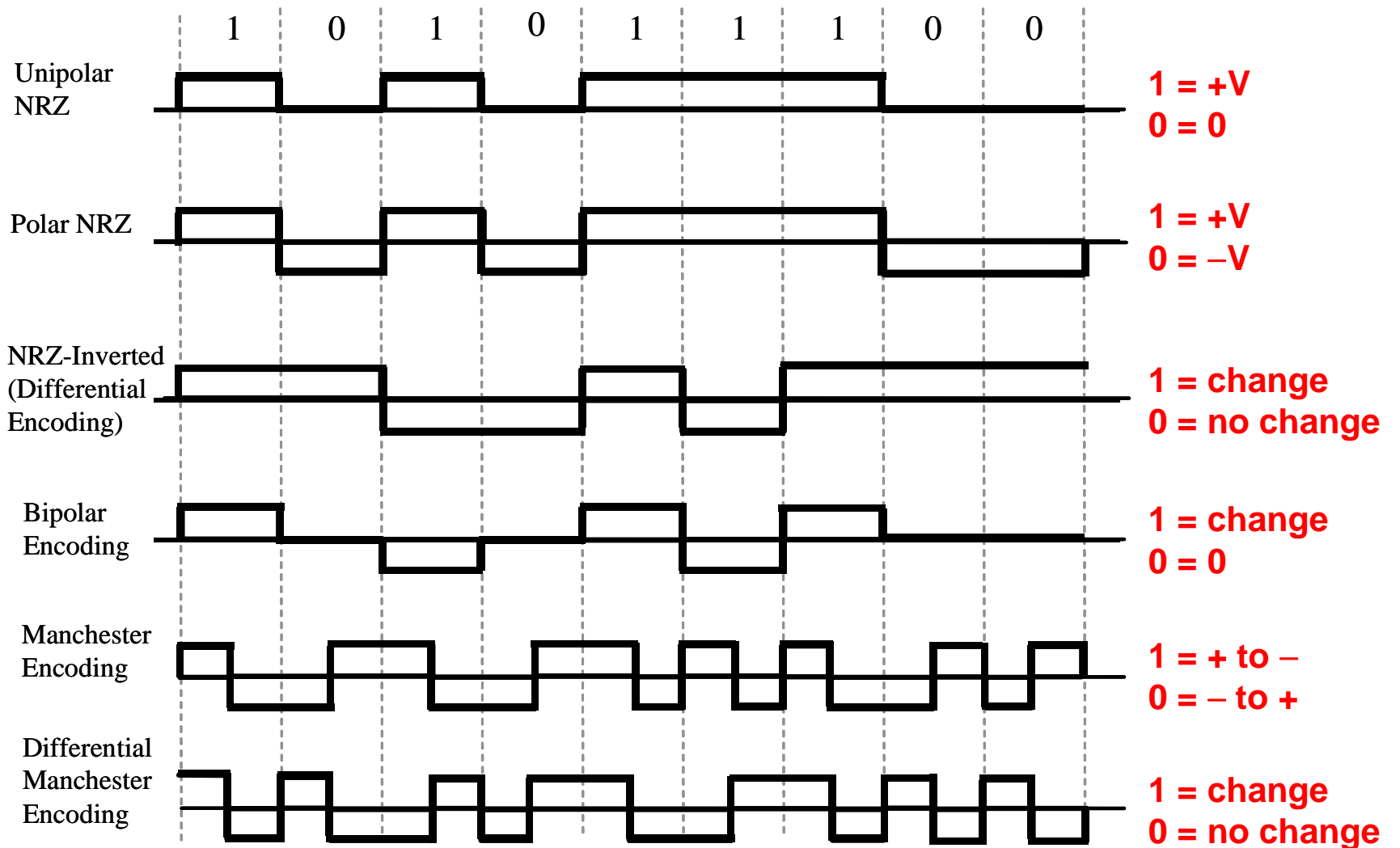


# Terminologi Line Code (2)

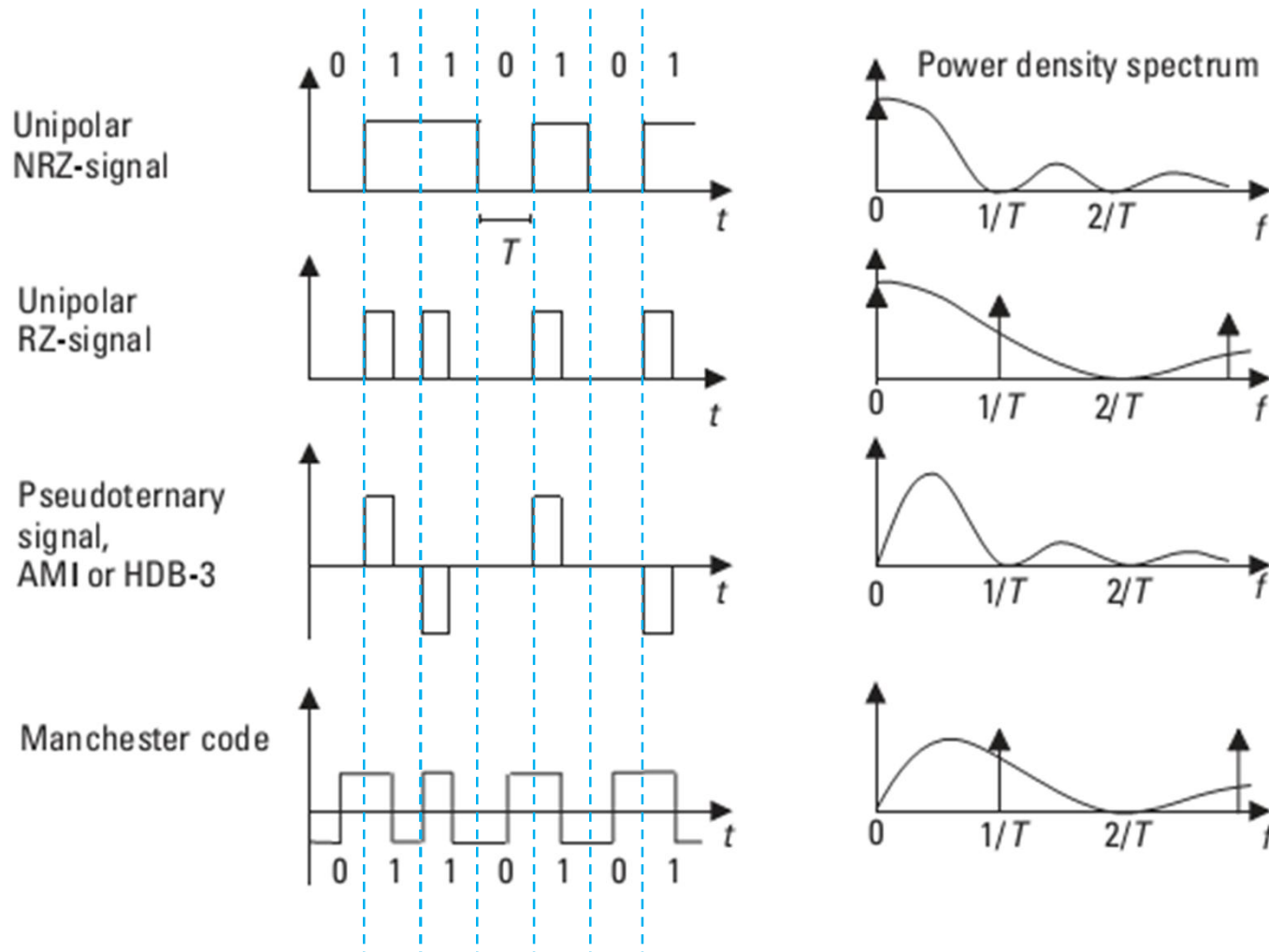
---

- Data rate
  - Laju transmisi data dalam bits per second (bps)
- Durasi atau panjang satu bit
  - Waktu yg diperlukan transmitter utk emisi bit
- Modulation rate
  - Laju (rate) dimana level sinyal berubah
  - Diukur dalam baud = elemen sinyal per second
- Mark and Space
  - Biner 1 dan Biner 0

# Line Coding (Summary)



# Spektrum beberapa line code





# Pengkodean (*Coding*)

---

- Introduction to Coding
- Source Coding
- Cryptography
- Channel Coding
- Line Coding
- **Transmission Channel and Bandwidth**



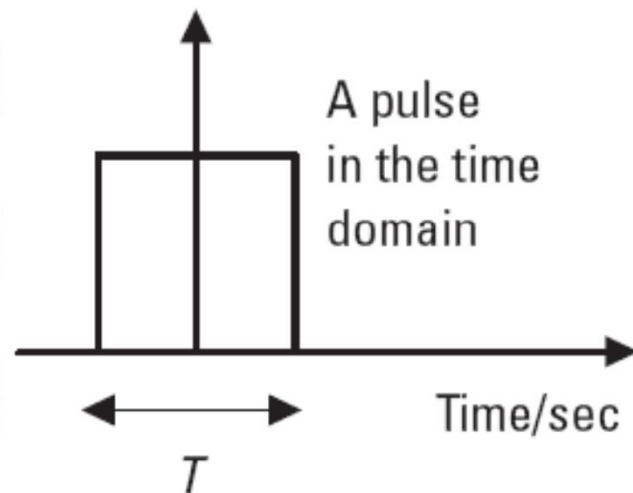
# Kanal Transmisi

---

- **Kanal transmisi (*transmission channel*)** adalah suatu media elektrik yang menjembatani sumber dan tujuan komunikasi, bisa berupa pasangan kabel, kabel coaxial, radio, atau serat optik.
