



TEKNIK SWITCHING



PCM DAN MATRIKS SWITCH

Pendahuluan

Konsep dasar

- Merupakan metode umum untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital
- Dalam sistem digital, sinyal analog yang dikirimkan cukup dengan sampel-sampelnya saja
- Sinyal suara atau gambar yang masih berupa sinyal listrik analog diubah menjadi sinyal listrik digital melalui 4 tahap utama, yaitu :
 - Sampling
 - Quantisasi
 - Pengkodean
 - Multiplexing

Sampling

1. Sampling

- Untuk mengirimkan informasi dalam suatu sinyal, tidak perlu seluruh sinyal ditransmisikan, cukup diambil sampelnya saja
- Sampling : proses pengambilan sample atau contoh besaran sinyal analog pada titik tertentu secara teratur dan berurutan
- Frekuensi sampling harus lebih besar dari 2 x frekuensi yang disampling (sekurang-kurangnya memperoleh puncak dan lembah) [teorema Nyquist]

$$f_s > 2 f_i$$

f_s = Frekuensi sampling

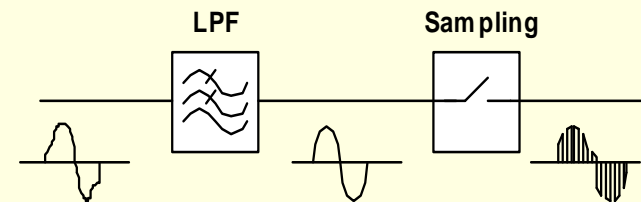
f_i = Frekuensi informasi/sumber (yang disampling)

CCITT : $f_s = 8000$ Hz

$f_i = 300 - 3400$ Hz (Sinyal Bicara)

Artinya sinyal telepon disampling 8000 kali per detik

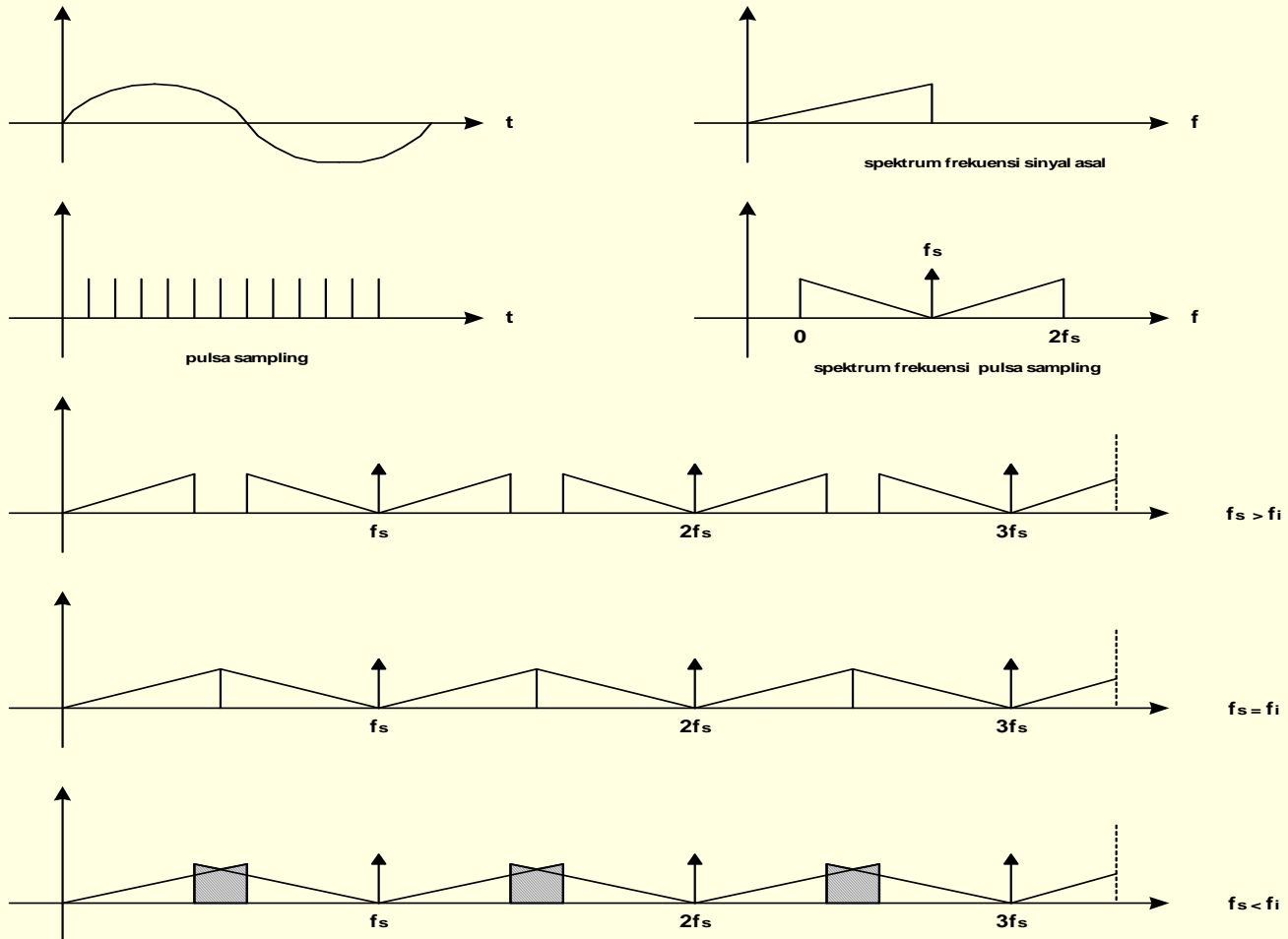
- Hasil penyamplingan berupa PAM (Pulse Amplitude Modulation)



- Dalam sampling yang dipentingkan adalah periode sampling bukan lebar pulsa sampling
- Menurut teorema Nyquist bila frekuensi sampling lebih kecil dari frekuensi informasi/sumber maka akan terjadi penumpukan frekuensi/aliasing

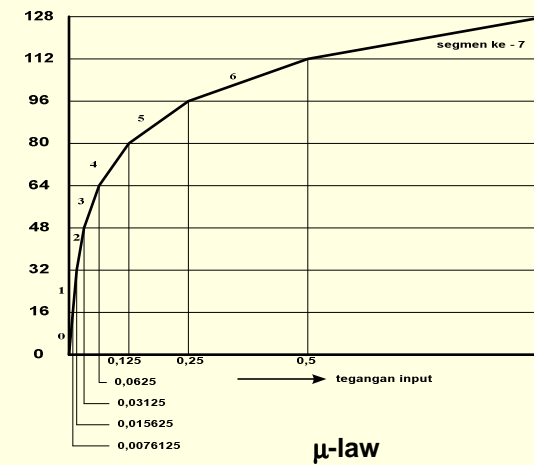
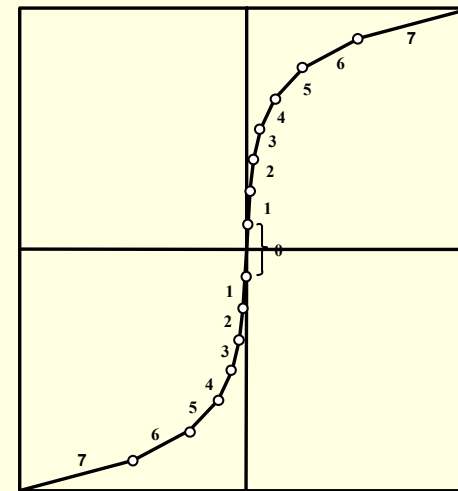
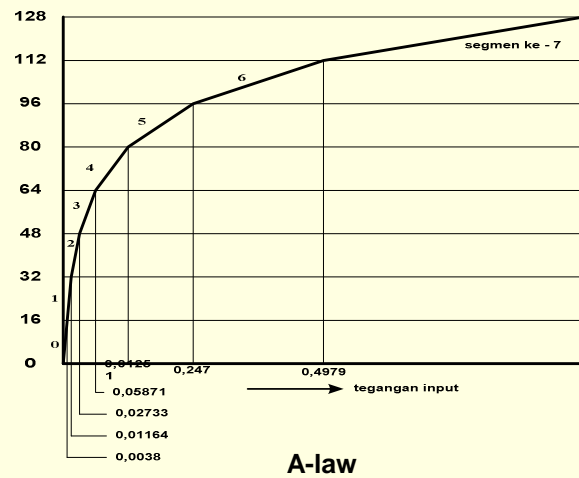
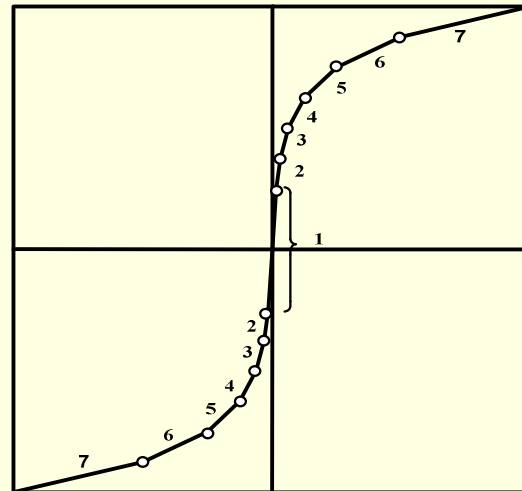
Sampling

teorema Nyquist



Kuantisasi

Comanding



Pengkodean

Pengkodean

- Pengkodean adalah proses mengubah (mengkodekan) besaran amplitudo sampling ke bentuk kode digital biner.
- Pemrosesan dilakukan secara elektronik oleh perangkat encoding menjadi 8 bit word PCM yang merepresentasikan level hasil kuantisasi yang sudah ditentukan yaitu dari -127 sampai dengan $+127$ interval kuantisasi.
- Bit paling kiri dari word PCM jika = 1 menyatakan level positif dan jika = 0 berarti level negatif.
- Pengkodean menghasilkan total 256 beda sampling (256 subsegmen) yang memerlukan 8 bit ($2^8 = 256$)

7	6	5	4	3	2	1	0
M	S	S	S	A	A	A	A

Keterangan :

