

TEE 843 – Sistem Telekomunikasi

6. Pengkodean (*Coding*)



universitas
MALIKUSSALEH

Muhammad Daud Nurdin

mdaud@unimal.ac.id, syechdaud@yahoo.com

**Jurusan Teknik Elektro FT-Unimal
Lhokseumawe, 2019**

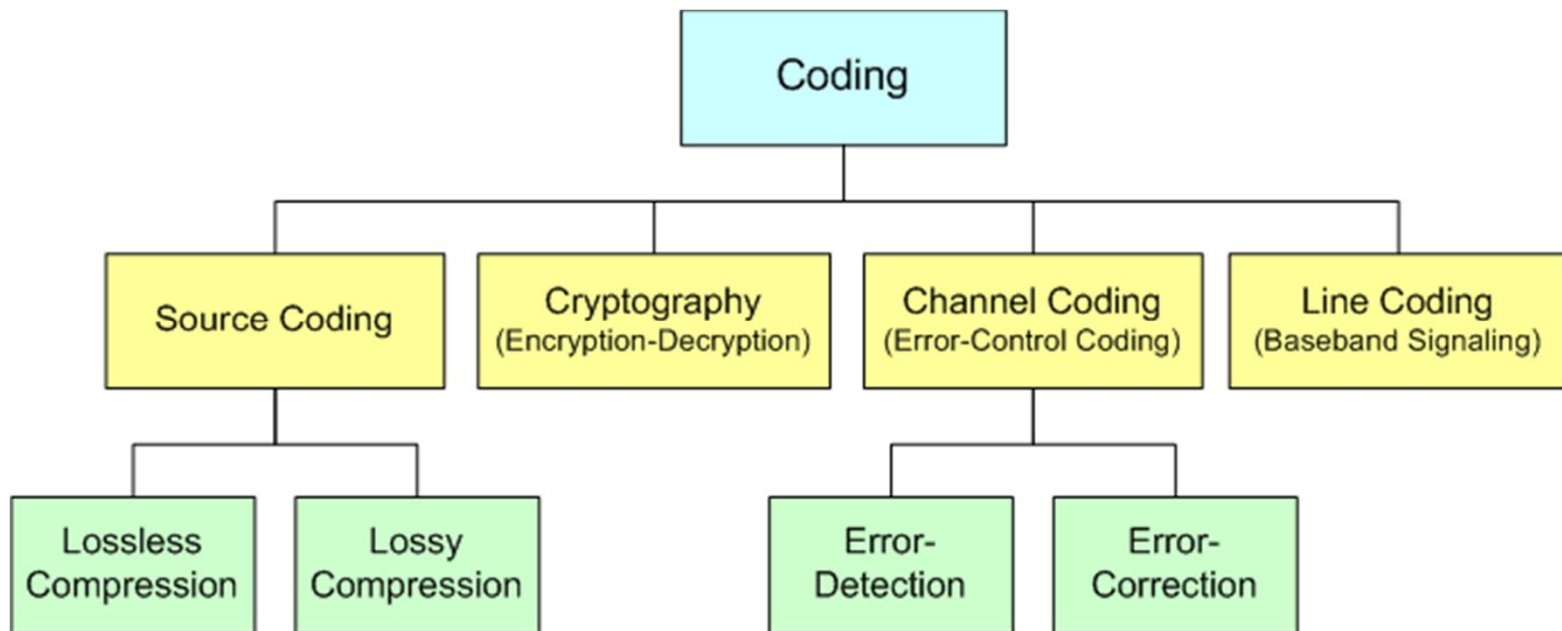


Pengkodean (*Coding*)

- 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:



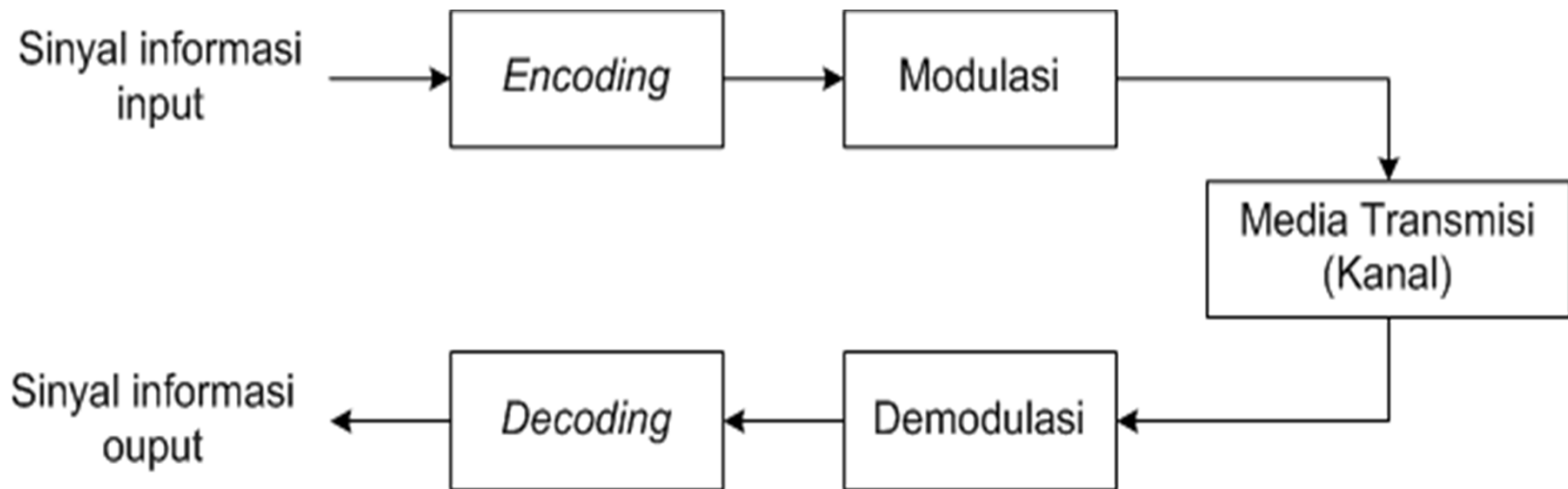


Tujuan Pengkodean

- 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.

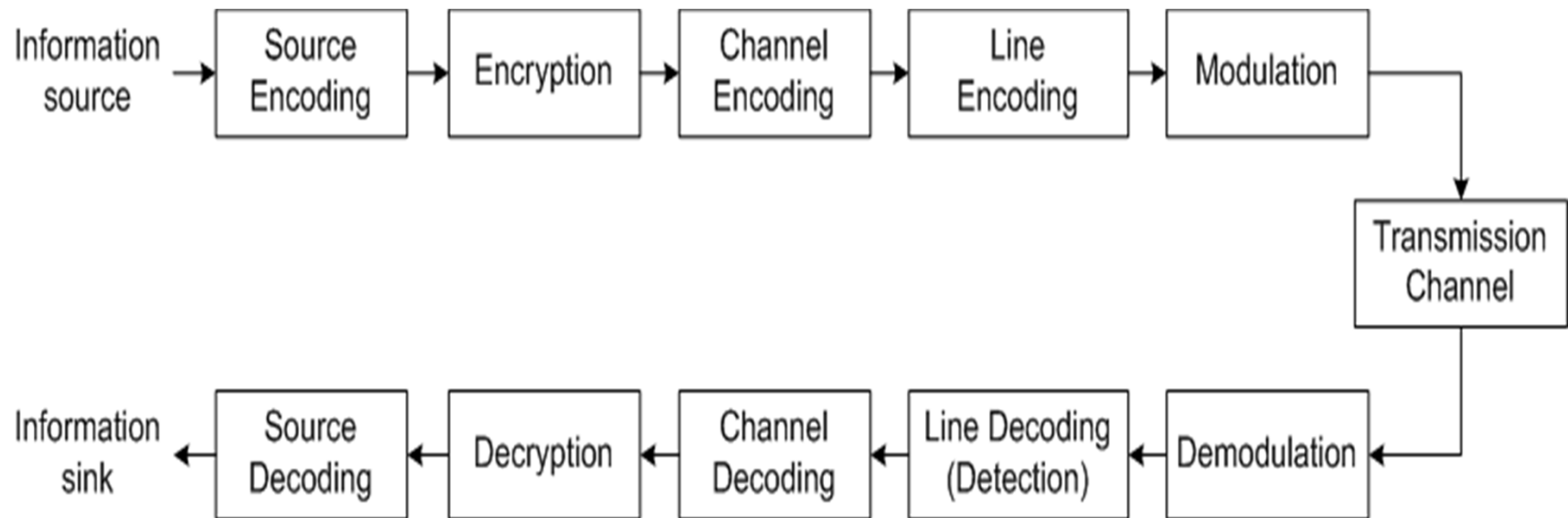
Sistem Komunikasi Digital

- 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:

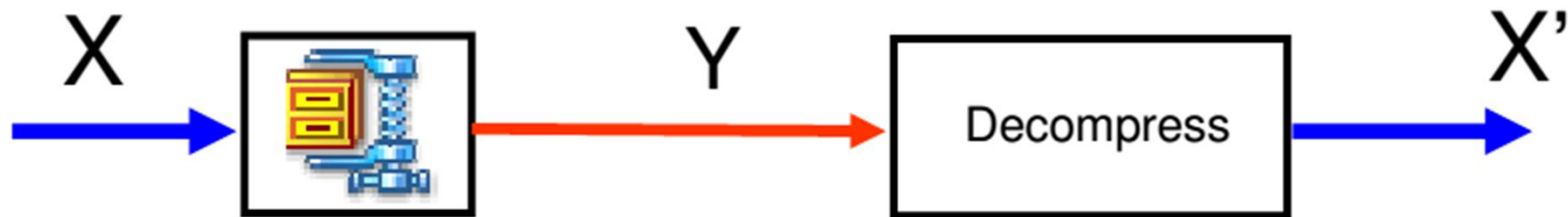




Pengkodean (*Coding*)

- 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 informasi.
- 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.



Nilai Informasi dan Entropy

- **Nilai informasi** adalah ketidakpastian (*uncertainty*) suatu informasi, yg dinyatakan oleh:

$$I(p) = \log_2(1/p)$$

- **Entropy** adalah nilai informasi rata-rata dari suatu sumber informasi, yg dinyatakan oleh:

$$H = \sum p I(p)$$

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

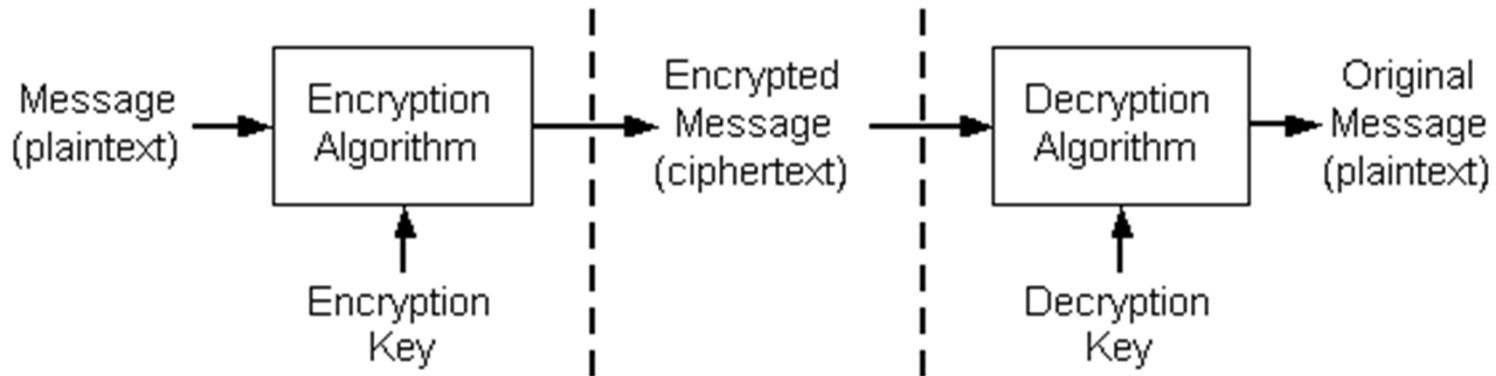
- Kompresi jenis ini mentoleransi sedikit kehilangan informasi.
- Umumnya dipakai pd pengkodean **suara, citra, dan video**.
- Beberapa contoh metode kompresi ini adalah: PCM (*A-law* dan *μ -law*), DPCM, ADPCM, DCT, Wavelet, Fractal, dll.



Pengkodean (*Coding*)

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

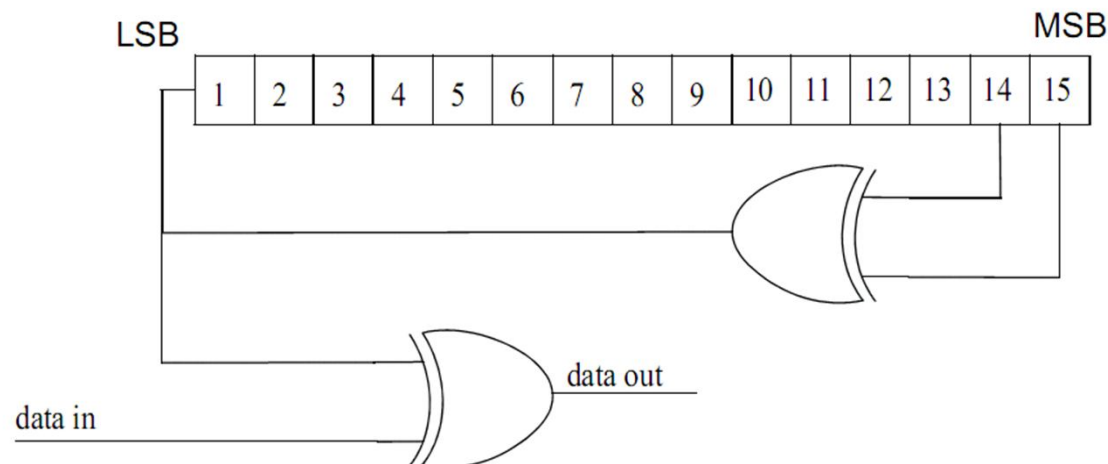
Cryptography



- **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**. Teori ttg kapasitas kanal akan dibahas di bagian akhir bab ini.
- Secara teknis, *channel coding* dilakukan dgn penambahan bit-bit *redundant* pd deretan bit informasi (*message*) di sisi pengirim dgn algoritma tertentu, kemudian di sisi 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 Codes
 - Longitudinal Redundancy Check (LRC) Codes
 - Cyclic Redundancy Check (CRC) Codes
- Beberapa contoh ***error correction codes***:
 - Hamming Codes
 - Cyclic Codes
 - Convolutional Codes
 - Turbo Codes
 - LDPC Codes