- **Faktor pembatas utama utk laju data (data rate)** pd semua kanal transmisi adalah:
  - **Lebar pita frekuensi (*bandwidth*) kanal**
  - **Derau (*noise*)**
- Kanal komunikasi membutuhkan **bandwidth transmisi** yg cukup utk mengakomodir spektrum sinyal. Jika tidak demikian, maka akan terjadi **distorsi** yg berat.
- Setiap kanal komunikasi mempunyai bandwidth yg terbatas.
- Semakin tinggi *data rate*, berarti pulsa digital yg digunakan semakin singkat durasinya, maka semakin lebar spektrumnya. Sehingga membutuhkan bandwidth kanal yg lebih lebar utk transmisi.

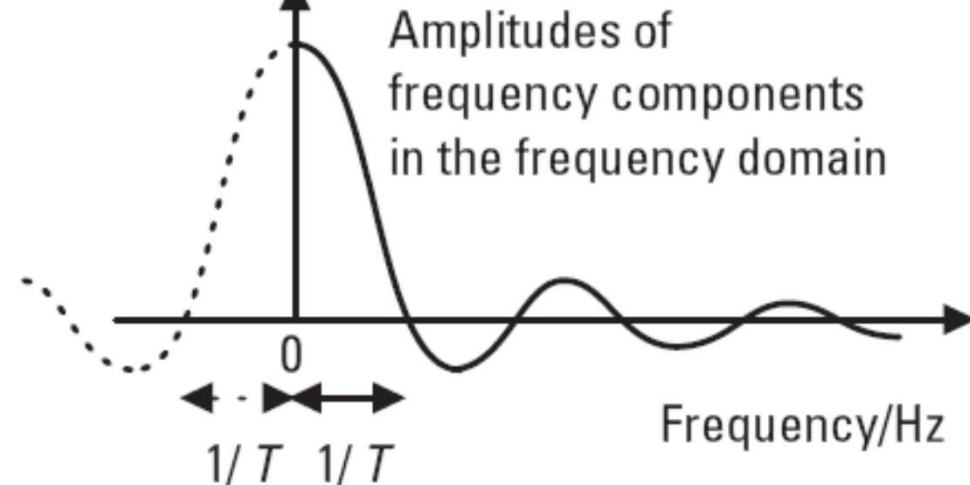
## Contoh #1

### A pulse and its spectrum



time domain of a pulse

This is baseband transmission  
(no modulation involved)