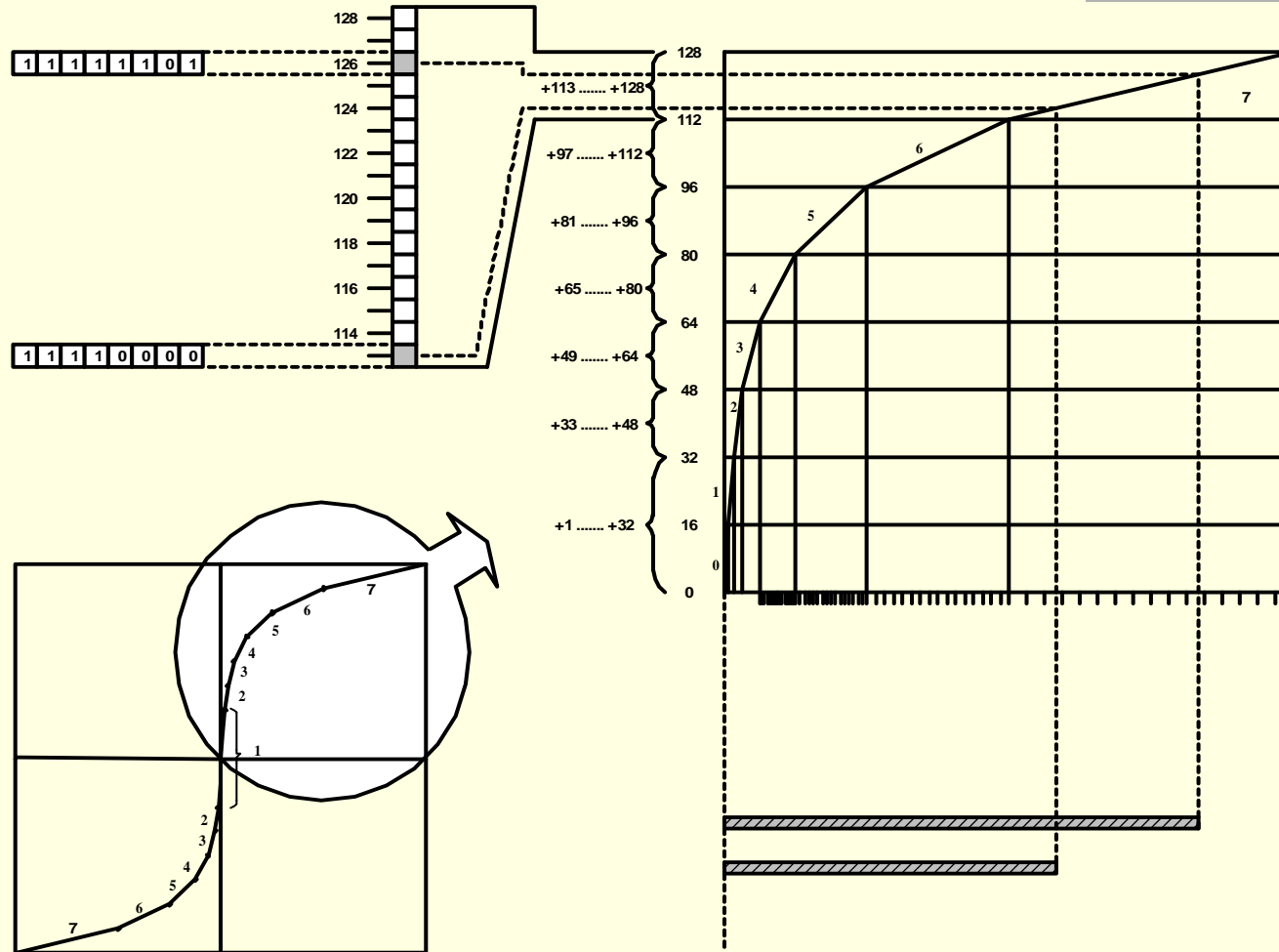
M = Mark atau tanda level 1 = amplitudo positif
0 = amplitudo negative

S = Segmen
000 = segmen 0
001 = segmen 1

⋮
⋮
111 = segmen 7

A = sub-segmen
0000 = 0
⋮
⋮
1111 = 15

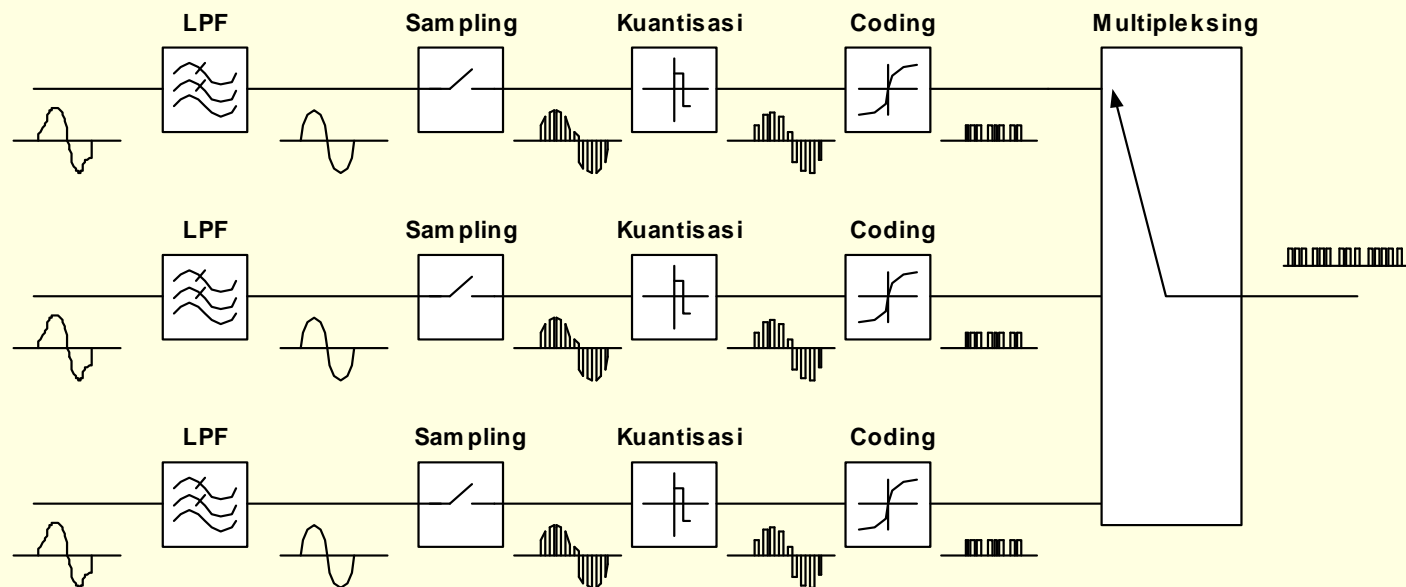
Pengkodean



Multiplexing

Multiplexing

- Fungsi : - Untuk penghematan transmisi
- Menjadi dasar penyambungna digital
- TDM digunakan dalam pentransmisan sinyal digital. Sinyal suara (analog) diubah dalam bentuk digital melalui proses sampling dan coding, setelah itu baru di multiplex.



KARAKTERISTIK PCM

Aturan dasar

- Rekomendasi CCITT G.732 : PCM 30 mengkombinasikan 30 kanal bicara pada satu jalur highway dengan bitrate 2048 Kbps
- Rekomendasi CCITT G.733 : PCM 24 mengkombinasikan 24 kanal bicara pada satu jalur highway dengan bitrate 1544 Kbps
- Keduanya merupakan rekomendasi dasar atau basic struktur PCM yang disebut juga dengan “Primary Transmission System” atau “Primary Digital Carrier (PDC)”

Persamaan PCM 30 dengan PCM 24

- Frekuensi Sampling : 8 KHz
- Jumlah sampling per time slot : 8000 sample/detik
- Periode pulse frame : $T = 1/f = 125 \text{ usec}$
- Jumlah bit dalam 1 time-slot : 8 bit
- Bit rate per time-slot : $8000 \times 8 = 64 \text{ Kbps}$

KARAKTERISTIK PCM

Perbedaan PCM 30 dengan PCM 24

No	Parameter	PCM 30	PCM 24
1	Coding/Encoding	A – law	μ – law
2	Jumlah segment	13 segment	15 segment
3	Jumlah ts / frame	32 ts	24 ts
4	Jumlah bit / frame	$8 \times 32 = 256$	$8 \times 24 + 1 = 193$
5	Periode 1 ts	$125 \text{ us}/32 = 3,9 \text{ us}$	$125 \text{ us}/24 = 5,2 \text{ us}$
6	Bitrate / frame	2048 Kbps	1544 Kbps
7	Signalling (CAS)	Dikumpulkan pada ts 16 setiap 16 frame (2 Kbps)	1 bit perkanal setiap 6 frame (1,3 Kbps)
8	Signaling (CCS)	8 bit pada ts 16 (64 Kbps)	1 bit pada setiap frame genap (4 Kbps)
9	Pola frame – alignment	7 bit pada ts0 setiap frame ganjil	1 bit tersebar pada setiap frame ganjil
10	Pengkodean saluran	HDB3 atau 4B3T	ADI / AMI

Pulse frame PCM

Pulse Frame PCM30

- Satu pulse frame PCM30 terdiri dari 32 time slot (32 ts).
- 30 ts dipakai untuk kanal telepon, satu ts (ts0) mempunyai 2 fungsi yang dipakai secara bergantian pada satu multi frame.
- Satu multi frame terdiri dari 16 frame (frame 0 sampai dengan frame 15)
- Ts0 pada frame 0, 2, 4 s.d 14 digunakan untuk menandai awal pulse frame yang disebut dengan Frame Alignment Signal (FAS) dengan kode X0011011
- Ts0 pada frame 1, 3, 5 s.d 15 digunakan sebagai service word untuk mengirimkan pesan-pesan alarm dengan kode X1DYYYYY
- Satu ts lainnya (ts16) pada frame 1, 2, 3 s.d 15 digunakan untuk memproses Line Signalling seperti pulsa dial, answer signal, release signal, dll yaitu signal yang termasuk dalam kategori Channel Associated Signalling (CAS).
- Sedangkan ts16 pada frame-0, khusus digunakan untuk Common Channel Signalling (CCS)

Susunan bit pada ts 0

Time slot 0 sebagai Frame Alignment Signal (FAS)

Bit ke	7	6	5	4	3	2	1	0
Kode Biner	X	0	0	1	1	0	1	1

- Bit ke-7 = X sampai saat ini belum digunakan boleh 0 atau 1, disediakan untuk kode internasional
- Bit ke-6 s.d 0 : Diisi data 0011011 digunakan sebagai kode awal dari urutan frame

Time Slot 0 sebagai byte Service Word

Bit ke	7	6	5	4	3	2	1	0
Kode Biner	X	1	D	Y	Y	Y	Y	Y

- Bit ke-7 = X belum digunakan, untuk kode Internasional
- Bit ke-6 = 1 kode ini selalu 1, untuk membedakan FAS dengan Service Word
- Bit ke-5 = D Digunakan untuk kode alarm urgent secara Internasional
 - Jika D = 0 artinya kondisi baik (tidak ada alarm)
 - Jika D = 1 artinya terjadi alarm, mungkin catuan hilang tapi signal masih muncul, CODEC rusak, jejak frame hilang, Frame Alignment salah, dll
- Bit ke-4 s.d 0 (Y) disediakan untuk pemakaian setempat (pemakaian nasional)

Multiframe PCM

Multiframe

- Multiframe adalah deretan 16 buah frame PCM30 (frame 0 s.d 15) digunakan untuk membentuk jalur 30 buah trunk digital
- Satu frame (pulse frame) mempunyai panjang waktu 125 us berisi 32 ts. Panjang waktu satu multi frame = $16 \times 125 \text{ us} = 2 \text{ mdetik}$
- Multiframe diperlukan karena dalam proses signaling CAS memerlukan 1 time-slot khusus untuk dapat mengirimkan Line Signalling seperti pulsa 60 mdetik dan 40 mdetik dari signal dekadik, seizing, atau clear signal dll.
- Umumnya satu jalur pelanggan memerlukan satu time slot sendiri untuk signalling atau bisa juga bersifat common (pemakaian bersama).
- Time Slot yang digunakan hanya satu time slot yaitu time slot 16 dari setiap frame PCM30 dalam satu multi frame.
- Satu multi frame PCM30 ada 16 time slot yang digunakan untuk signalling (yaitu ts 16 ini dibagi menjadi 2 bagian yang masing-masing terdiri dari 4 bit (1 nibble) bit a b c d, yang digunakan kiri dan kanan dari setiap frame. Sehingga 16 buah time slot tersebut sudah melebihi untuk digunakan sebagai signalling CAS
- Satu ts16 dipakai oleh pensinyalan 2 kanal telepon, sehingga untuk 30 kanal telepon diperlukan 15 buah ts16.
- satu ts 16 sisanya digunakan sebagai Multiframe Alignment Signal (MAS) yaitu ts16 pada frame 0