Parity Checking Coding

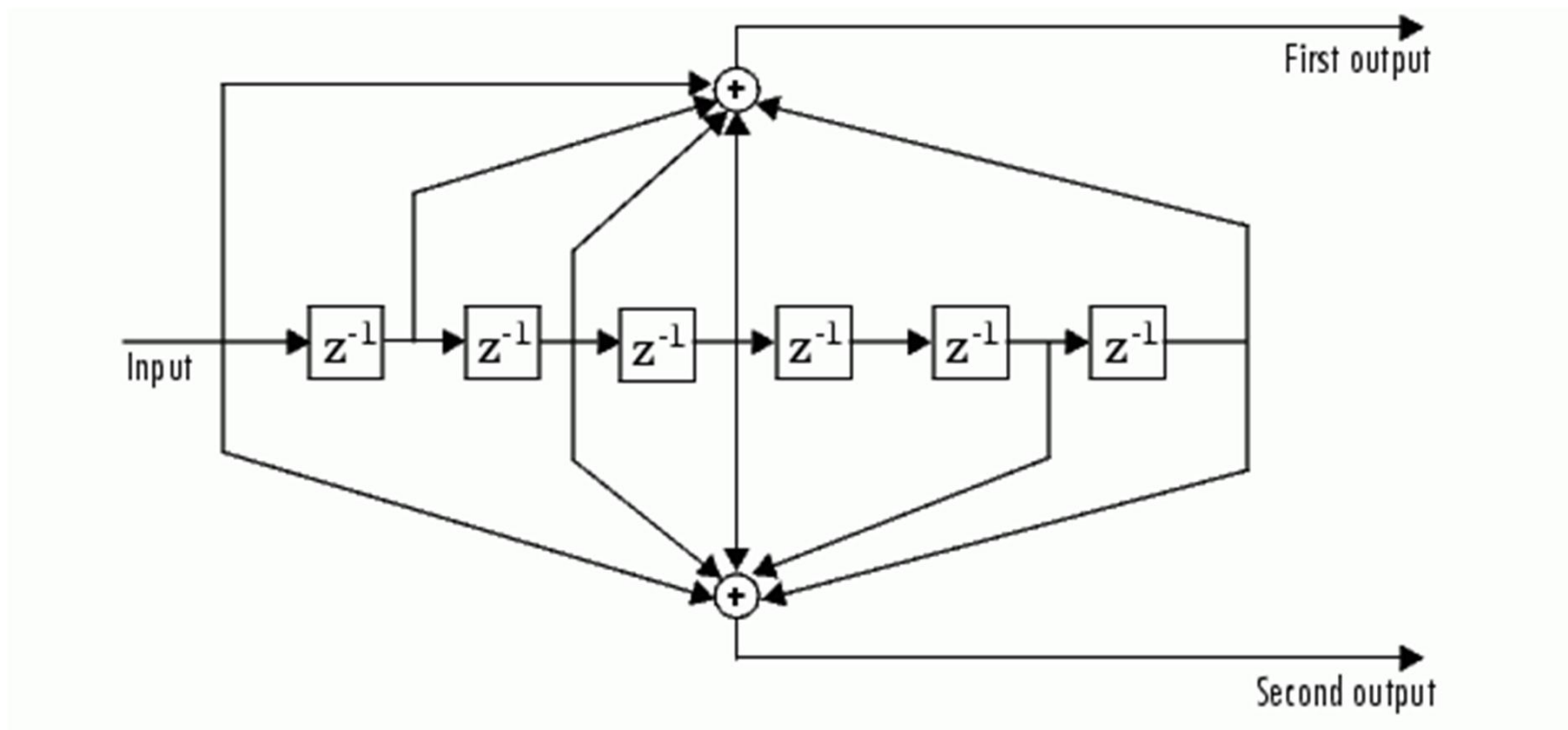
Contoh (*Error Detection*):

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

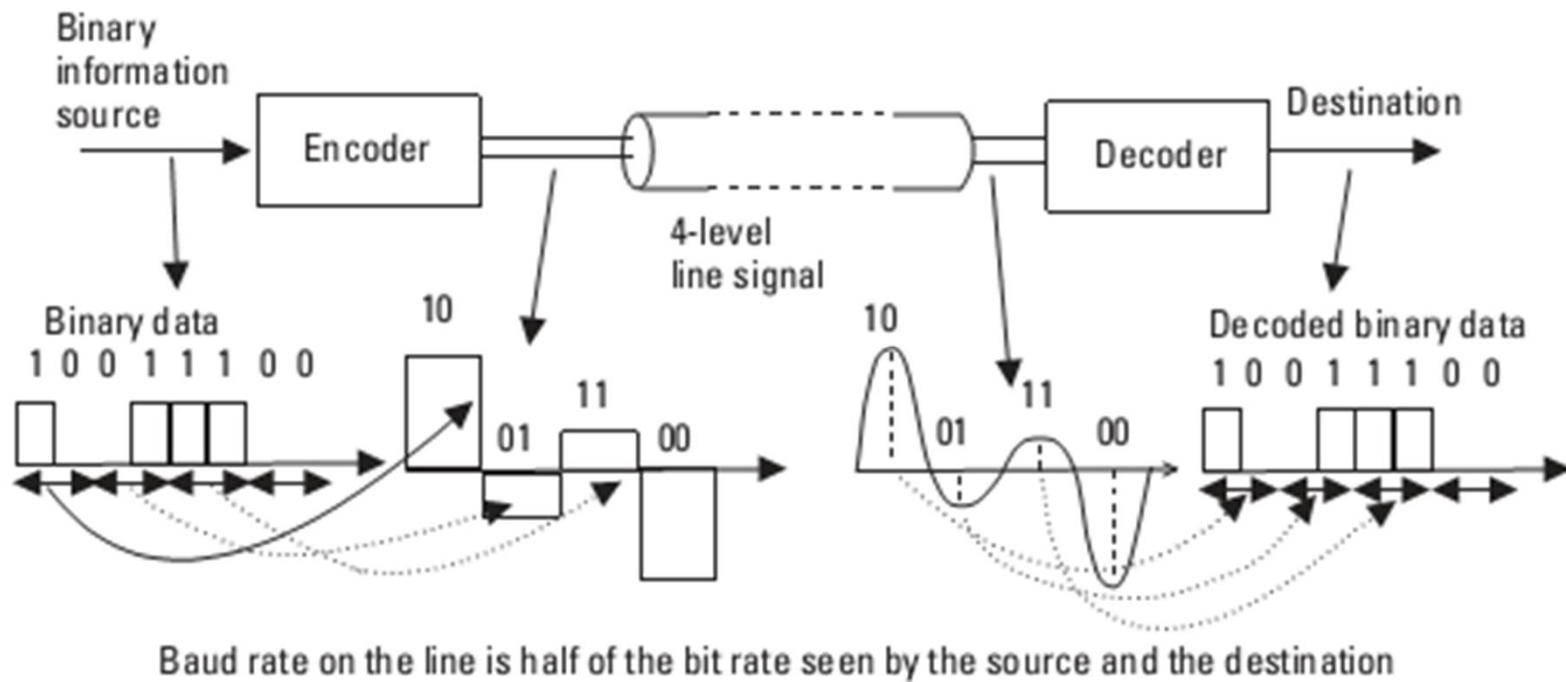
- **Line coding** adalah mengubah bit-bit data digital dari suatu sumber informasi ke bentuk lain utk ditransmisikan.
- Operasi **encoding** pada sisi pengirim berupa transformasi *message* digital ke deretan simbol baru.
- Sedangkan operasi **decoding** pada sisi penerima berupa proses sebaliknya yaitu 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 system*)**.
- Sebaliknya, pada **sistem transmisi *bandpass* (*bandpass transmission system*)** misalnya sistem radio, menggunakan keduanya (**coding dan modulasi**).