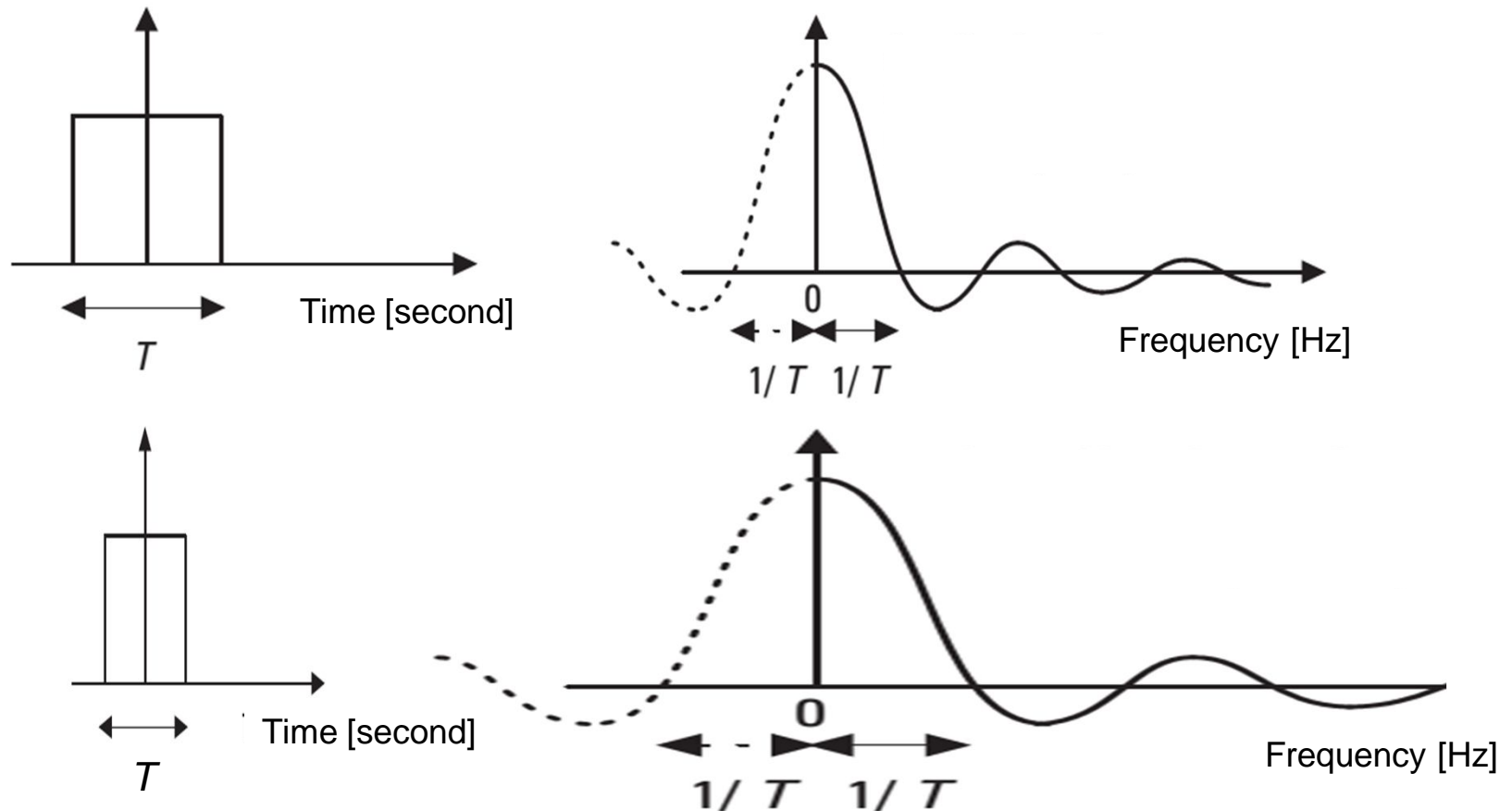


frequency domain of a pulse

- Jika misalnya durasi pulsa adalah  $T = 1$  ms, maka komponen spektrum yg paling kuat berada di bawah 1 kHz  $\rightarrow 1/T = 1/(1 \text{ ms}) = 1.000/\text{s} = 1 \text{ kHz}$ .
- Dari hasil di atas kita punya *rule of thumb* bahwa kita dapat mengirimkan 1.000 pulsa seperti di atas di dalam satu detik melalui kanal yang bandwidthnya 1 kHz (sama dengan sinyal biner berkecepatan 1 kbps).
- Untuk menaikkan kecepatan data (*data rate*), kita harus menurunkan durasi pulsa tetapi konsekuensinya lebar spektrum akan naik sehingga membutuhkan *bandwidth* yang lebih lebar
  - Misalnya bila ingin menaikkan *data rate* menjadi 10 kali lebih tinggi, maka kita harus menggunakan pulsa yang 10 kali lebih singkat dan membutuhkan *bandwidth* yang 10 kali lebih lebar.

# Durasi Pulsa vs Bandwidth

- **Durasi pulsa** berbanding terbalik thdp **bandwidth sinyal**.
- Pada transmisi baseband:  **$BW = 1/T$** .



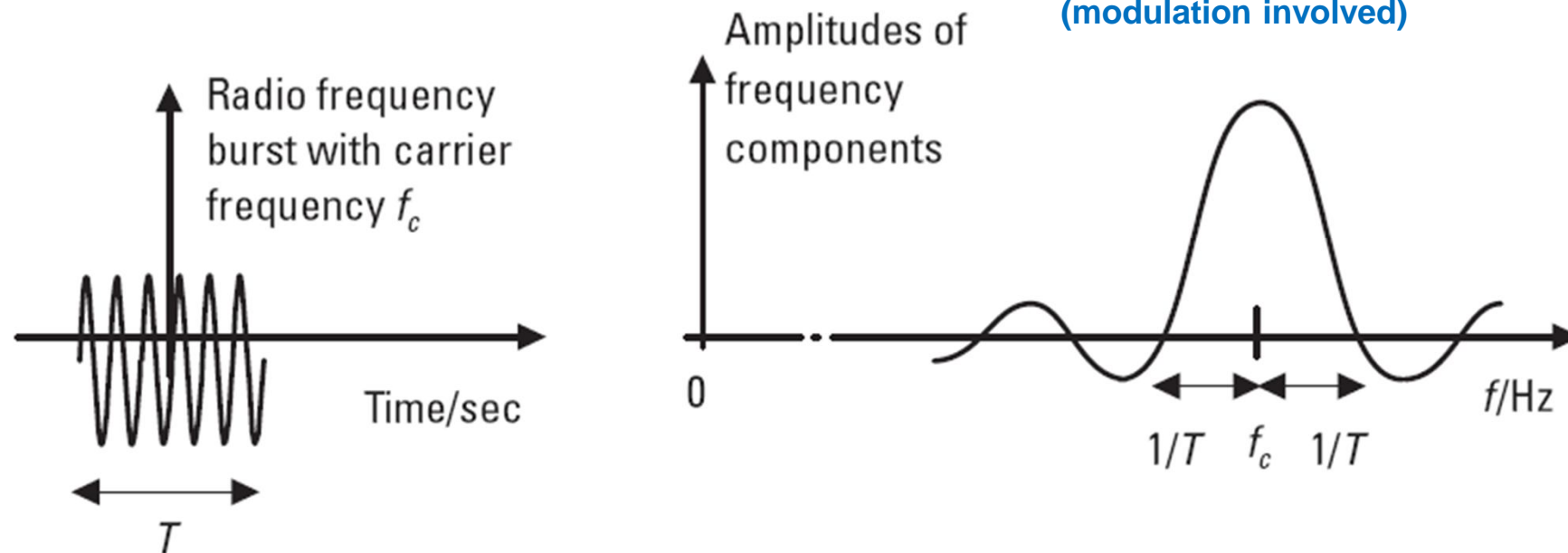




## Contoh #2

### Radio frequency burst and its spectrum

This is passband transmission  
(modulation involved)