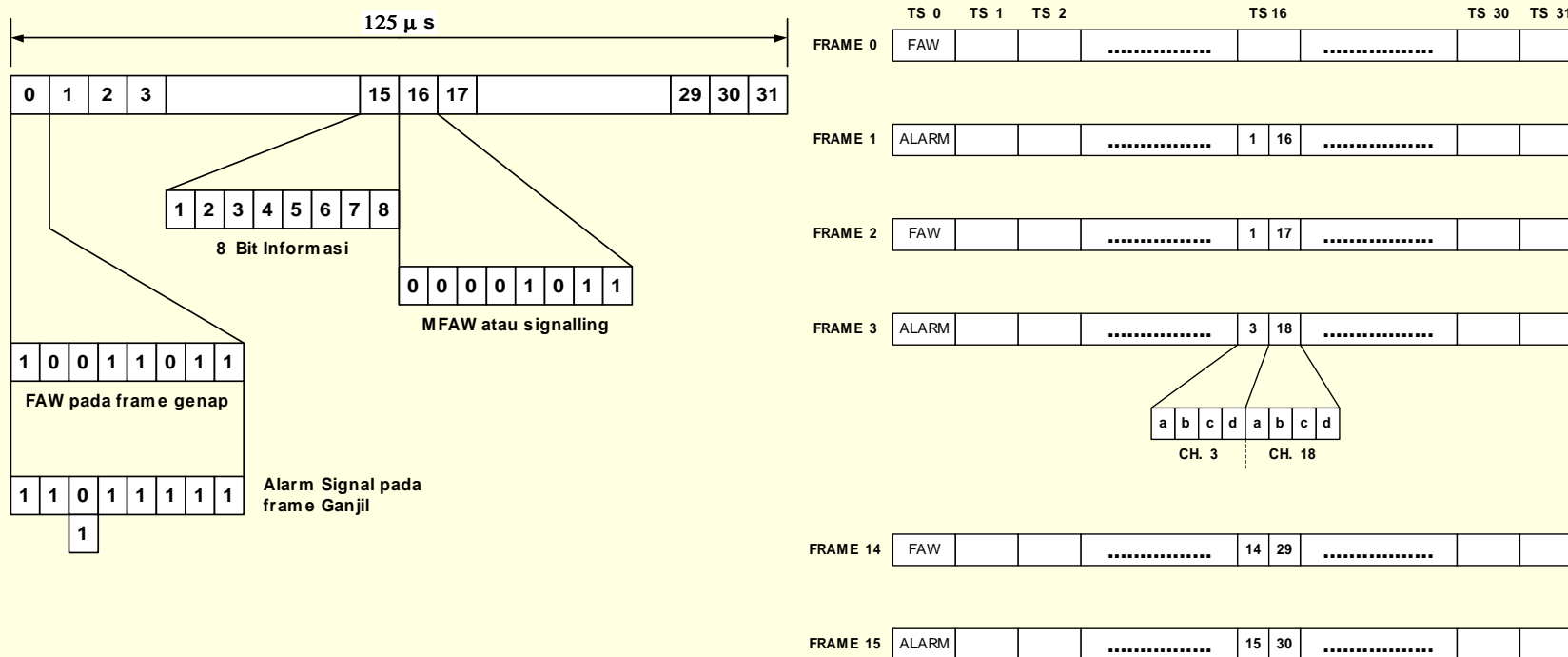
Susunan ts 16 untuk CAS

Nomer Frame	Alokasi bit ts 16	
	bit 1 - 4 a b c d	bit 5 - 8 a b c d
0	MAS (0 0 0 0)	LOSS OF MAS (D D X X)
1	Signalling untuk kanal 1	Signalling untuk kanal 16
1	Signalling untuk kanal 2	Signalling untuk kanal 17
⋮	⋮	⋮
1	Signalling untuk kanal 15	Signalling untuk kanal 30

D kondisi normal = 0, akan berubah menjadi = 1 bila terjadi kehilangan Multi Frame Alignment Signal X belum dipakai dan biasanya diset = 1

Multiframe PCM

Multiframe Pada PCM 30



Orde Transmisi Digital

Orde Tingkat Tinggi Transmisi Digital

- Dengan cara multiplexing jumlah kanal (time-slot) per highway dapat ditingkatkan. Umumnya faktor perkalian yang digunakan adalah 4 yaitu 4 x PDC, 4 x SDC dan seterusnya.
- CCITT merekomendasikan sistem transmisi orde tingkat tinggi sebagai berikut :

Hirarki transmisi digital TDM

LEVEL	GROSS RATE MBIT/S	KAPASITAS KANAL 64 KBIT/S	SISTEM TRANSMISI YANG AVAILABLE
1	2,048 (2)	30	Symmetric pair cable Transverse screened copper cable Microwave radio
2	8,448 (8)	120	Carrier copper cable Optical fibre Microwave radio
3	34,368 (34)	480	Coaxial cable Optical fibre Microwave radio
4	139,264 (140)	1960	Microwave radio Coaxial cable Optical fibre
5	563,992 (565)	7840	Optical fibre

Contoh soal

Contoh Soal

1. Jika waktu yang diperlukan 1 multiframe $125 \mu\text{s}$ dan waktu per timeslot 244 nsec . Berapa jumlah timeslot dalam frame tersebut ?
2. Suatu sinyal sampling PCM 30 beramplitudo positif, terletak pada segmen ke-5 dan sub-segmen ke-15, ditanyakan :
 - a). Berapa kode PCM word-nya ?
 - b). Berapa bit rate kanalnya ?
 - c). Berapa panjang 1 frame-nya ?
 - d). Berapa panjang waktu satu multiframe-nya ?

Contoh soal

Contoh Soal

1. Jika waktu yang diperlukan 1 multiframe 125 μ s dan waktu per timeslot 244 nsec. Berapa jumlah timeslot dalam frame tersebut ?

■ Jawaban

Diketahui :

$$t_{\text{multiframe}} = 125 \text{ ms}$$

$$t_{\text{timeslot}} = 244 \text{ nsec}$$

■ Penyelesaian :

1 multiframe = 16 frame PCM

$$t_{1 \text{ frame}} = \frac{125 \mu\text{s}}{16} = 7,8125 \mu\text{s}$$

$$ts/\text{frame} = \frac{7,8125 \mu\text{s}}{244 \text{ nsec}} = 32 \text{ timeslot}$$

atau dengan cara lain :

$$\sum ts \ 1 \ \text{multiframe} = \frac{125 \mu\text{s}}{244 \text{ nsec}}$$

$$\frac{\text{timeslot}}{\text{frame}} = \frac{512}{16} = 32 \text{ timeslot}$$

2. Duatu sinyal sampling PCM 30 beramplitudo positif, terletak pada segmen ke-5 dan sub-segmen ke-15, ditanyakan :
- Berapa kode PCM word-nya ?
 - Berapa bit rate kanalnya ?
 - Berapa panjang 1 frame-nya ?
 - Berapa panjang waktu satu multiframe-nya ?

Jawaban :

a). PCM word : 1 101 1111

b). Bit rate kanal PCM ; $8000 \times 8 \times 32 = 2.048 \text{ Kbps}$

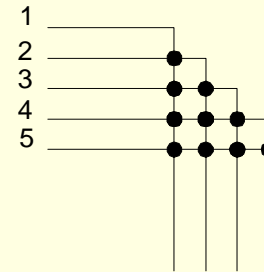
c). T1 frame = $125 \mu\text{s}/32 = 3,9 \mu\text{s}$

d). T1 multiframe = $16 \times 125 \mu\text{s} = 2 \text{ milidetik}$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

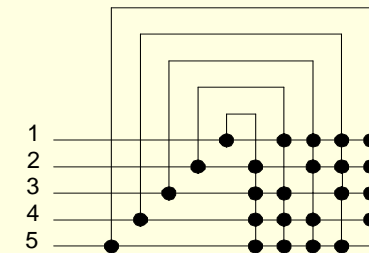
Pendahuluan

- Elemen dasar switching matriks adalah switch.
- Switch dengan n terminal input dan n terminal output adalah jika setiap inlet pada n terminal input dapat disambungkan dengan setiap outlet pada m terminal output atau disebut sebagai switch n x m (n x m switch).
- Switching matriks yang paling sederhana adalah matriks satu tingkat (single stage switching matrix).



a. Matrik segitiga

$$N_X = \frac{N(N-1)}{2}$$

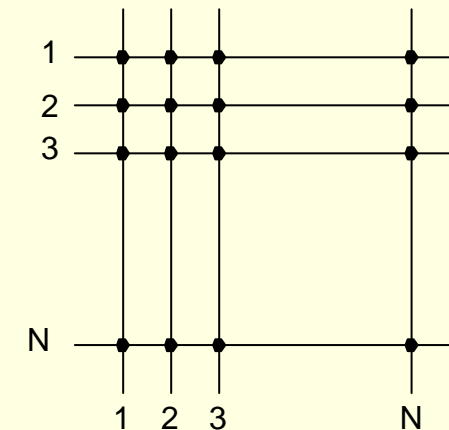


$$N_X = N(N-1)$$

b. Matrik Bujur sangkar

Kelemahan matrik tunggal :

- Jumlah cross point sangat besar jika jumlah inlet/outlet bertambah
- Capacitive loading yang timbul pada jalur bicara akan besar
- Satu cross point dipakai khusus untuk hubungan yang spesifik. Jika cross point tersebut terganggu maka hubungan tidak dapat dilakukan (block). Kecuali pada matrik bujur sangkar, tetapi harus dilakukan modifikasi algoritma pemilihan jalur dari inlet oriented ke outlet oriented
- Pemakaian cross point tidak efisien, karena dalam setiap baris/kolom hanya 1 cross point saja yang dipakai.
- Untuk mengatasi kelemahan matrik tunggal, maka digunakanlah switching netork bertingkat (multiple stage switching)