Contoh Line Coding





Terminologi Line Code

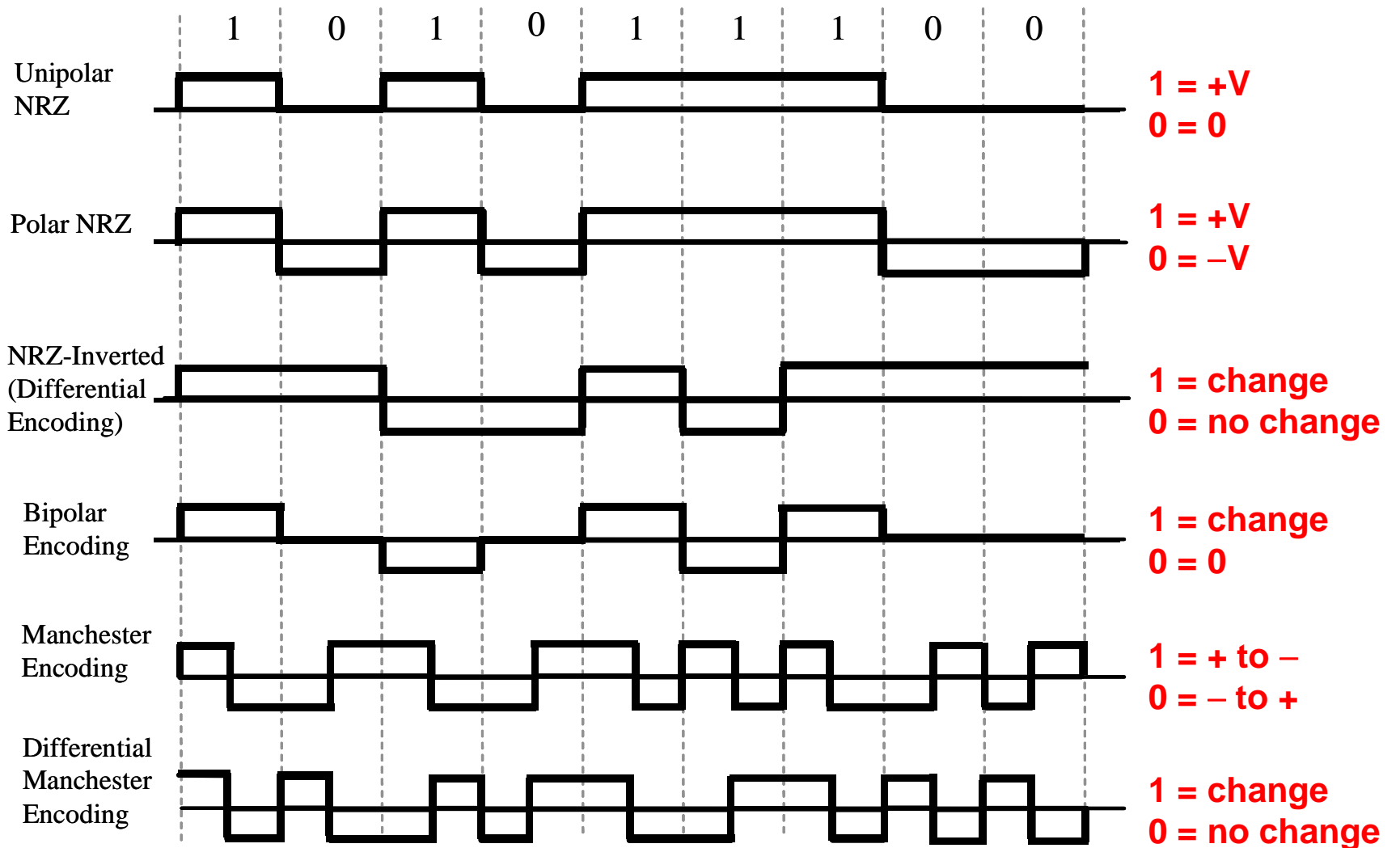
- Unipolar
 - Semua elemen sinyal mempunyai tanda yg sama
- Polar
 - Satu state logic direpresentasikan dg tegangan positif dan yg lainnya dg tegangan negatif
- Bipolar
 - Salah satu state logic direpresentasikan dg dua tegangan (positif dan negatif) dan state lainnya dgn tanpa sinyal.
- NRZ (Non-Return-to-Zero)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



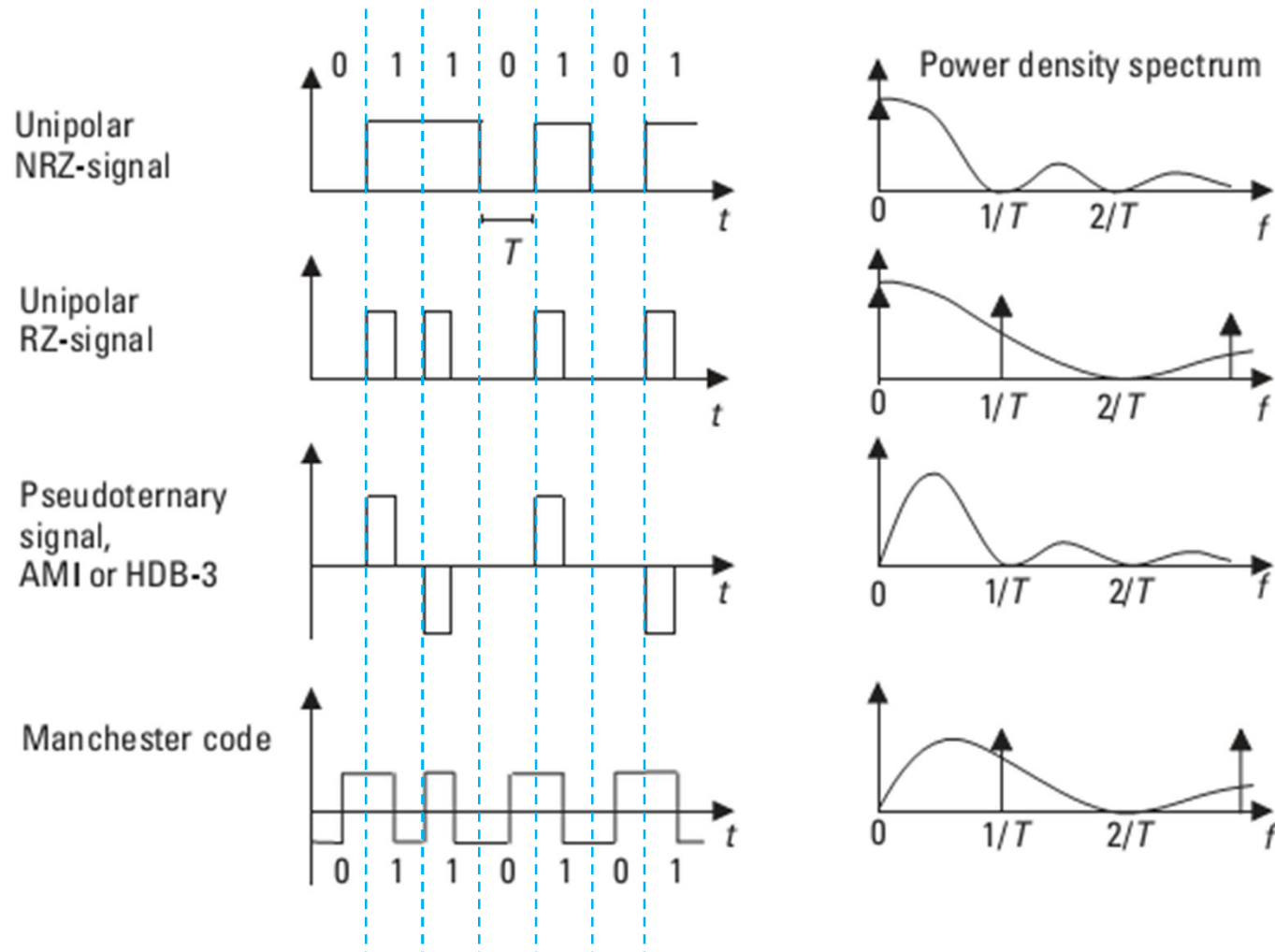
Terminologi Line Code (2)

- Data rate
 - Laju transmisi data dalam bits per second (bps)
- Durasi bit atau periode 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**