- Contoh di atas menunjukkan sebuah pulsa yang dikirimkan sebagai frekuensi radio (menggunakan modulasi *amplitude shift keying* (ASK)).
- Terlihat bahwa spektrum terkonsentrasi pada frekuensi pembawa  $f_c$  (bukan pada frekuensi 0 seperti pada contoh sebelumnya).
- Perhatikan bahwa lebar spektrum di sekitar frekuensi pembawa hanya tergantung pada durasi pulsa  $T$  seperti pada contoh sebelumnya.
- Jika *data rate* kita naikkan (dengan mempersingkat durasi pulsa), maka spektrum akan melebar sehingga dibutuhkan *bandwidth* frekuensi radio yang lebih lebar.



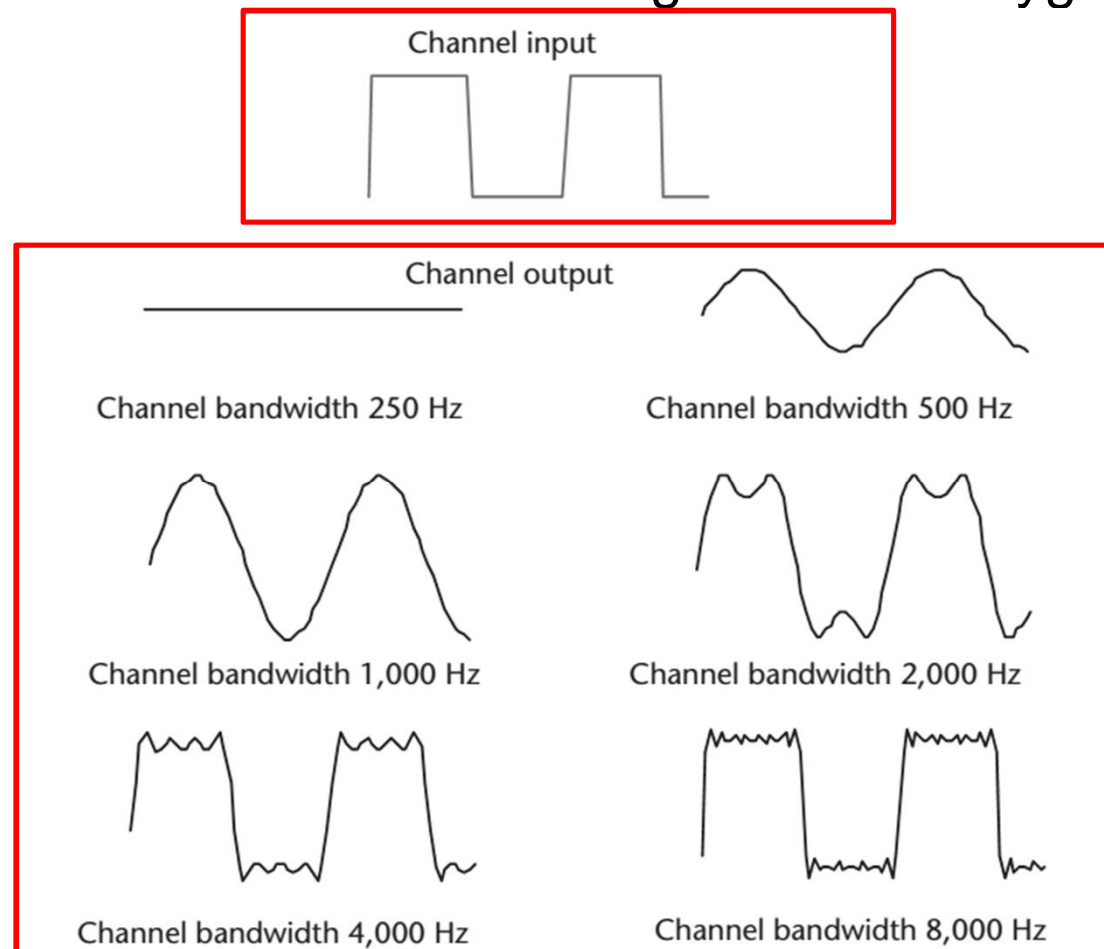
# Esensi dari dua contoh tadi...

---

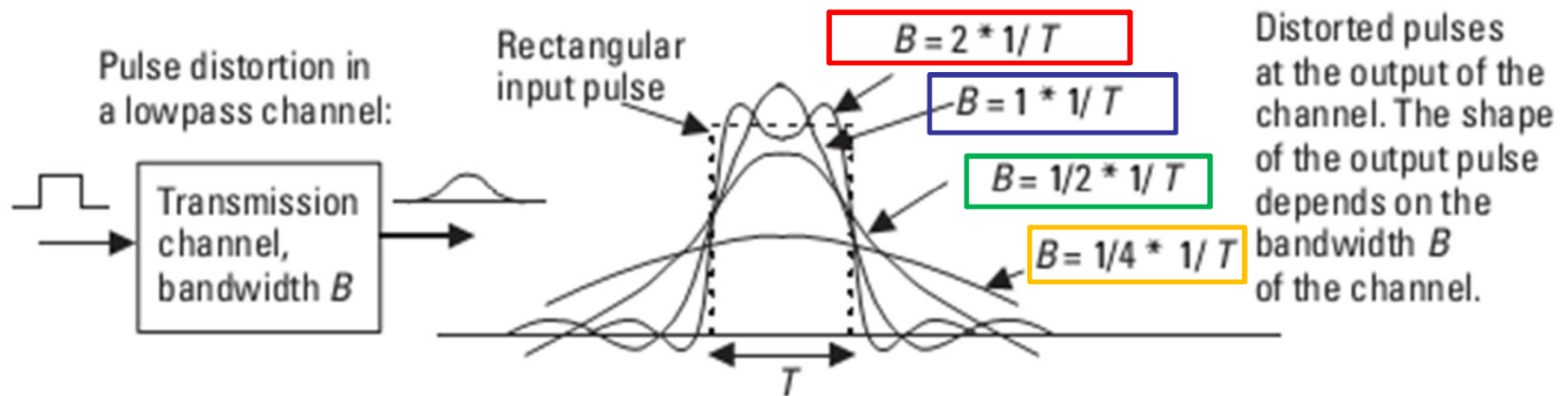
- **Bandwidth** merupakan faktor **pembatas utama** untuk transmisi.
- Dari dua contoh tsb kita bisa menyimpulkan adanya **hubungan** antara **data rate** dengan **bandwidth** yang diperlukan.
- Dengan menurunkan data rate kita bisa menaikkan kapasitas jaringan.
  - Sebagai contoh; oleh karena alasan ini maka penggunaan *speech-coding* yg efisien sangat diperlukan pada sistem komunikasi selular → Tujuannya agar jumlah pembicaraan di dalam jaringan bisa ditingkatkan walaupun kapasitas jaringan tetap.