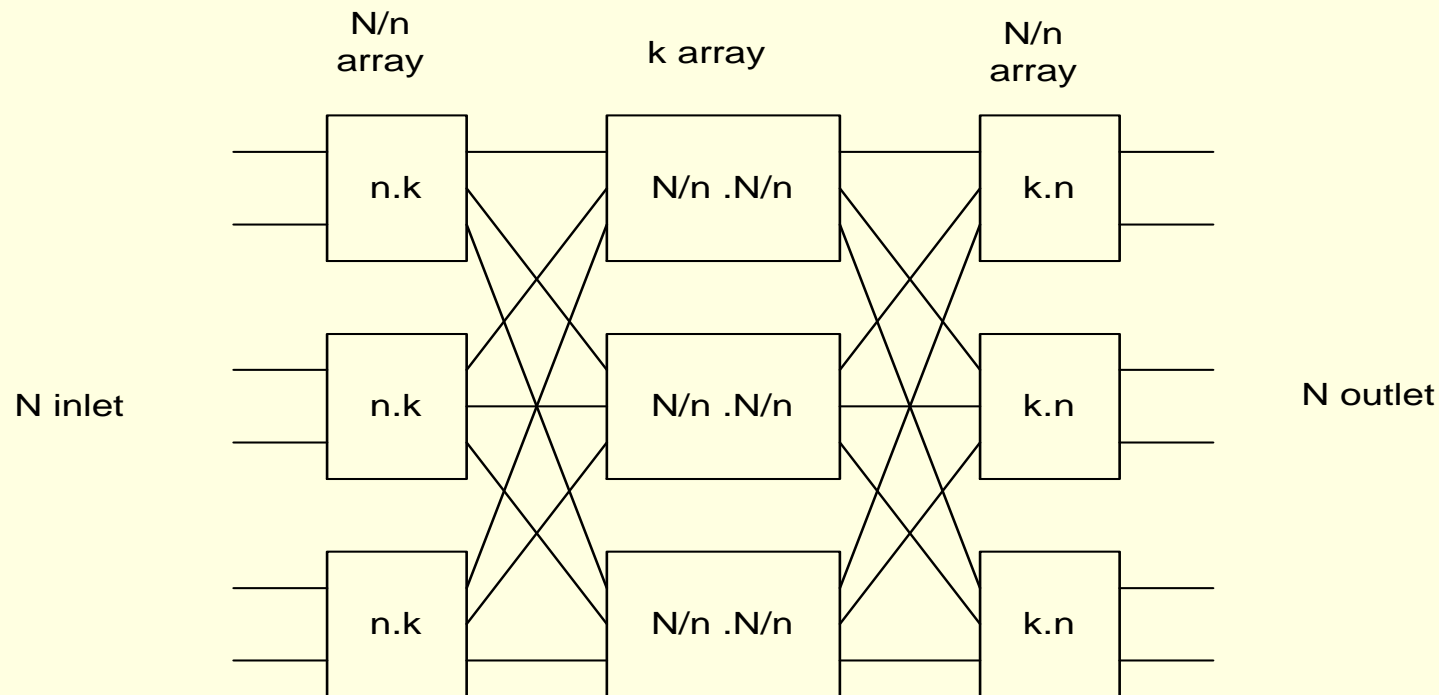


c. Full interconnection crosspoint

$$N_X = NxN$$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

multistage switch



N_X = jumlah crosspoint total

N = jumlah inlet/outlet

n = ukuran dari setiap switch block atau setiap group inlet/outlet

K = jumlah array tengah

$$N_X = \frac{N}{n} \cdot (n \cdot k) + k \left(\frac{N}{n} \cdot \frac{N}{n} \right) + \frac{N}{n} (n \cdot k)$$

$$N_X = 2Nk + k \left(\frac{N}{n} \right)^2$$

(1)

Sifat Multistage

Sifat yang menarik dari matrik tunggal adalah ia bersifat non-blocking sedangkan pada SN bertingkat dimana pemakaian cross point secara sharing maka memunculkan kemungkinan blocking

Agar SN bertingkat bersifat non-blocking, Charles Clos dari Bell Laboratories telah menganalisa berapa jumlah matrik pada center stage yang diperlukan.

$$k = 2n - 1$$

$$k = (n - 1) + (n - 1) + 1 = 2n - 1 (\text{min.})$$

$$N_x = 2N(2n - 1) + (2n - 1) \left(\frac{N}{n} \right)^2 \quad (2)$$

$$\frac{dN_x}{dn} = 0 \quad \rightarrow \quad n = \left(\frac{N}{2} \right)^{1/2} \quad (3)$$

(3) \rightarrow (2)

**Jumlah crosspoint
minimum :**

$$N_x = 4N(\sqrt{2N-1})$$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

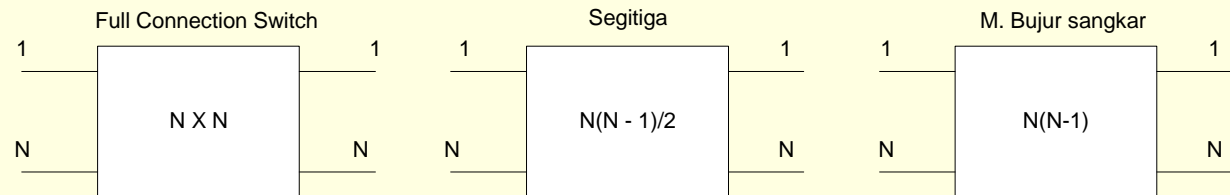
soal 1

Bila diketahui suatu switching network mempunyai group inlet dan outlet = 100, jumlah inlet dan outletnya 1000 sedangkan jumlah array tengahnya = 10, hitung jumlah matriks bila disusun dalam matriks tunggal dan matriks 3 tingkat.

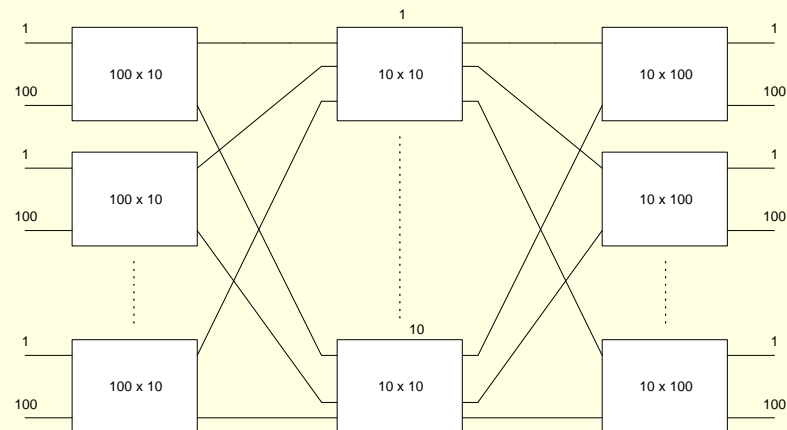
Jawaban

Diketahui :
 $n = 100$
 $N = 1000$
 $k = 10$

Matriks tunggal



Matriks 3 tingkat



Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

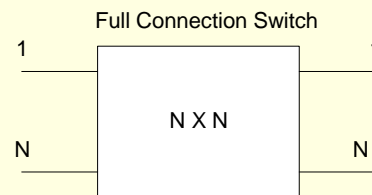
soal 1

Bila diketahui suatu switching network mempunyai group inlet dan outlet = 100, jumlah inlet dan outletnya 1000 sedangkan jumlah array tengahnya = 10, hitung jumlah matriks bila disusun dalam matriks tunggal dan matriks 3 tingkat.

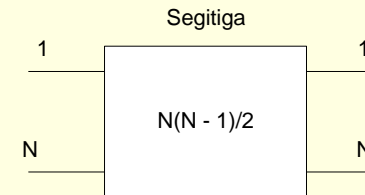
Jawaban

Diketahui :
 $n = 100$
 $N = 1000$
 $k = 10$

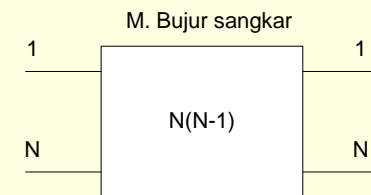
Matriks tunggal



$$\begin{aligned} N_x &= N \times N \\ &= 10^3 \times 10^3 \\ &= 10^6 \text{ cp} \end{aligned}$$

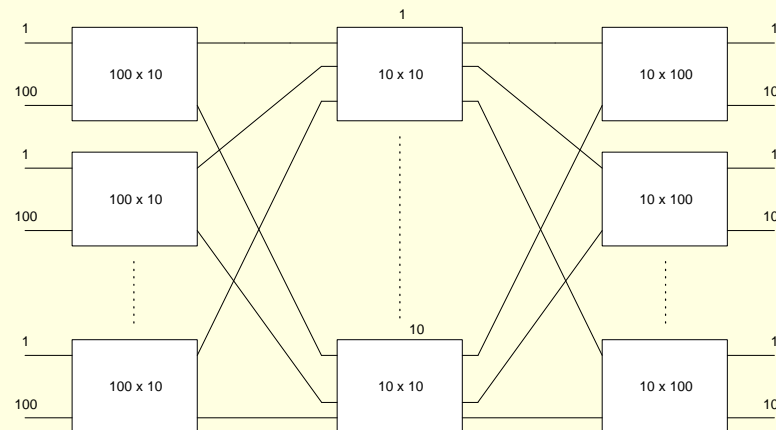


$$\begin{aligned} N_x &= N(N-1)/2 \\ &= 10^3(10^3-1)/2 \\ &= 499,5 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} N_x &= N(N-1) \\ &= 10^3(10^3-1) \\ &= 949 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$

Matriks 3 tingkat



$$\begin{aligned} N_x &= 2 Nk + k (N/n)^2 \\ &= 2 \times 10^3 \times 10 + 10 (10^3/10^2)^2 \\ &= 21 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

soal 1

Bila diketahui suatu switching network mempunyai group inlet dan outlet = 100, jumlah inlet dan outletnya 1000 sedangkan jumlah array tengahnya = 10, hitung jumlah matrik bila disusun dalam matrik tunggal dan matrik 3 tingkat.

Diketahui :

$$n = 100$$

$$N = 1000$$

$$k = 10$$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

soal 1

Bila diketahui suatu switching network mempunyai group inlet dan outlet = 100, jumlah inlet dan outletnya 1000 sedangkan jumlah array tengahnya = 10, hitung jumlah matrik bila disusun dalam matrik tunggal dan matrik 3 tingkat.

Jawaban

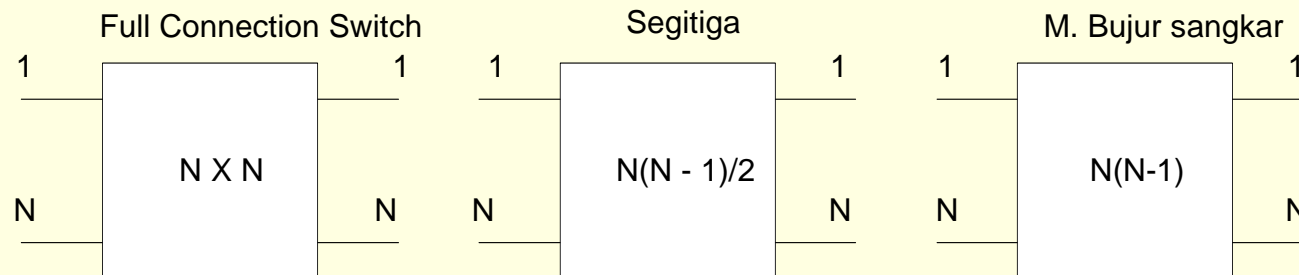
Diketahui :
 $n = 100$
 $N = 1000$
 $k = 10$

$$\begin{aligned} N_x &= N \times N \\ &= 10^3 \times 10^3 \\ &= 10^6 \text{ cp} \end{aligned}$$

Matrik tunggal

$$\begin{aligned} N_x &= N(N-1)/2 \\ &= 10^3(10^3-1)/2 \\ &= 499,5 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_x &= N(N-1) \\ &= 10^3(10^3-1) \\ &= 999 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$



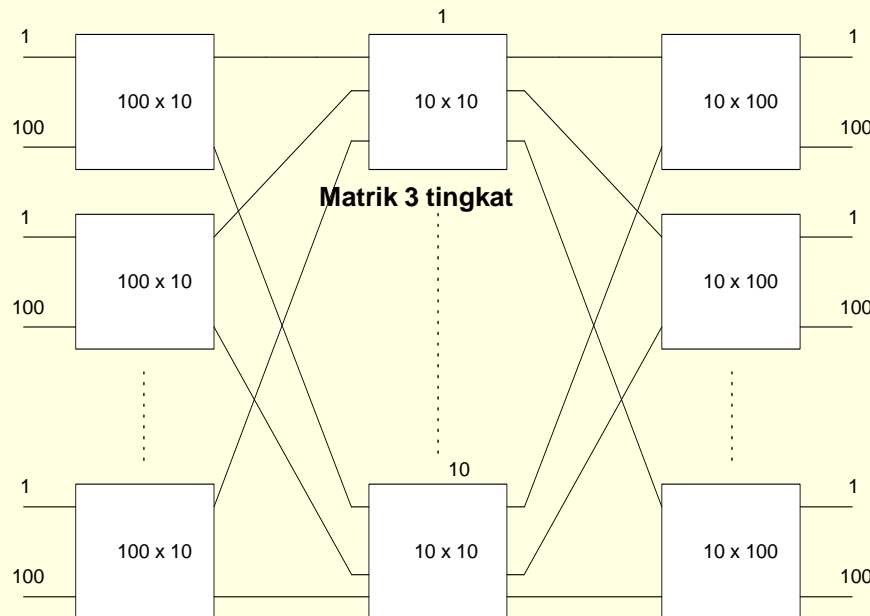
Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

soal 1

Bila diketahui suatu switching network mempunyai group inlet dan outlet = 100, jumlah inlet dan outletnya 1000 sedangkan jumlah array tengahnya = 10, hitung jumlah matrik bila disusun dalam matrik tunggal dan matrik 3 tingkat.