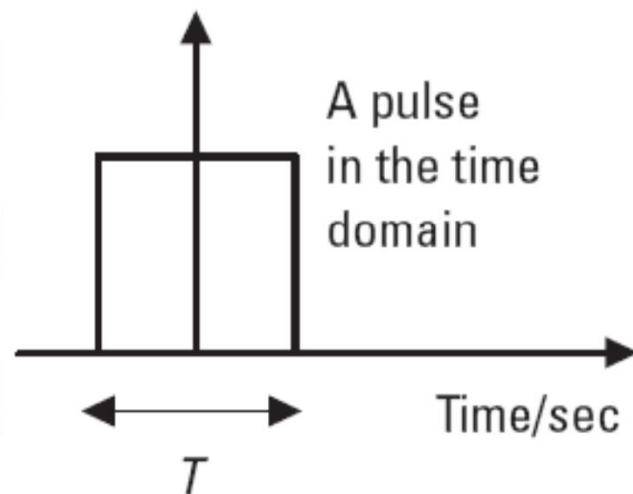


Kanal Transmisi

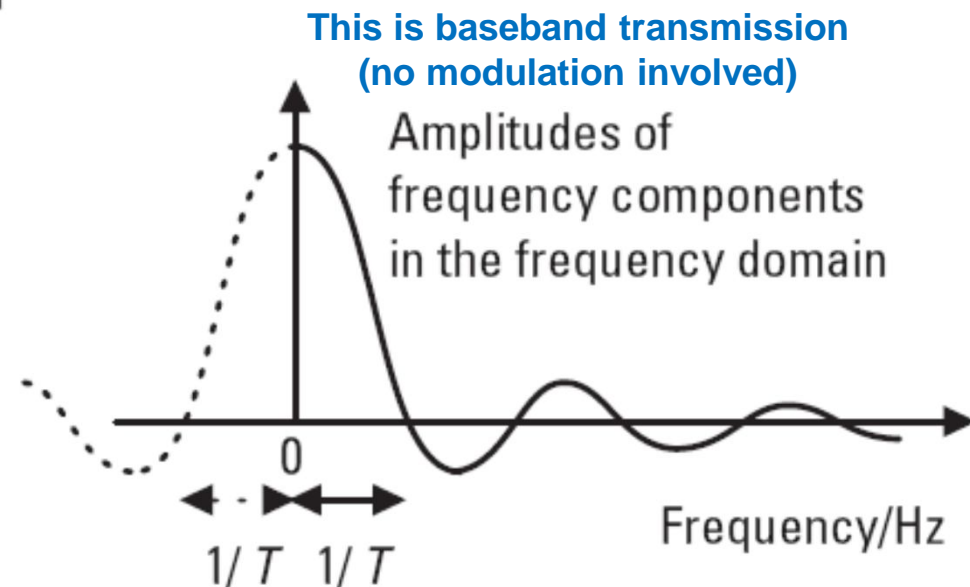
- **Kanal transmisi (*transmission channel*)** adalah suatu media elektrik yang menjembatani sumber dan tujuan komunikasi, bisa berupa pasangan kabel, kabel coaxial, radio, atau serat optik.
- **Faktor pembatas utama utk laju data (*data rate*)** pd semua kanal transmisi adalah:
 - **Lebar pita frekuensi (*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

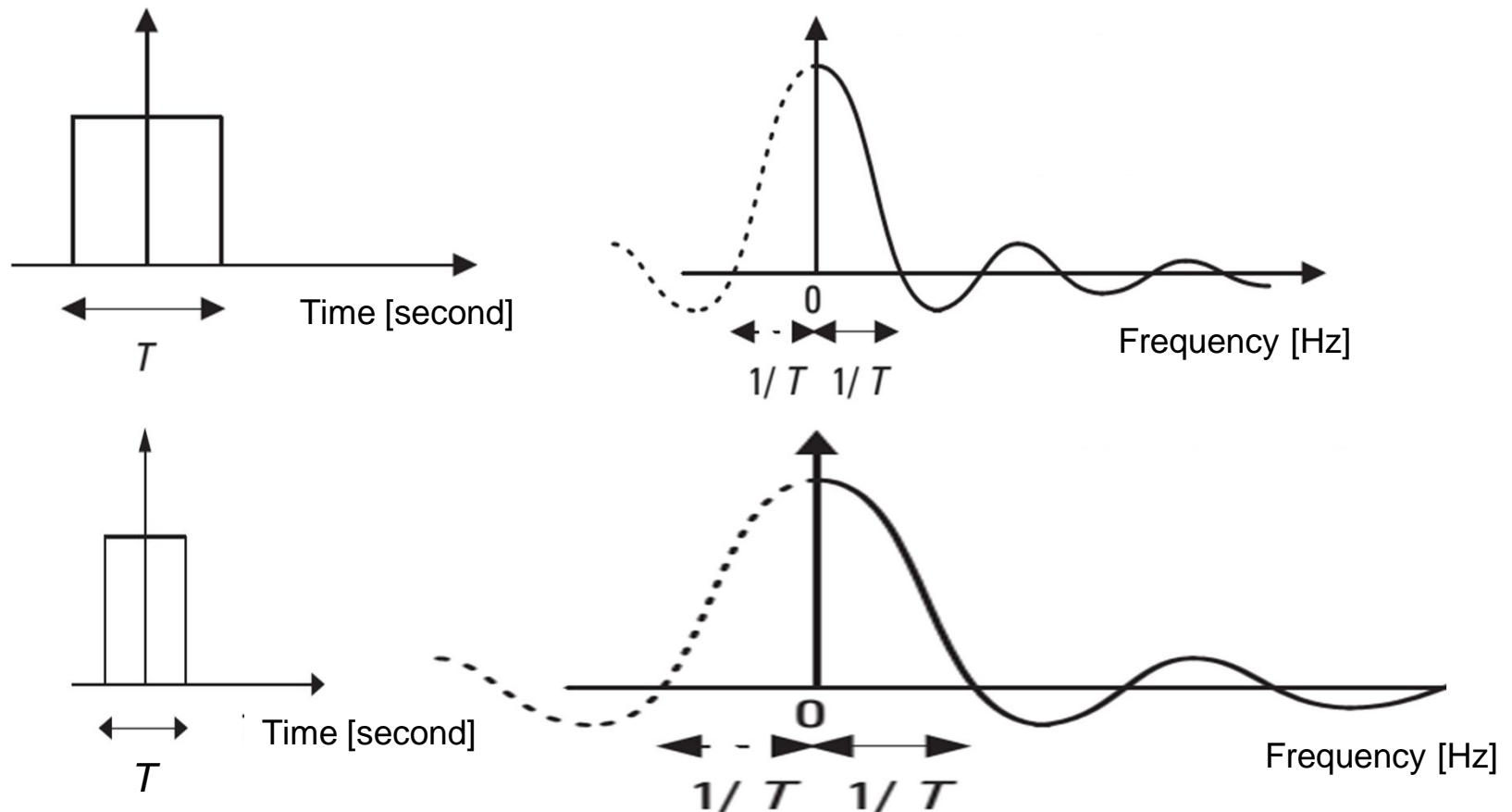


frequency domain of a pulse

- 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: **$BW = 1/T$** .

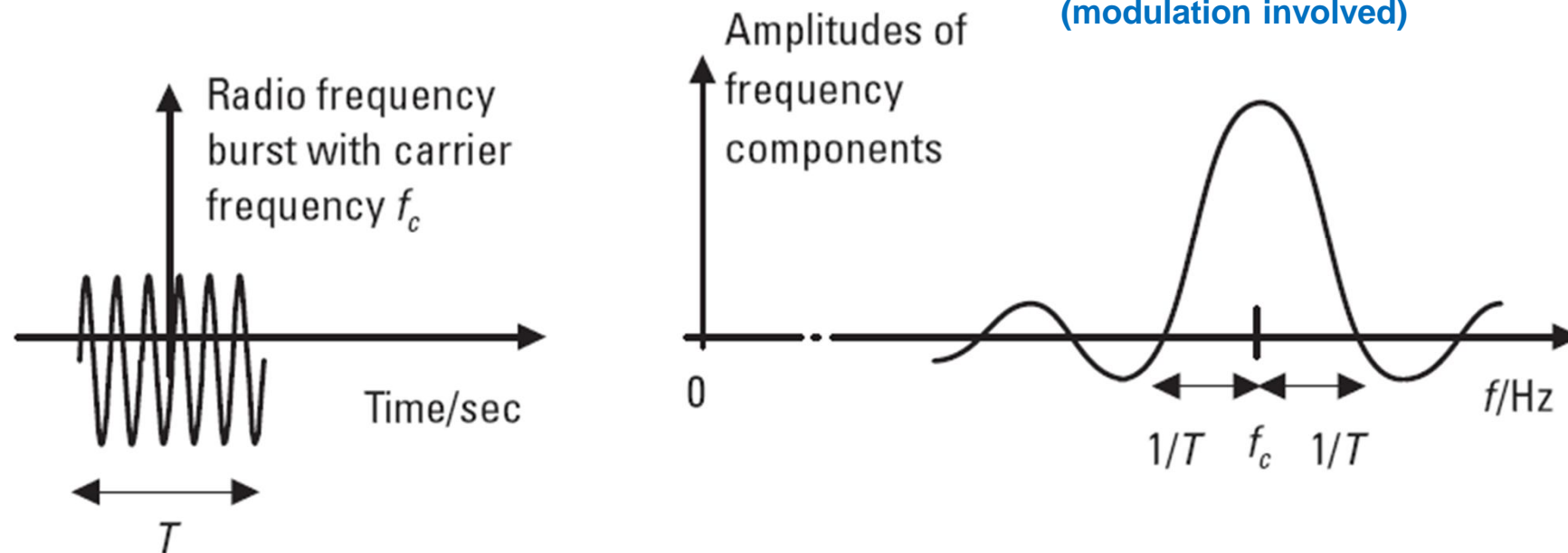




Contoh #2

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.