# Bandwidth sinyal vs Bandwidth kanal transmisi

- Ilustrasi gelombang pulsa segi-empat 500 Hz ketika ditransmisikan melalui kanal dgn *bandwidth* yg berbeda:



# Bandwidth kanal transmisi



- Misalkan pulsa segi empat (*rectangular pulse*) dgn durasi  $T$  yg dilewatkan pd kanal lowpass ideal dgn bandwidth  $B$ .
- Sbg contoh;  $T = 1$  ms, maka pulsa terdistorsi yg ditunjukkan pd gambar adlh dgn  $B = 2 \cdot 1/T = 2$  kHz,  $B = 1/T = 1$  kHz,  $B = 1/2 \cdot 1/T = 500$  Hz, dan  $B = 1/4 \cdot 1/T = 250$  Hz.
- Distorsi yg berupa pelebaran pulsa ini akan memunculkan *intersymbol interference (ISI)*.



# Bandwidth transmisi dan symbol rate

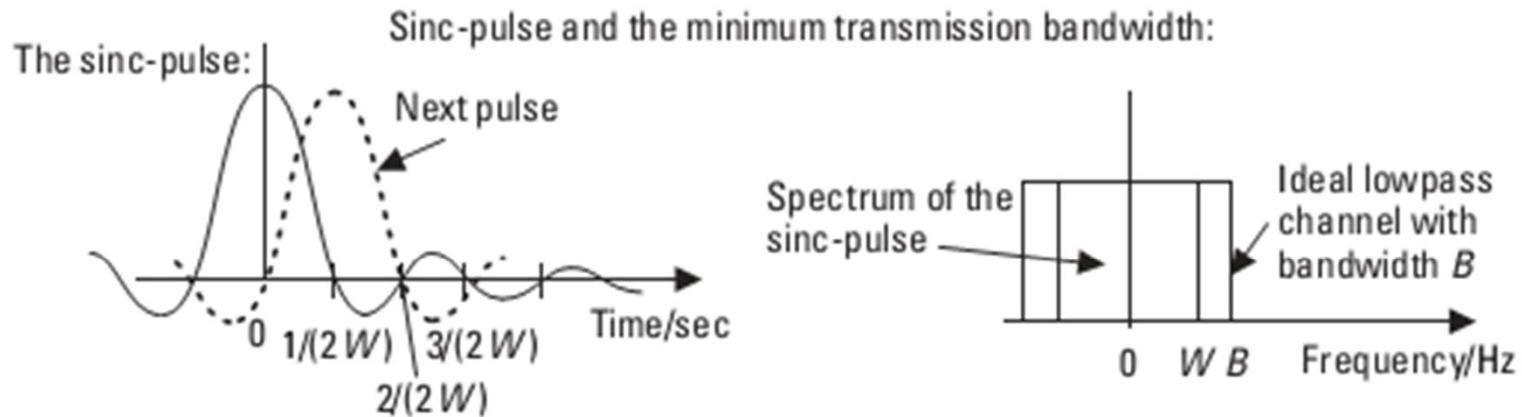
---

- Pd transmisi *baseband*, suatu sinyal digital dgn laju  $r$  simbol per sekon (*bauds*), membutuhkan bandwidth transmisi  $B$  (dlm Hz):

$$B \geq r/2$$

- Ingat: *symbol rate* tdk harus sama dgn *data rate* (*bit rate*) karena satu simbol dpt saja membawa lebih dari satu bit.

# Maximum Symbol Rate



For a baseband digital signal with  $r$  symbols per second, the bandwidth must be  $B \geq r/2$ .

- *Symbol rate*  $r$  maksimum utk transmisi sinyal melalui suatu kanal dgn *bandwidth*  $B$  adlh:

$$r \leq 2B$$

- *Symbol rate* yg maksimum ini dpt dicapai jika menggunakan **pulsa *sinc*** bukan pulsa segi-empat.<sup>38</sup>