Jawaban

Diketahui :
 $n = 100$
 $N = 1000$
 $k = 10$



$$\begin{aligned} N_x &= 2 Nk + k (N/n)^2 \\ &= 2 \times 10^3 \times 10 + 10 (10^3/10^2)^2 \\ &= 21 \times 10^3 \text{ cp} \end{aligned}$$

Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

soal 2

Diketahui suatu switching network yang bersifat non-blocking mempunyai jumlah inlet/outlet (N) sebanyak 5000 saluran, tentukan :

- Jumlah group inlet/outletnya
- Jumlah array tengahnya (k)
- Gambar switch
- Jumlah Crosspoint totalnya

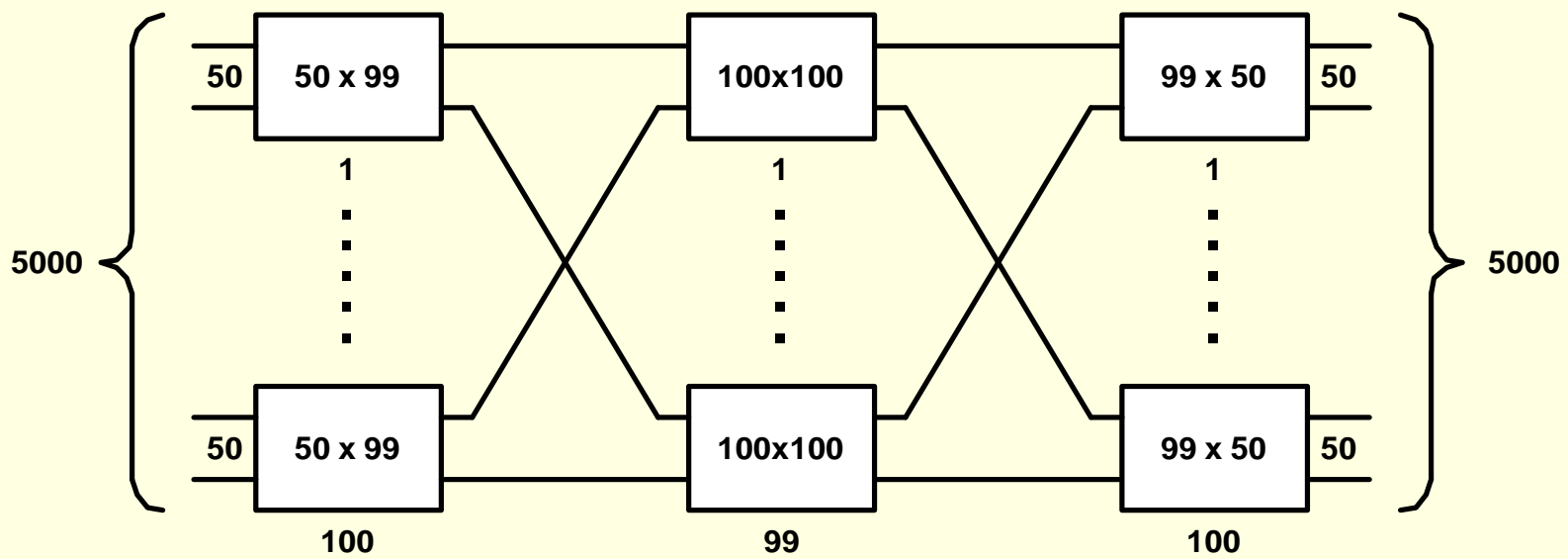
Jawaban :

a.
$$n = \left(\frac{N}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{5000}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = (2500)^{\frac{1}{2}} = 50$$

b.
$$k = 2n - 1 = (2 \times 50) - 1 = 100 - 1 = 99$$

- c. Jumlah inlet/outlet switch (N) = 5000
Jumlah group inlet/outlet (n) = 50
Jumlah array tengah (k) = 99

d.
$$N_X = 4N(\sqrt{2N} - 1) = 4 \times 5000(\sqrt{2 \times 5000} - 1) = 4 \times 5000(100 - 1) = 1.980.000 \text{ cp}$$



Penyusunan Matriks dan Perhitungan Jumlah Crosspoint

soal 3

Suatu switching Network berting-kat-3 mempunyai kapasitas 600 saluran pelanggan, 300 saluran untuk trunk dan 100 saluran untuk kebutuhan lainnya. Jika dipilih tiap group inlet/outletnya = 40, bersifat non-blocking :

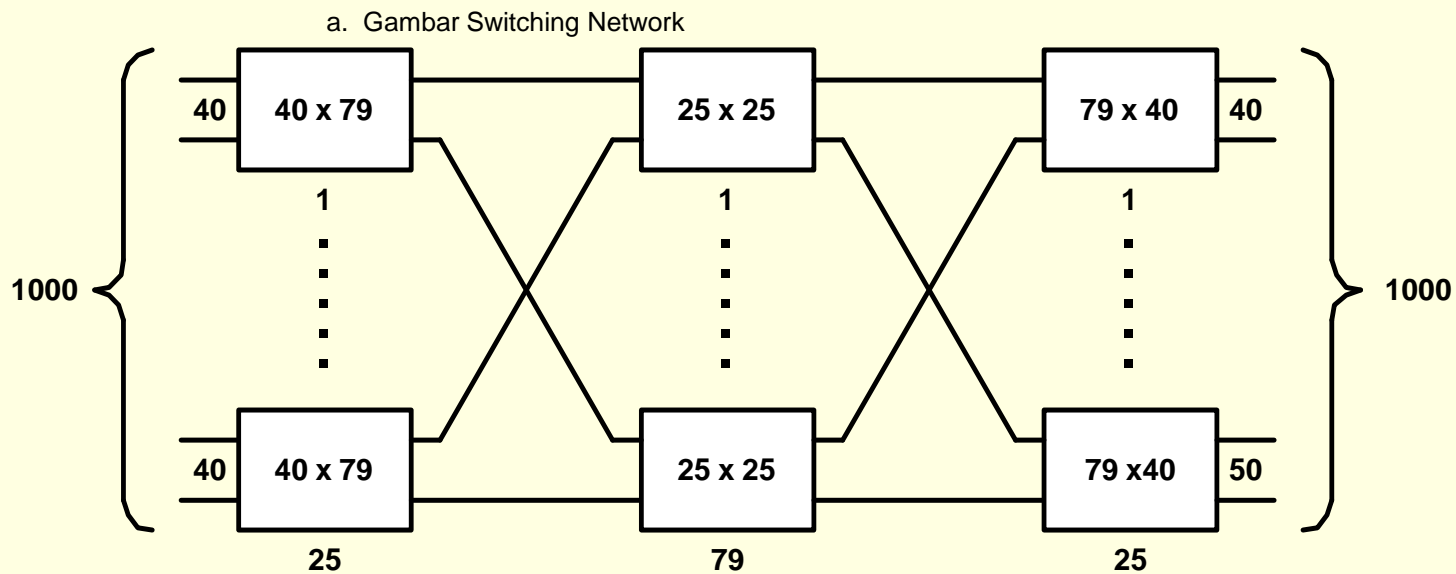
- a. Gambarkan switching networknya
- b. Jumlah crosspoint switch tersebut

Diketahui :

$$N = 600 + 300 + 100 = 1000$$

$$n = 40$$

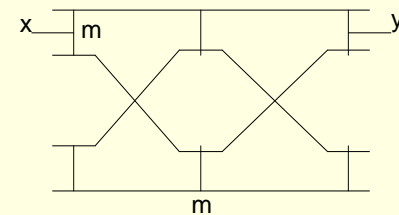
$$k = 2n - 1 = 2 \times 40 - 1 = 79$$



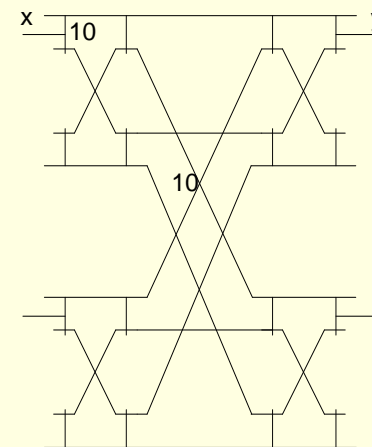
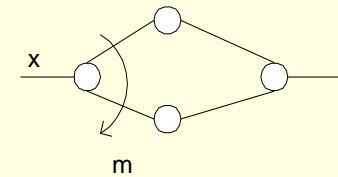
$$b. \quad N_x = 4N(\sqrt{2N} - 1) = 4 \times 1000(\sqrt{2 \times 1000} - 1) = 174.885 \text{ cp}$$

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

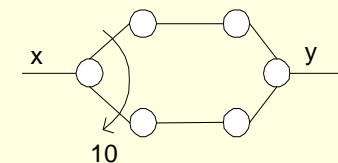
- Switching non blocking memang dibutuhkan oleh hubungan telepon.
- Tetapi dengan alasan ekonomis dalam implementasi pada jaringan, kapasitasnya dibatasi pada jam-jam trafik sibuk (puncak).
- Umumnya peralatan telepon didesain dengan memberikan probabilitas blocking maksimum pada jam sibuk.
- Nilai probabilitas blocking ini merupakan salah satu aspek dari Grade of Service (aspek lainnya dari GOS adalah : availability, transmission quality, delay pada panggilan).
- Salah satu konsep penghitungan probabilitas blocking yaitu metode probability graph C.Y Lee.