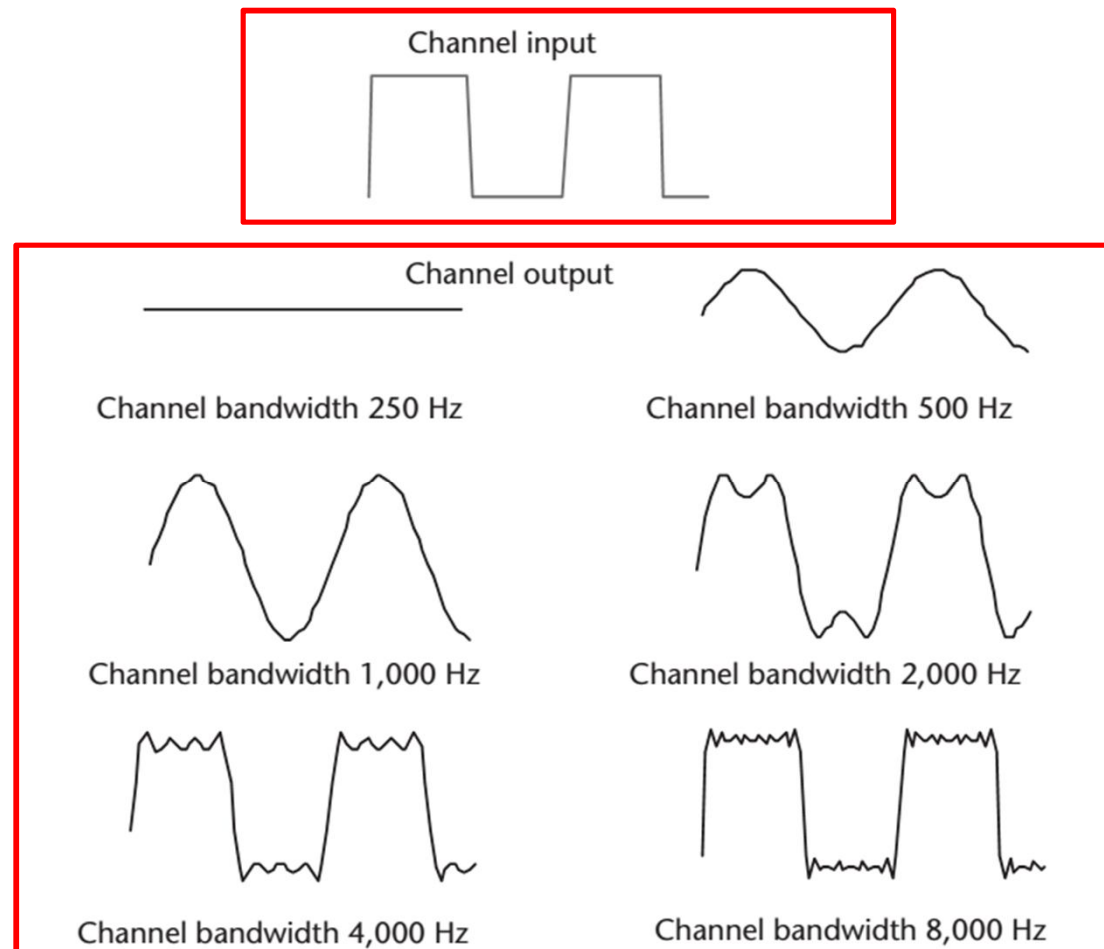


Esensi dari dua contoh tadi...

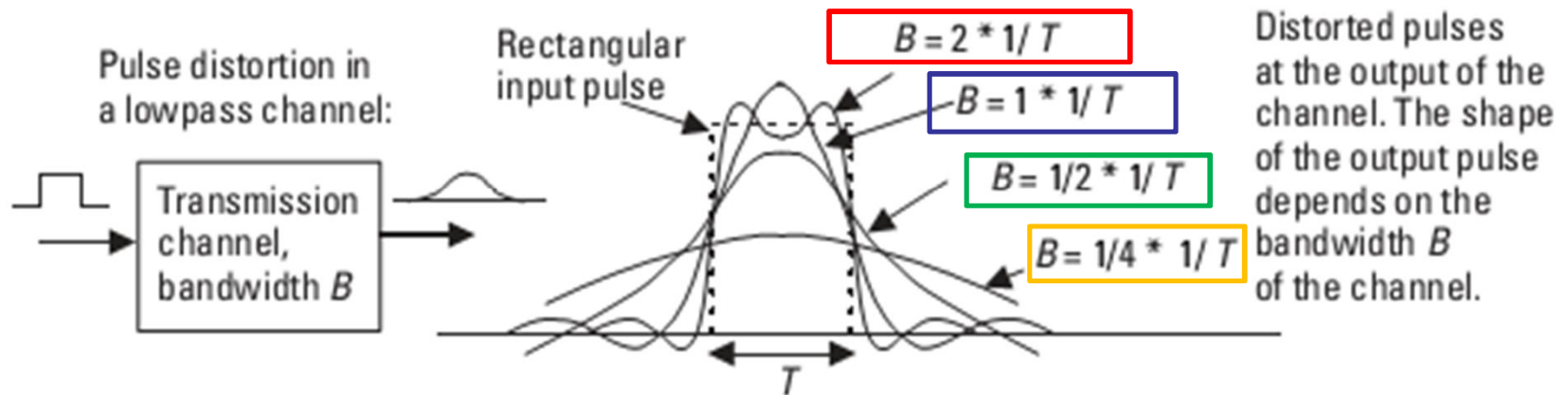
- ***Bandwidth*** merupakan faktor **pembatas utama** untuk transmisi.
- Dari dua contoh tsb kita bisa menyimpulkan adanya **hubungan** antara ***data rate*** dengan ***bandwidth*** yang diperlukan.
- Dengan menurunkan data rate kita bisa menaikkan kapasitas jaringan.
 - Sebagai contoh; oleh karena alasan 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 periodik 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)*.