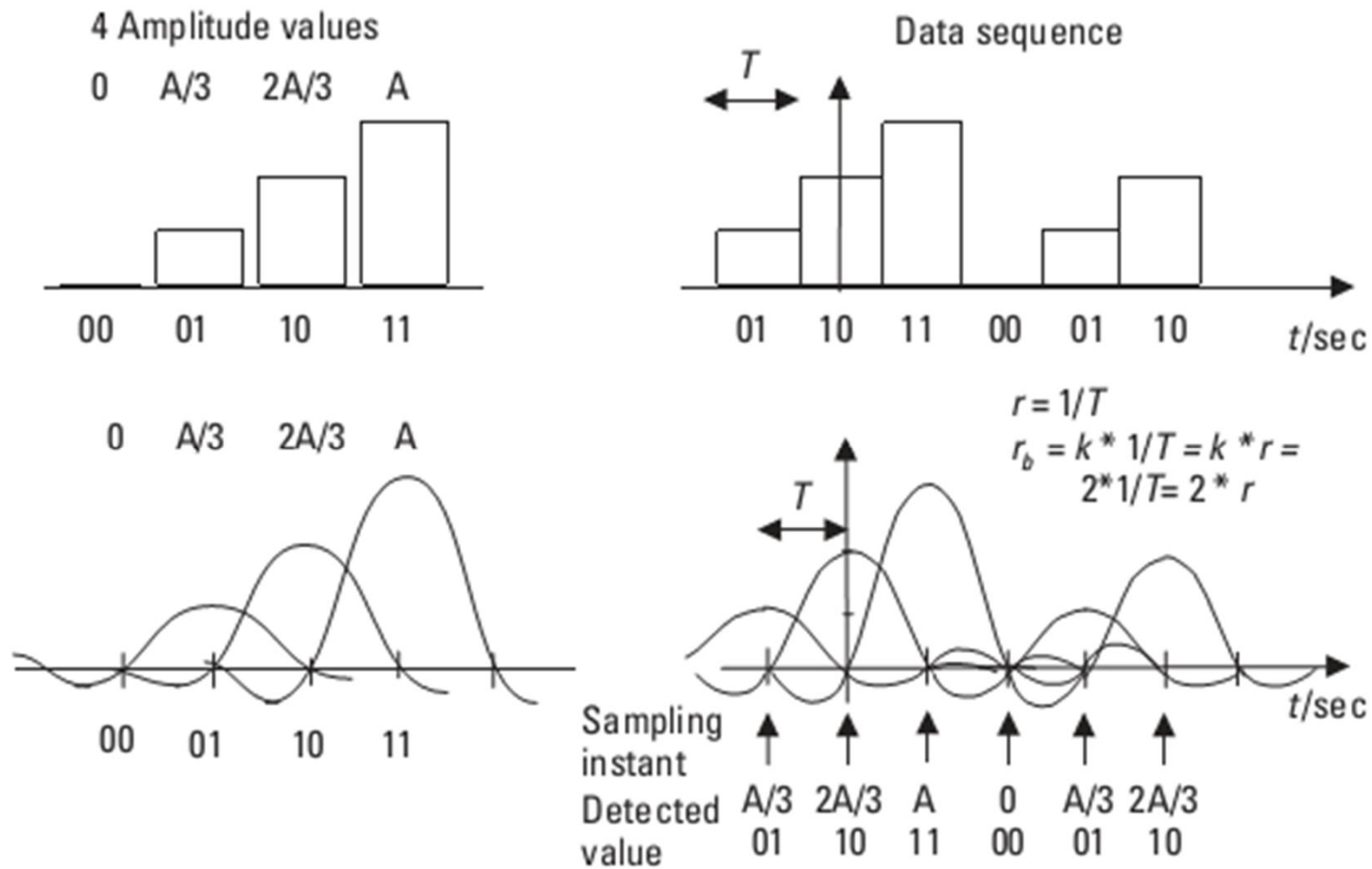


# Symbol Rate vs Bit Rate

---

- Pada komunikasi digital, digunakan simbol-simbol diskrit.
- Sistem biner hanya memiliki dua nilai yg direpresentasikan oleh digit 1 dan 0.
- Utk meningkatkan *data rate*, kita dpt menggunakan simbol dgn banyak nilai. Misalkan dgn pulsa empat nilai (level) kita dpt mengirimkan ekivalen dari kata-kata biner 2-bit 00, 01, 10, dan 11. Sehingga setiap pulsa akan mengangkut informasi 2 bit, maka 1 baud akan setara 2 bps.

# Symbol Rate vs Bit Rate (2)







# Symbol Rate vs Bit Rate (3)

---

- Secara umum, *bit rate* tergantung pd *modulation rate* sbb:

$$r_b = k \cdot r \quad \text{bps}$$

dimana  $r_b$  adlh *bit rate*,  $k$  adlh jumlah bit dlm setiap simbol, dan  $r$  adlh *symbol rate*.

- Lalu, banyaknya nilai simbol adlh  $M = 2^k$  maka *bit rate* dpt juga diberikan oleh

$$r_b = r \cdot \log_2 M \quad \text{bps}$$

# Symbol Rate vs Bit Rate (4)

Bit Rate of a System Using Multiple Symbol Values

<b>Number of Bits, <math>k</math>, Encoded into Each Symbol</b>	<b>Number of Symbol Values, <math>M</math></b>	<b>Bit Rate Compared with Symbol Rate</b>
1	2	Same as symbol rate
2	4	$2 \times$ symbol rate
3	8	$3 \times$ symbol rate
4	16	$4 \times$ symbol rate
5	32	$5 \times$ symbol rate
...		
8	256	$8 \times$ symbol rate
...		



# Contoh 1

---

- Hitunglah *bit rate* transmisi jika *baud rate* (*symbol rate*) adalah 1200 *bauds* dan ada dua bit data per simbol!

Jawab:

Symbol rate,  $r = 1200$

Jlh bit per simbol,  $k = 2$

Maka: bit rate,  $r_b = r \cdot k$

$$r_b = 1200 \times 2 = 2400 \text{ bps}$$



# Kapasitas Kanal

---

- Bandwidth suatu kanal merupakan batas utk *symbol rate* (dlm *bauds*) tetapi bukan utk *information data rate*.
- Pd thn 1948, Claude Shannon mempublikasikan suatu studi ttg *data rate* maksimum secara teoritis utk kasus kanal dgn *noise* acak (*thermal noise*).
- Kita mengukur *noise* relatif thdp sinyal dgn istilah *S/N*. *Noise* menurunkan kebenaran (*fidelity*) informasi pd komunikasi analog dan menghasilkan galat (*error*) pd komunikasi digital. *S/N* biasanya dinyatakan dlm decibel

$$S/N_{\text{dB}} = 10 \log_{10} (S/N) \text{ dB}$$

# Kapasitas Kanal (2)

---

- Dengan melibatkan *bandwidth* dan *noise* dlm perhitungan, Shannon menyatakan bahwa transmisi bebas error melalui suatu kanal dpt dicapai apabila *bit rate*-nya tidak melebihi kapasitas maksimum  $C$  dari kanal tersebut yg diberikan oleh

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

dimana  $C$  adlh *maximum information data rate* (disebut juga kapasitas kanal) dlm satuan bps;  $B$  adlh *bandwidth* dlm Hz;  $S$  adlh daya sinyal;  $N$  adlh daya *noise*; dan  $S/N$  rasio daya sinyal thdp daya *noise* (note:  $S/N$  disini adlh rasio daya absolut, bukan dlm dB).

# Contoh 2

---

Bandwidth link telepon dari sentral ke rumah adalah  $B = 3400 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 3100 \text{ Hz}$

Asumsi bahwa signal-to-noise ratio ( $S/N_{\text{dB}}$ ) sekitar 30 dB.