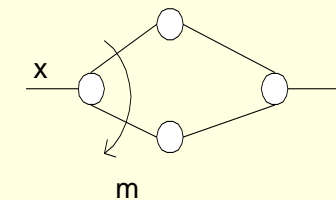
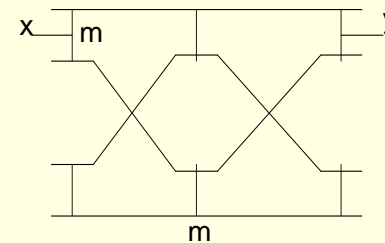
a) SN tiga tingkat



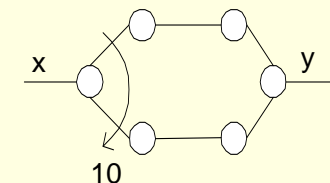
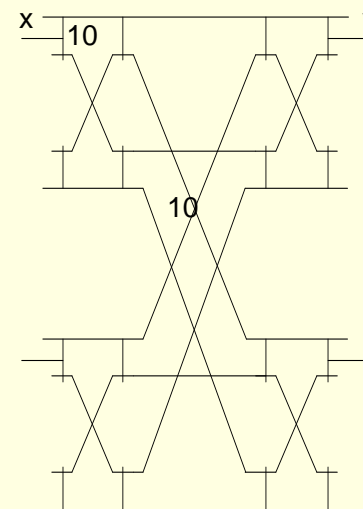
b) SN empat tingkat



- Metode ini menggunakan analisis matematis linier graph (grafik linier) yang terdiri dari node-node untuk menyatakan tingkat switching (stage) dan garis cabang untuk menyatakan link antar stage.
- Linier graph menyatakan kemungkinan semua jalur yang dapat ditempuh dari suatu inlet pada stage pertama ke suatu outlet yang berada pada output stage terakhir secara point to point
- Metode Lee dipakai untuk menentukan probabilitas blocking berbagai struktur switching dengan menggunakan prosentase pemakaian link atau beban link individual.
- Notasi p menyatakan bagian dari waktu dimana suatu link sedang dipakai (p = probabilitas link sibuk). Dan probabilitas link bebas (idle) dinyatakan dengan



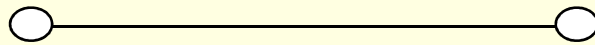
a) SN tiga tingkat



b) SN empat tingkat

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

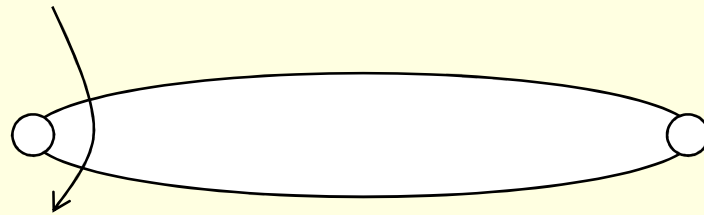
Link Tunggal



Pada gambar diatas, misal beban yang dibawa adalah a Erlang, maka probabilitas link sibuk $p = a$, probabilitas link bebas $q = 1 - p = 1 - a$

Maka probabilitas semua link sibuk atau probabilitas blocking $B = p = a$ (karena jumlah link hanya satu).

Link Paralel



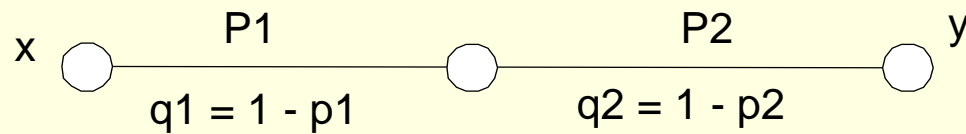
Probabilitas 1 link sibuk $p = a$

Probabilitas kedua link sibuk bersamaan : $B = p^2$

Probabilitas memperoleh link yang bebas : $Q = 1 - p$

Jika ada n buah link paralel maka : $B = p^N$
 $Q = 1 - p^N$

Link Seri



Untuk menghubungkan inlet x ke outlet y, diperlukan kedua link diatas secara bersamaan. Probabilitas memperoleh hubung

$$Q = q_1 \cdot q_2 = (1 - p_1)(1 - p_2)$$

$$B = 1 - Q$$

$$B = 1 - q_1 q_2$$

Secara umum untuk sistem dengan n buah link seri :

$$Q = \prod_{i=1}^n (1 - q_i)$$

$$B = 1 - \prod_{t=1}^n (1 - q_t)$$

Jika

$$q_1 = q_2 = q \rightarrow Q = q^n$$

$$B = 1 - q^n$$

Atau

$$Q = q^n$$

$$B = 1 - q^n$$

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

Probabilitas Blocking Linier Graph dari SN tiga tingkat

$$B = \left\{ 1 - \left(1 - \frac{p'}{\beta} \right)^2 \right\}^k$$

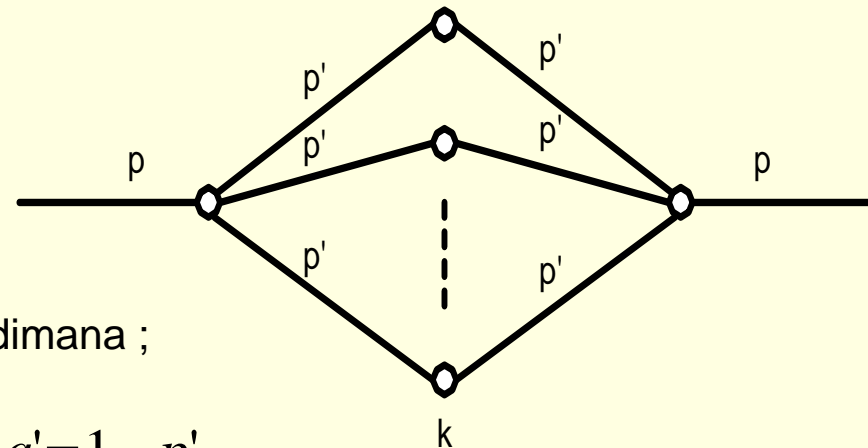
$$p' = p \frac{n}{k} \text{ dimana } \beta = k/n$$

maka

$$p' = \frac{p}{\beta}$$

Probabilitas semua jalur sibuk :

$$B = \left(1 - q'^2 \right)^k$$



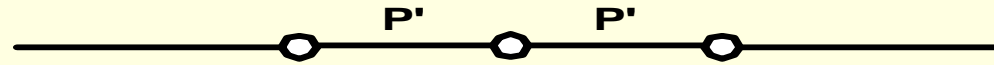
dimana ;

$$q' = 1 - p'$$

$$p' = \frac{p}{\beta}$$

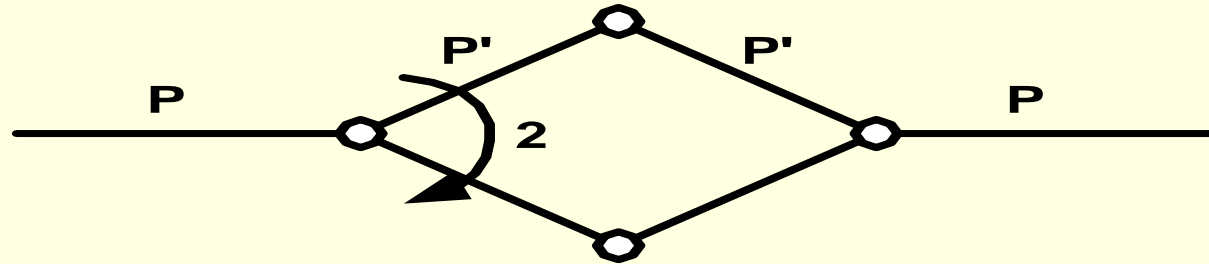
$$\beta = \frac{k}{n}$$

Penurunan persamaan probabilitas blocking 3 tingkat :