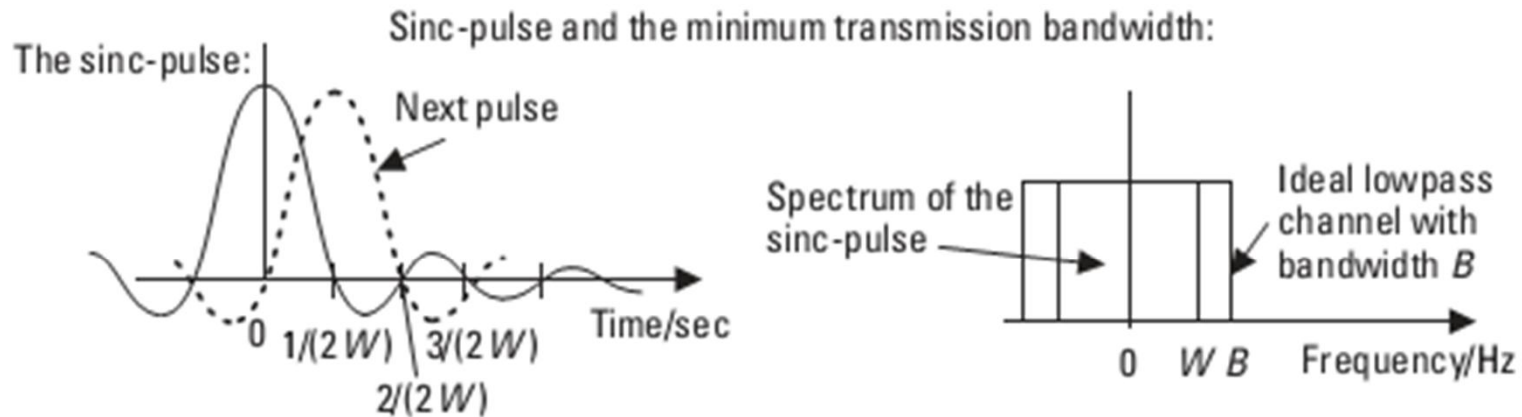
Bandwidth transmisi dan symbol rate

- 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:

$$r \leq 2B$$

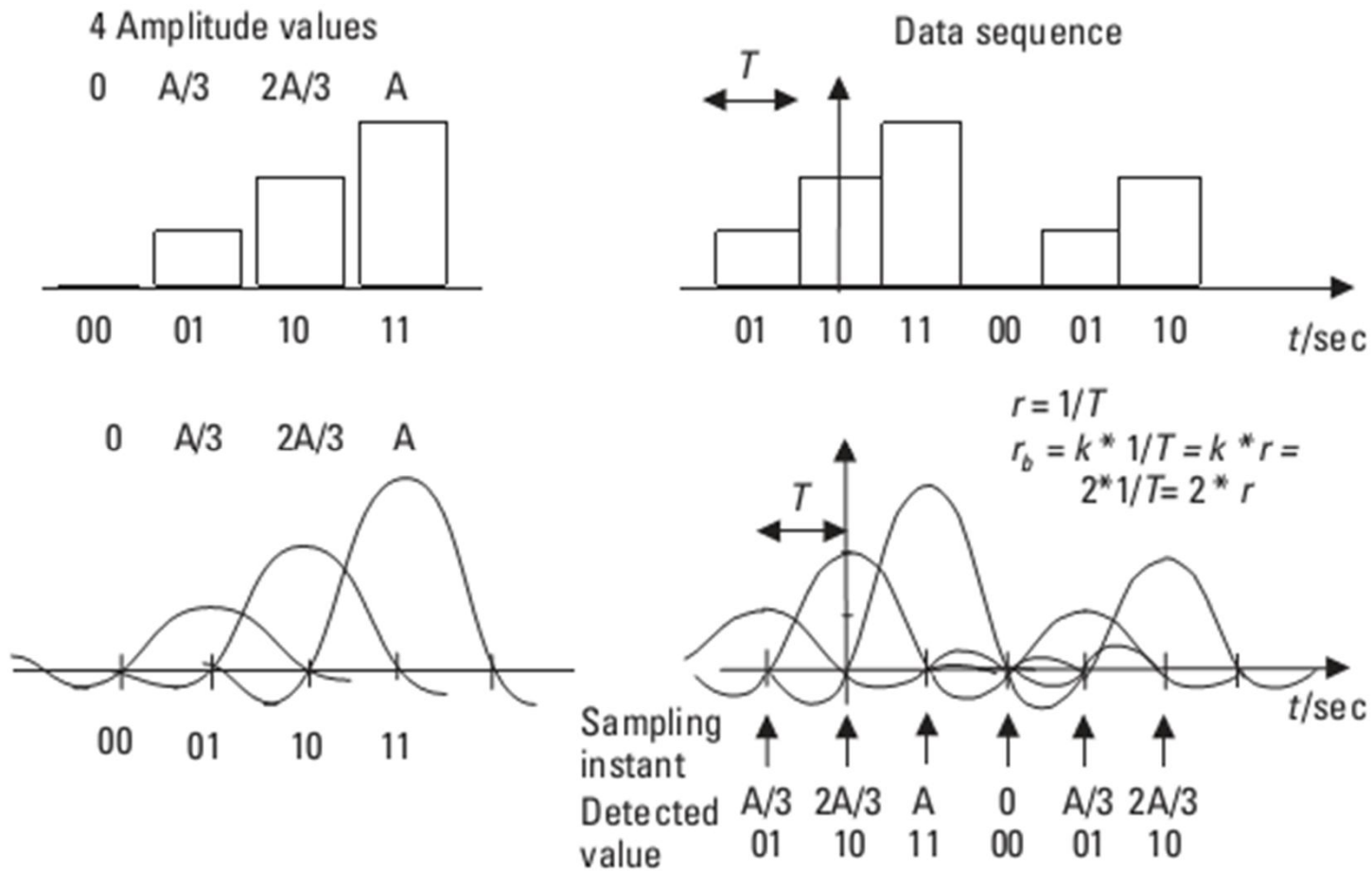
- *Symbol rate* yg maksimum ini dpt dicapai jika menggunakan **pulsa *sinc*** bukan pulsa segi-empat.³⁹



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

Number of Bits, k, Encoded into Each Symbol	Number of Symbol Values, M	Bit Rate Compared with Symbol Rate
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_{dB}) sekitar 30 dB.