Karenanya, kapasitas kanal

$$\begin{aligned} C &= B \log_2 (1 + S/N) \rightarrow S/N = 10^{30/10} = 1000 \\ &= 3100 \cdot \log_2(1001) \\ &= 3100 \cdot 9,97 \\ &= 30898 \text{ bps} \\ &\approx 31 \text{ kbps} \end{aligned}$$



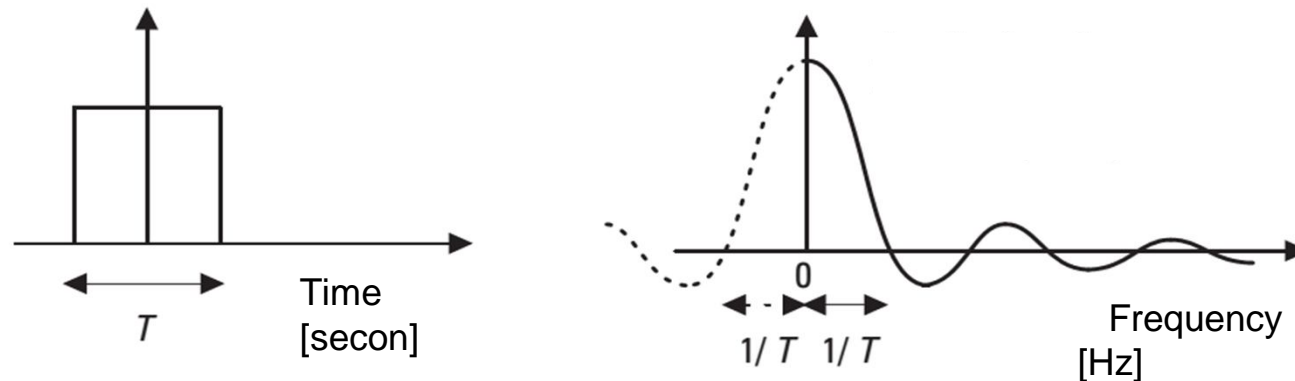
# Bandwidth Transmisi Passband

---

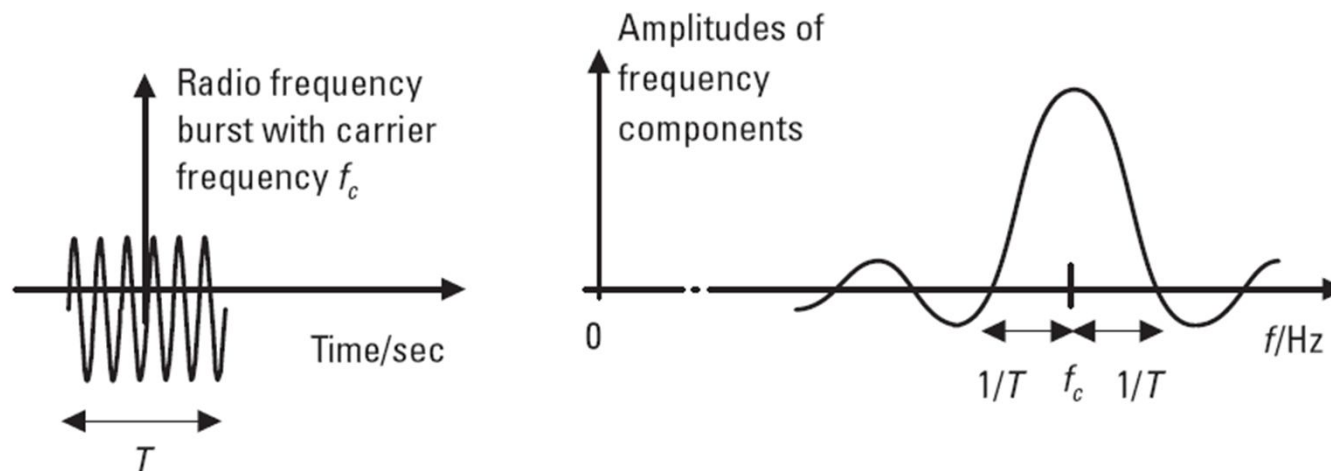
- Transmisi *passband* adalah transmisi yg menggunakan modulasi (*modulation*), yaitu penumpangan sinyal informasi pada sinyal pembawa (*carrier*) yg berupa gelombang kontinu (*continous wave*).
- Modulasi ini disebut juga *continous wave modulation (CW modulation)* atau *carrier wave modulation*.
- Pada transmisi digital *passband*, modulasi memindahkan spektrum sinyal pulsa dari frekuensi rendah ke frekuensi *carrier*, dan dgn demikian bandwidth menjadi dua kali lipat dibandingkan dgn sistem *baseband*.

# Durasi Pulsa vs Bandwidth

- Pada Transmisi **Baseband**



- Pada Transmisi **Passband**







## Bandwidth Transmisi Passband (2)

---

- Sehingga pd transmisi *passband* (misalnya sistem radio), *symbol rate* harus lebih kecil atau sama dengan *bandwidth* transmisi

$$r \leq B$$

dimana:

$r$  adlh *symbol rate* (bauds)

$B$  adlh bandwidth transmisi (Hz).

# Contoh 3

---

- Assume that the transmission channel is an ideal lowpass channel with a bandwidth of 4 kHz. The maximum symbol rate via this channel is  $r \leq 2B = 8$  kbauds; that is, we can transmit up to 8,000 independent signals, symbols, in a second. [To transmit the same symbol rate through a bandpass channel, we would need a bandwidth of 8 kHz according to (4.12); see also Figure 4.2].

Catatan:

- ✓ Bandpass channel maksudnya kanal pada sinyal carrier.
- ✓ Formula (4.12) ada di halaman 150 buku Anttalainen.
- ✓ Figure 4.2 ada di halaman 128 buku Anttalainen.