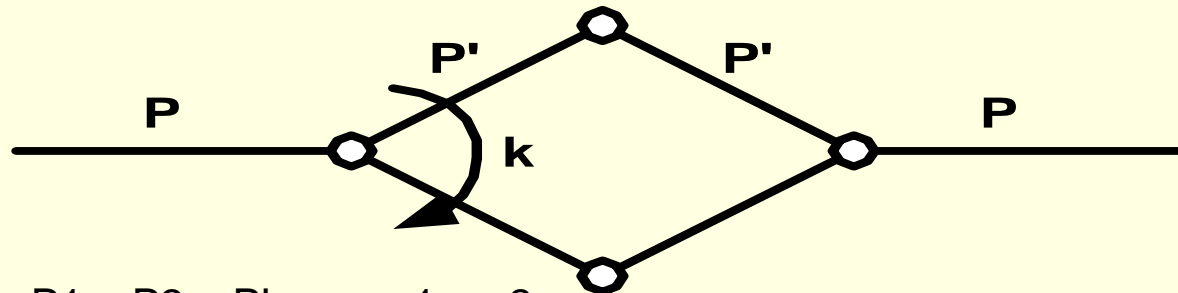


$$Q1 = q1 \cdot q2 = (1 - P1) (1 - P2)$$

$$B1 = 1 - q1q2 = 1 - (1 - P1) (1 - P2)$$



$$B = (1 - q1q2)^2 = \{ 1 - (1 - P1) (1 - P2) \}^2$$



$$P1 = P2 = P' \quad q1 = q2 = q'$$

$$Q1 = (q')^2 = (1 - P') (1 - P') = (1 - P')^2$$

$$B1 = 1 - (1 - P')^2$$

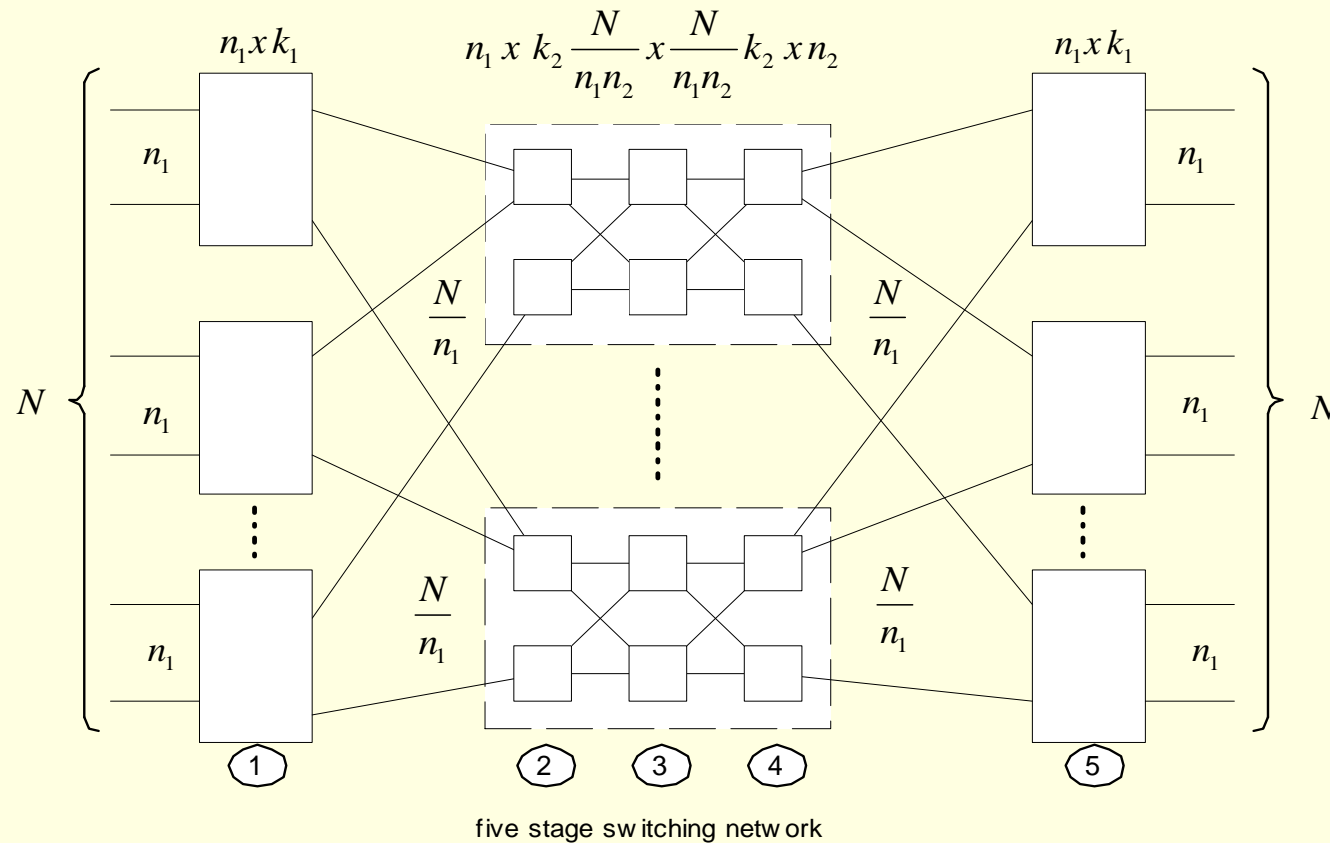
$$B = \{ 1 - (1 - P')^2 \}^k$$

$$B = \left\{ 1 - \left(1 - \frac{p'}{\beta} \right)^2 \right\}^k$$

$$P' = \frac{p}{\beta}$$

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

■ Probabilitas blocking Switching Network 5 tingkat

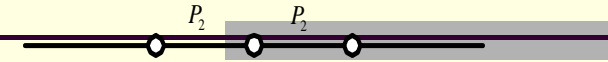
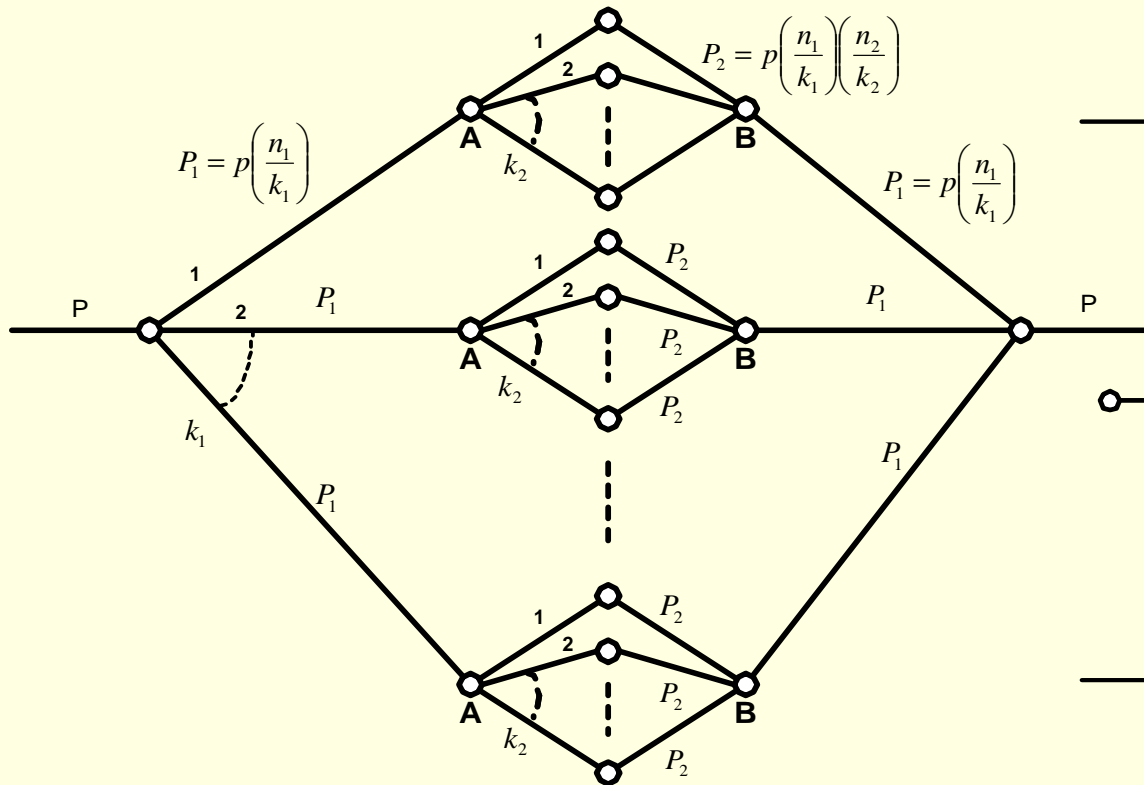


$$\mathbf{B} = \left\{ \mathbf{1} - \mathbf{q}_1^2 \left[\mathbf{1} - \left(\mathbf{1} - \mathbf{q}_2^2 \right)^{k_2} \right] \right\}^{k_1}$$

dimana : $q_1 = 1 - P_1$
 $q_2 = 1 - P_2$

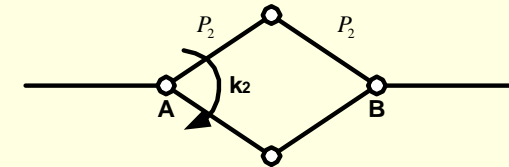
PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

■ Probabilitas blocking Switching Network 5 tingkat



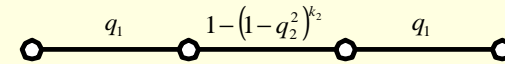
$$Q_A = (q_2)^2$$

$$B_A = 1 - (q_2)^2$$



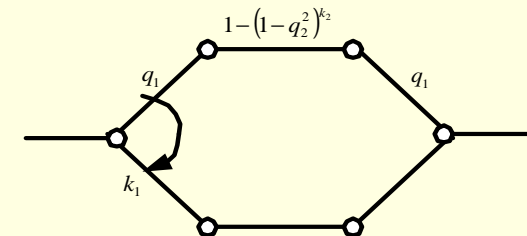
$$B_B = (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

$$Q_B = 1 - (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

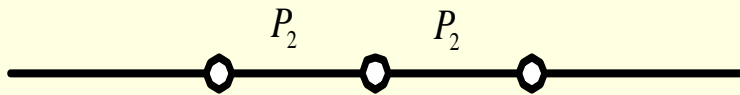


$$Q_C = (q_1)^2 (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

$$B_C = 1 - (q_1)^2 (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$



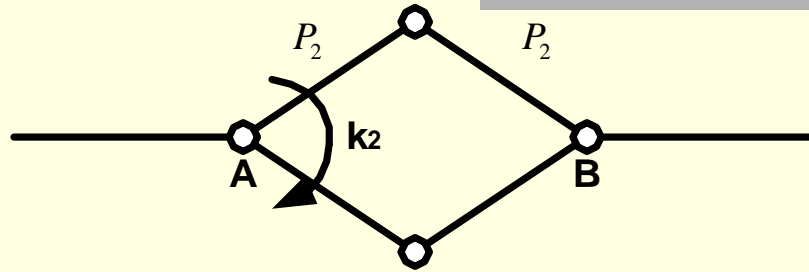
$$B = \left\{ 1 - (q_1)^2 \left(1 - \left(1 - (q_2)^2 \right)^{k_2} \right) \right\}^{k_1}$$



$$Q_A = (q_2)^2$$

$$B_A = 1 - (q_2)^2$$

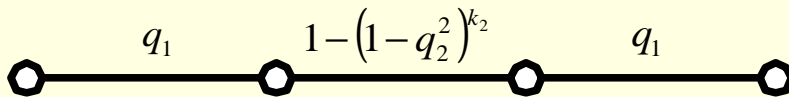
(1)



$$B_B = (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

$$Q_B = 1 - (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

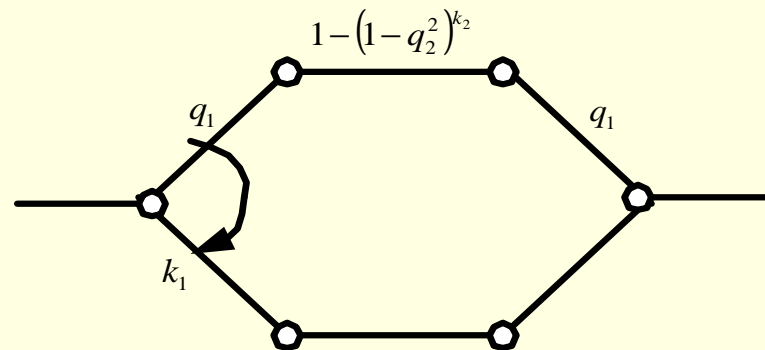
(2)



$$Q_C = (q_1)^2 (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

$$B_C = 1 - (q_1)^2 (1 - (q_2)^2)^{k_2}$$

(3)



$$B = \left\{ 1 - (q_1)^2 \left(1 - \left(1 - (q_2)^2 \right)^{k_2} \right) \right\} k_1$$

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

soal 1 :

- Jika diketahui blocking dari suatu switch bertingkat tiga adalah 0,002 dan kemungkinan inlet idle adalah 0,9 , besarnya factor konsentrator (β) = 0,313 maka hitunglah :
 - Berapa kebutuhan Nilai k (array tengah)
 - Berapa kubutuhan Ukuran group inlet /outletnya
 - Jumlah crosspoint jika diketahui jumlah inlet/ouletnya 2048

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

soal 1 :

- Jika diketahui blocking dari suatu switch bertingkat tiga adalah 0,002 dan kemungkinan inlet idle adalah 0,9 , besarnya factor konsentrator (β) = 0,313 maka hitunglah :
 - Berapa kebutuhan Nilai k (array tengah)
 - Berapa kubutuhan Ukuran group inlet /outletnya
 - Jumlah crosspoint jika diketahui jumlah inlet/ouletnya 2048

Jawaban

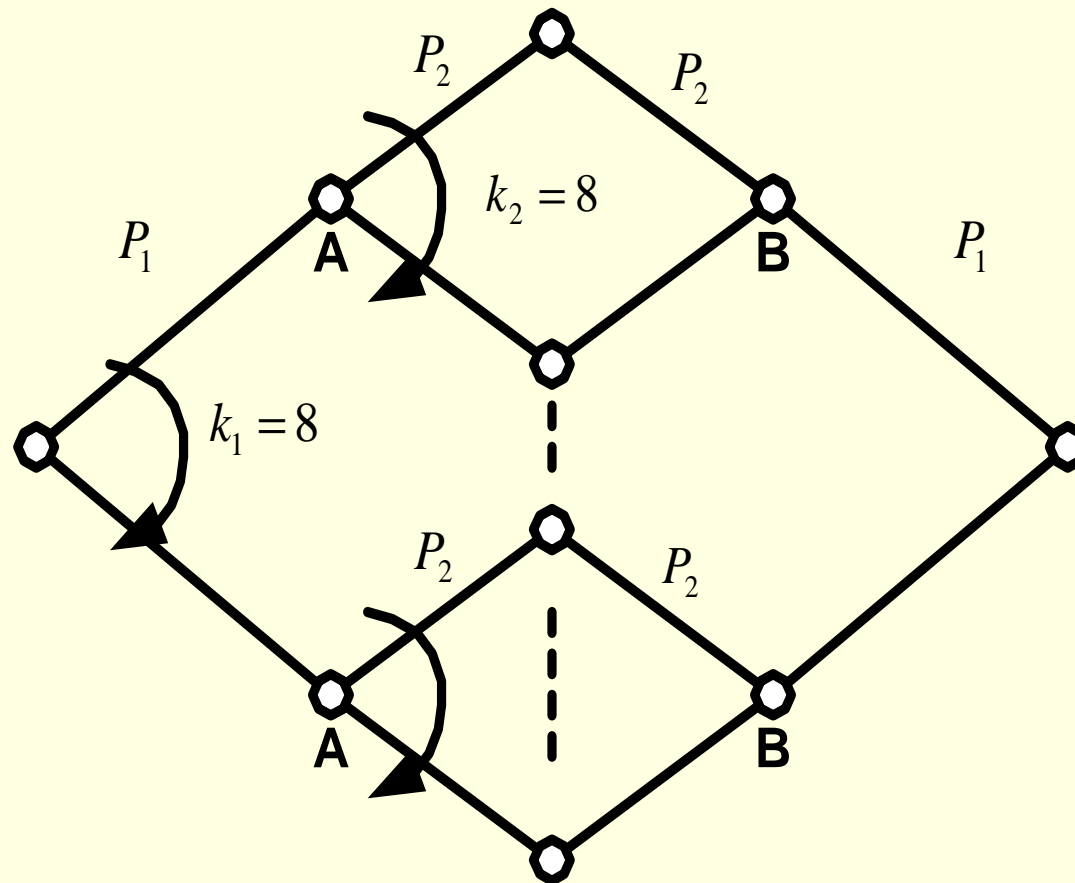
a. $q = 0,9$ shg. $P = 1 - q = 1 - 0,9 = 0,1$
 $B = (1 - (1 - P/\beta)^2)^k$
 $0,002 = (1 - (1 - 0,1/0,313)^2)^k$
 $= (0,537)^k$
 $-2,69 = -0,27k$
 $k = 9,996 \approx 10$

b. $\beta = k/n$ $n = 10/0,313 = 31,9 \approx 32$

c. $N_x = 2 Nk + k (N/n)^2$
 $= 2 (2048) (10) + (10) (2048/32)^2$
 $= 40.906 + 40.906$
 $= 81.920$ cp