Karenanya, kapasitas kanal

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

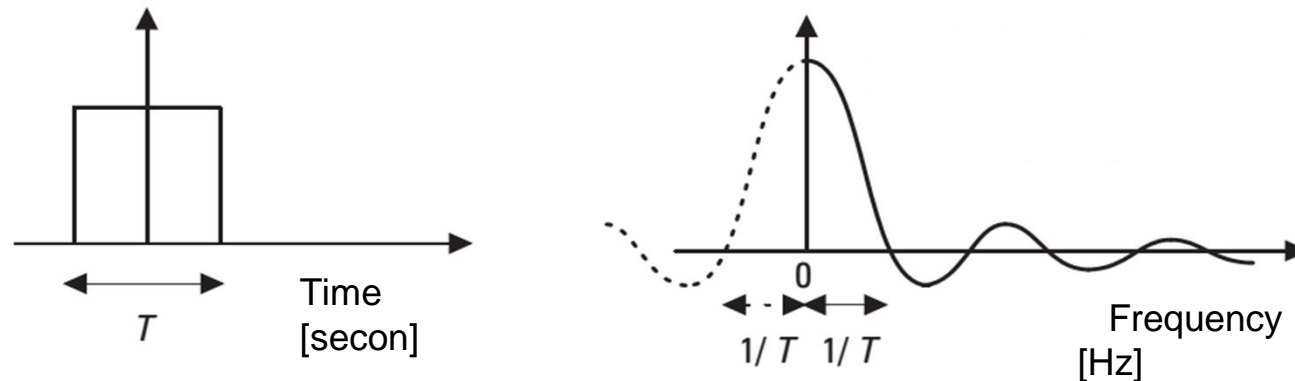


Bandwidth Transmisi Passband

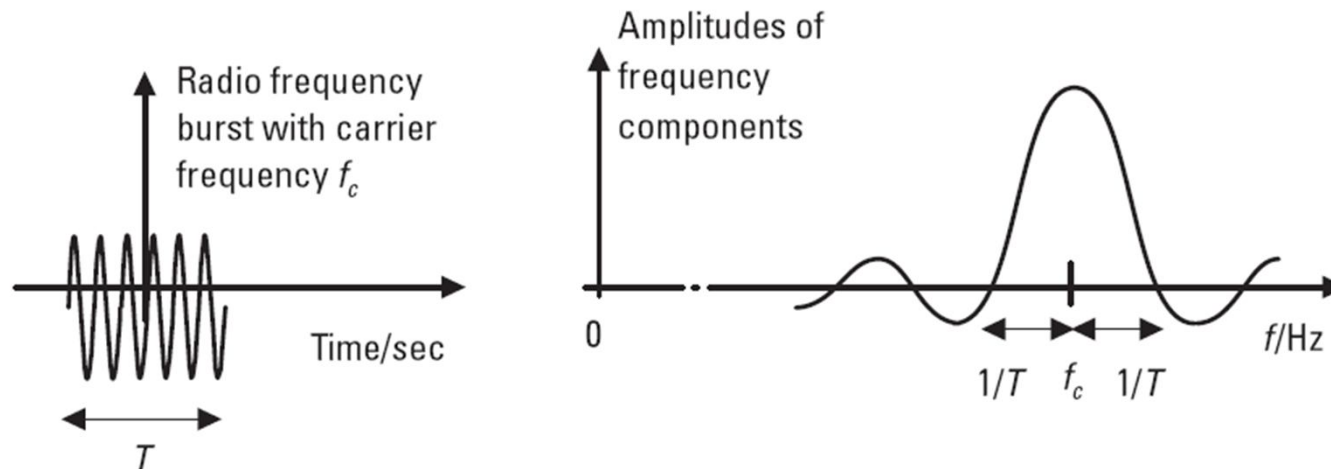
- Transmisi *passband* adalah transmisi yg menggunakan modulasi (*modulation*), yaitu penumpangan sinyal informasi pada sinyal pembawa (*carrier*) yg berupa gelombang kontinu (*continous wave*).
- Modulasi ini disebut juga *continous wave modulation (CW modulation)* atau *carrier wave modulation*.
- 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:

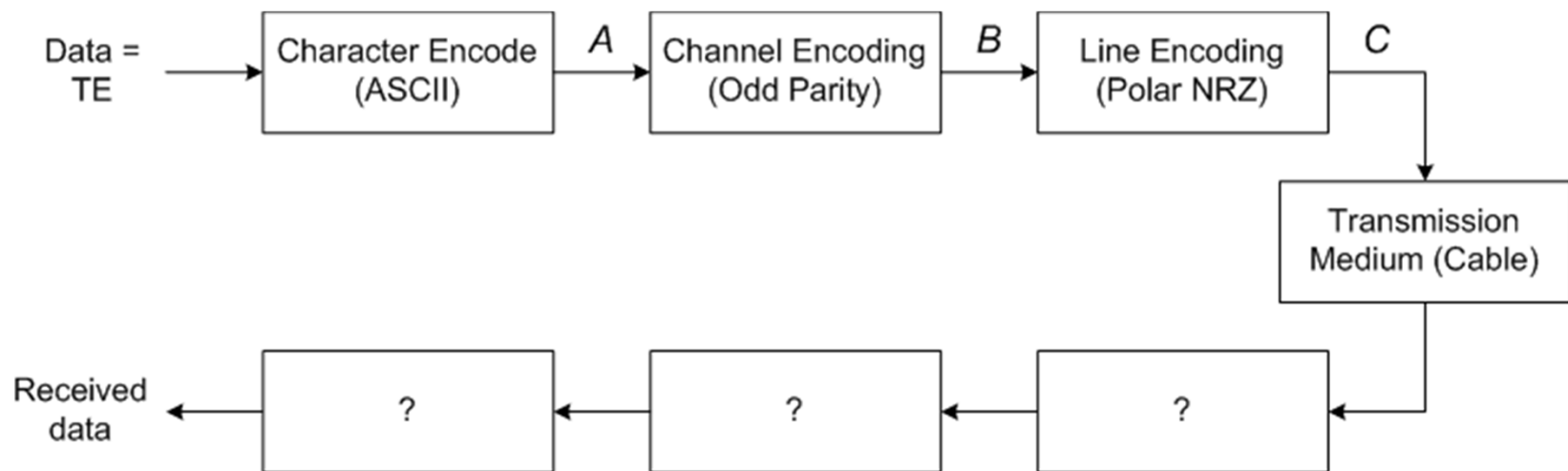
- ✓ Bandpass channel maksudnya kanal pada sinyal carrier.
- ✓ Formula (4.12) ada di halaman 150 buku Anttalainen.
- ✓ Figure 4.2 ada di halaman 128 buku Anttalainen.

PR-6

- Soal-soal 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



Sekian, terima kasih, semoga berkah.

Ada pertanyaan?

PR-6 Sistem Telekomunikasi

Soal 1

Bandungkan nilai informasi yg dikandung oleh huruf-huruf dalam tulisan berbahasa Indonesia dgn tulisan berbahasa Inggris. Caranya:

- Ambil satu lembar (dua halaman) buku/tulisan berbahasa Indonesia dan satu lembar buku/tulisan berbahasa Inggris.
- Untuk masing-masing tulisan tersebut, hitung nilai peluang p dari setiap huruf yang ada. Nilai peluang p adalah jumlah munculnya huruf yang bersangkutan dibagi dengan total kemunculan semua huruf dalam tulisan tersebut. Utk kemudahan perhitungan, bila ada huruf yg kemunculannya 0 maka dianggap 1.
- Hitunglah nilai informasi I dari masing-masing huruf dgn rumus berikut ini

$$I(p) = \log_2(1/p)$$

- Lalu, hitunglah nilai informasi rata-rata atau *entropy* H dgn rumus berikut ini

$$H = \sum p I(p)$$

- Catatan: Kerjakan dgn bantuan Ms-Excel!

Soal 2

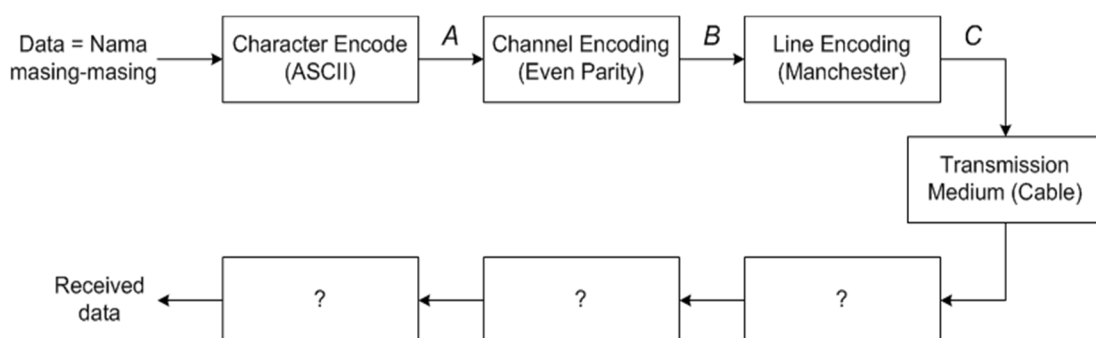
Ubahlah NIM Anda masing-masing menjadi bilangan biner. Ambillah 10 bit terakhir dari NIM biner tersebut sebagai 10 bit pertama deretan bit data. Ambil kembali 10 bit terakhir dari NIM biner, baliklah urutannya dan jadikan sebagai 10 bit kedua deretan bit data. Sebagai contoh NIM $100170125_{\text{dec}} = 101111110000111100110001101_{\text{bin}}$, maka deretan bit datanya adalah 01100011011011000110.

Lalu, gambarkan sinyal *line coding*: (i) Unipolar NRZ, (ii) Unipolar RZ, (iii) Polar NRZ, (iv) Differential Code, (v) Bipolar Code, (vi) AMI RZ Code, (vii) Manchester Code, dan (viii) Differential Manchester Code.

Catatan: apabila bit pertama data adalah 0 (seperti contoh di atas), maka gantilah 0 tersebut dengan 1.

Soal 3

Tinjaulah sistem komunikasi digital berikut ini:



- Isilah nama blok-blok yg masih kosong
- Carilah deretan bit pada A
- Carilah deretan bit pada B
- Gambarkan bentuk sinyal pada C khusus untuk 16 bit pertama saja.

"Semoga bermanfaat serta bertambah ilmu dan pemahamannya."