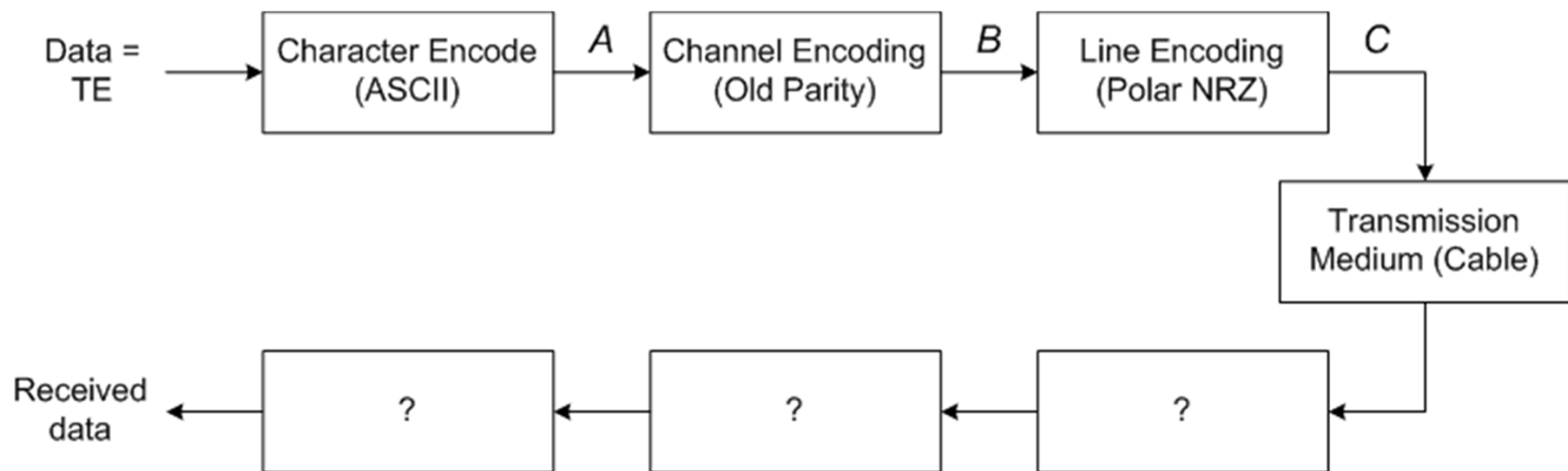
# PR-6

---

- PR-6 ada dlm file tersendiri.

# Latihan di Kelas

Tinjaulah sistem komunikasi digital *baseband* berikut ini:



- Isilah nama blok-blok yg masih kosong
- Carilah deretan bit pada *A*
- Carilah deretan bit pada *B*
- Gambarkan bentuk sinyal pada *C*

# Penyelesaian

---



# Lampiran:

# Kode ASCII

## Decimal - Binary - Octal - Hex – ASCII Conversion Chart

Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII
0	0000000	000	00	NUL	32	0100000	040	20	SP	64	1000000	100	40	@	96	1100000	140	60	`
1	0000001	001	01	SOH	33	0100001	041	21	!	65	1000001	101	41	A	97	1100001	141	61	a
2	0000010	002	02	STX	34	0100010	042	22	"	66	1000010	102	42	B	98	1100010	142	62	b
3	0000011	003	03	ETX	35	0100011	043	23	#	67	1000011	103	43	C	99	1100011	143	63	c
4	0000100	004	04	EOT	36	0100100	044	24	\$	68	1000100	104	44	D	100	1100100	144	64	d
5	0000101	005	05	ENQ	37	0100101	045	25	%	69	1000101	105	45	E	101	1100101	145	65	e
6	0000110	006	06	ACK	38	0100110	046	26	&	70	1000110	106	46	F	102	1100110	146	66	f
7	0000111	007	07	BEL	39	0100111	047	27	'	71	1000111	107	47	G	103	1100111	147	67	g
8	0001000	010	08	BS	40	0101000	050	28	(	72	1001000	110	48	H	104	1101000	150	68	h
9	0001001	011	09	HT	41	0101001	051	29	)	73	1001001	111	49	I	105	1101001	151	69	i
10	0001010	012	0A	LF	42	0101010	052	2A	*	74	1001010	112	4A	J	106	1101010	152	6A	j
11	0001011	013	0B	VT	43	0101011	053	2B	+	75	1001011	113	4B	K	107	1101011	153	6B	k
12	0001100	014	0C	FF	44	0101100	054	2C	,	76	1001100	114	4C	L	108	1101100	154	6C	l
13	0001101	015	0D	CR	45	0101101	055	2D	-	77	1001101	115	4D	M	109	1101101	155	6D	m
14	0001110	016	0E	SO	46	0101110	056	2E	.	78	1001110	116	4E	N	110	1101110	156	6E	n
15	0001111	017	0F	SI	47	0101111	057	2F	/	79	1001111	117	4F	O	111	1101111	157	6F	o
16	0010000	020	10	DLE	48	0110000	060	30	0	80	1010000	120	50	P	112	1110000	160	70	p
17	0010001	021	11	DC1	49	0110001	061	31	1	81	1010001	121	51	Q	113	1110001	161	71	q
18	0010010	022	12	DC2	50	0110010	062	32	2	82	1010010	122	52	R	114	1110010	162	72	r
19	0010011	023	13	DC3	51	0110011	063	33	3	83	1010011	123	53	S	115	1110011	163	73	s
20	0010100	024	14	DC4	52	0110100	064	34	4	84	1010100	124	54	T	116	1110100	164	74	t
21	0010101	025	15	NAK	53	0110101	065	35	5	85	1010101	125	55	U	117	1110101	165	75	u
22	0010110	026	16	SYN	54	0110110	066	36	6	86	1010110	126	56	V	118	1110110	166	76	v
23	0010111	027	17	ETB	55	0110111	067	37	7	87	1010111	127	57	W	119	1110111	167	77	w
24	0011000	030	18	CAN	56	0111000	070	38	8	88	1011000	130	58	X	120	1111000	170	78	x
25	0011001	031	19	EM	57	0111001	071	39	9	89	1011001	131	59	Y	121	1111001	171	79	y
26	0011010	032	1A	SUB	58	0111010	072	3A	:	90	1011010	132	5A	Z	122	1111010	172	7A	z
27	0011011	033	1B	ESC	59	0111011	073	3B	;	91	1011011	133	5B	[	123	1111011	173	7B	{
28	0011100	034	1C	FS	60	0111100	074	3C	<	92	1011100	134	5C	\	124	1111100	174	7C	
29	0011101	035	1D	GS	61	0111101	075	3D	=	93	1011101	135	5D	]	125	1111101	175	7D	}
30	0011110	036	1E	RS	62	0111110	076	3E	>	94	1011110	136	5E	^	126	1111110	176	7E	~
31	0011111	037	1F	US	63	0111111	077	3F	?	95	1011111	137	5F	_	127	1111111	177	7F	DEL



# Ujian Tengah Semester (UTS)

---

- **UTS** insya ALLAH akan dilaksanakan pd:
  - Selasa 10-Apr-2018 jam 08.00-09.40 WIB → A1
  - Selasa 10-Apr-2018 jam 10.40-12.20 WIB → A2
  - Rabu 11-Apr-2018 jam 08.00-09.40 WIB → A2
- Seluruh **bahan/slide kuliah** wajib di-print dan dijilid/di-hecter bersama dgn **catatan tangan, pertinggal kuis, dan pertinggal PR.** Wajib dibawa pd saat UTS utk dinilai.
- **Materi ujian** adalah **semua** bahan kuliah (dari kuliah pertama s.d. kuliah hari ini).
- **Sifat ujian:** open note 1 sheet of F4 paper. 55



---

Sekian, terima kasih, semoga berkah.

**Ada pertanyaan?**