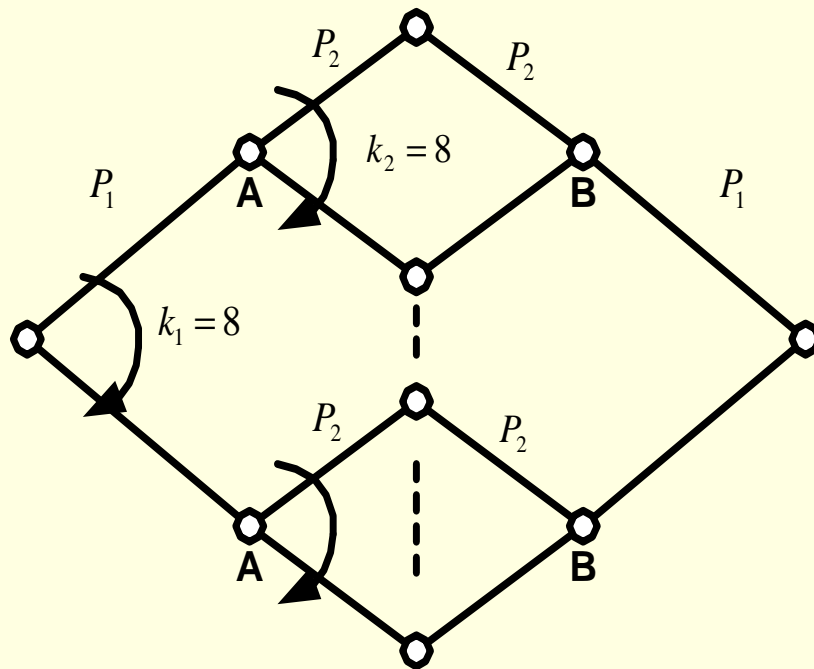
PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

Hitung probabilitas blocking total jika diketahui $P_1 = 0,1$ dan $P_2 = 0,2$



PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

Hitung probabilitas blocking total jika diketahui $P_1 = 0,1$ dan $P_2 = 0,2$



Jawaban :

Langsung menggunakan rumus probabilitas blocking :

$$q_1 = 1 - P_1 = 1 - 0,1 = 0,9$$

$$q_2 = 1 - P_2 = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$B_{\text{total}} = \{ 1 - (q_1)^2 (1 - (1 - (q_2)^2)^{k_2}) \}^{k_1}$$

$$= \{ 1 - (0,9)^2 (1 - (1 - (0,8)^2)^8) \}^8$$

$$= \{ 1 - 0,81 (1 - (0,36))^8 \}^8$$

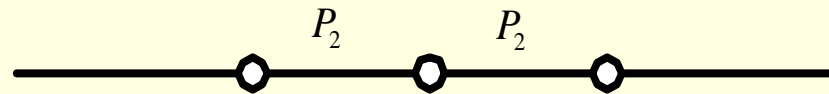
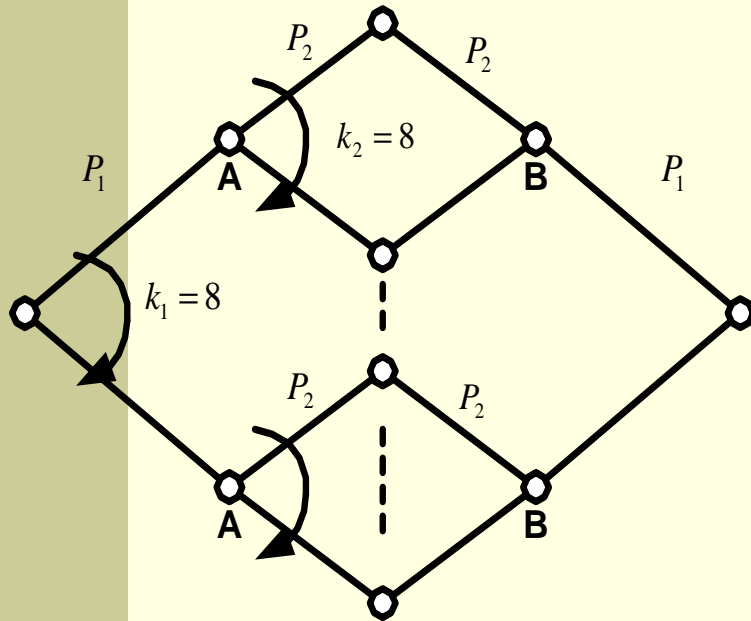
$$= \{ (0,19) (0,999) \}^8$$

$$= (0,1899)^8$$

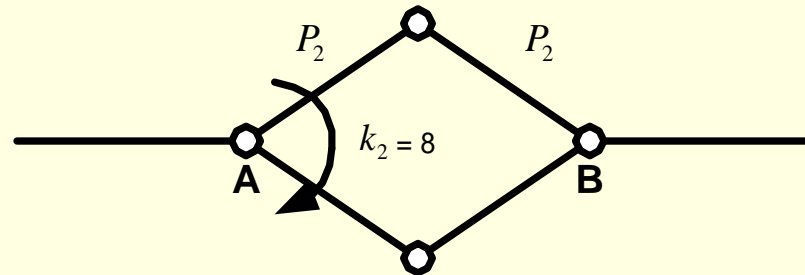
$$= 1,69 \times 10^{-6}$$

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

Hitung probabilitas blocking total jika diketahui $P_1 = 0,1$ dan $P_2 = 0,2$

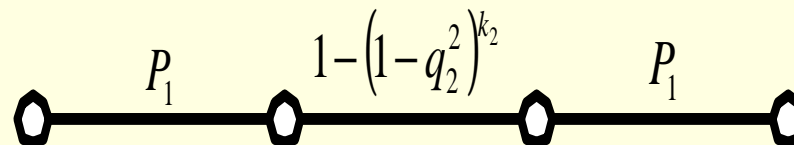


$$Q_2 = (q_2)^2 = (1 - P_2)(1 - P_2) = (0,8)(0,8) = 0,64$$



$$B = (1 - q_2)^{k_2} = (1 - 0,64)^8 = (0,36)^8 = 2,8 \times 10^{-4}$$


$$Q = 1 - B = 1 - 2,8 \times 10^{-4} = 0,99999 = 1$$



$$Q_1 = (1 - P_1)(1 - P_2) (1 - (1 - q_2)^{k_2}) = 0,9 \times 0,9 \times 1 = 0,81$$

$$B = 1 - Q_1 = 1 - 0,81 = 0,19$$

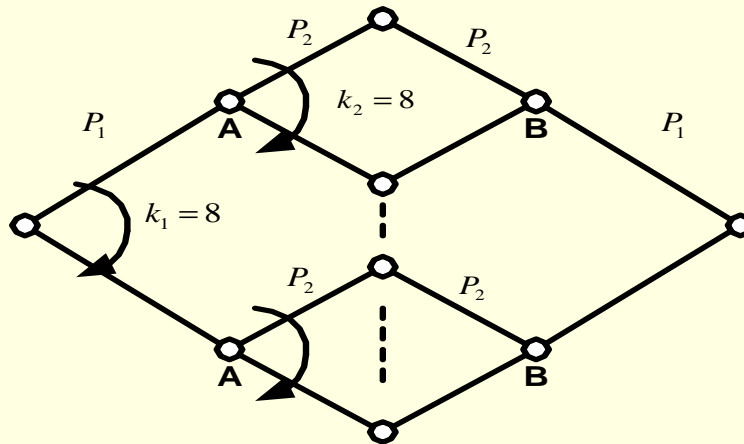
$$B_{\text{total}} = (1 - Q_1)^8 = (0,19)^8 = 1,6798 \times 10^{-6}$$



The end

PROBABILITAS BLOCKING LEE GRAPH

Hitung probabilitas blocking total jika diketahui $P_1 = 0,1$ dan $P_2 = 0,2$



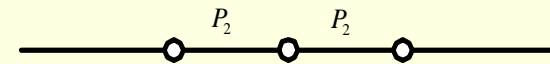
Jawaban :

Langsung menggunakan rumus probabilitas blocking :

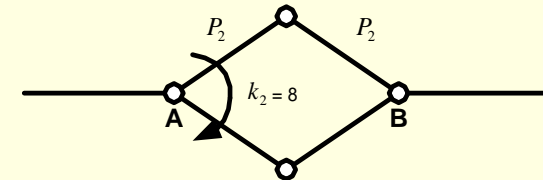
$$q_1 = 1 - P_1 = 1 - 0,9 = 0,1$$

$$q_2 = 1 - P_2 = 1 - 0,2 = 0,8$$

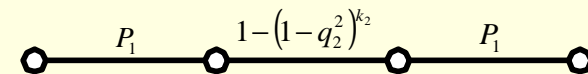
$$\begin{aligned} B_{\text{total}} &= \{ 1 - (q_1)^2 (1 - (1 - (q_2)^2)^{k_2}) \}^{k_1} \\ &= \{ 1 - (0,9)^2 (1 - (1 - (0,8)^2)^8) \}^8 \\ &= \{ 1 - 0,81 (1 - (0,36))^8 \}^8 \\ &= \{ (0,19) (0,999) \}^8 \\ &= (0,1899)^8 \\ &= 1,69 \times 10^{-6} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} Q_2 &= (q_2)^2 = (1 - P_2) (1 - P_2) \\ &= (0,8)(0,8) = 0,64 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} B &= (1 - q_2)^{k_2} = (1 - 0,64)^8 = (0,36)^8 = 2,8 \times 10^{-4} \\ Q &= 1 - B = 1 - 2,8 \times 10^{-4} = 0,99999 \approx 1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} Q_1 &= (1 - P_1)(1 - P_2) (1 - (1 - q_2)^{k_2}) = 0,9 \times 0,9 \times 1 = 0,81 \\ B &= 1 - Q_1 = 1 - 0,81 = 0,19 \\ B_{\text{total}} &= (1 - Q_1)^8 = (0,19)^8 = 1,6798 \times 10^{-6} \end{aligned}$$