

# Mata Kuliah

# Dasar Teknik Digital

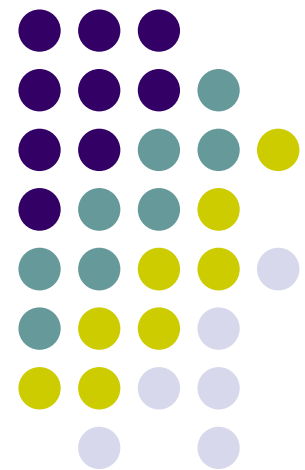
# TKE 113



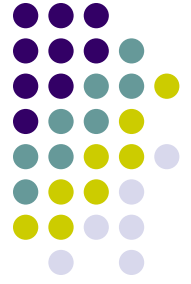
## 10. DESAIN RANGKAIAN BERURUT

Ir. Pernantin Tarigan, M.Sc  
Fahmi, S.T, M.Sc

Departemen Teknik Elektro  
Universitas Sumatera Utara USU  
2006

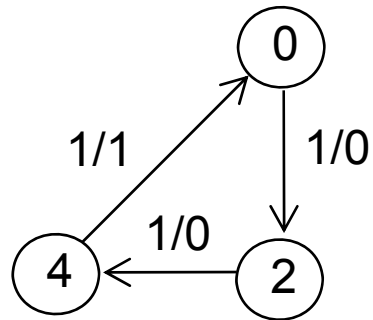
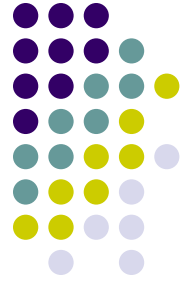


# Desain Pencacah Nilai, spesifikasi:

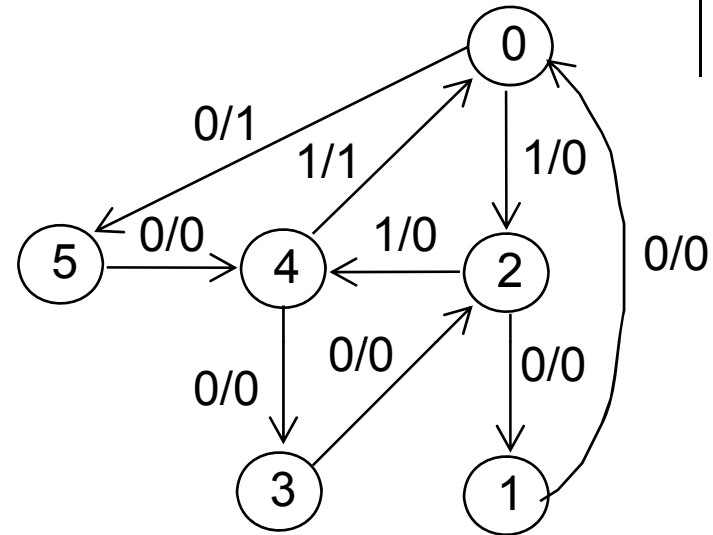


- $X=1$  cacahan naik 2,  $z= 1$  jika cacahan  $> 5$
- $X=0$  cacahan turun 1,  $z= 1$  jika cacahan  $< 0$   
→ mesin Mealy

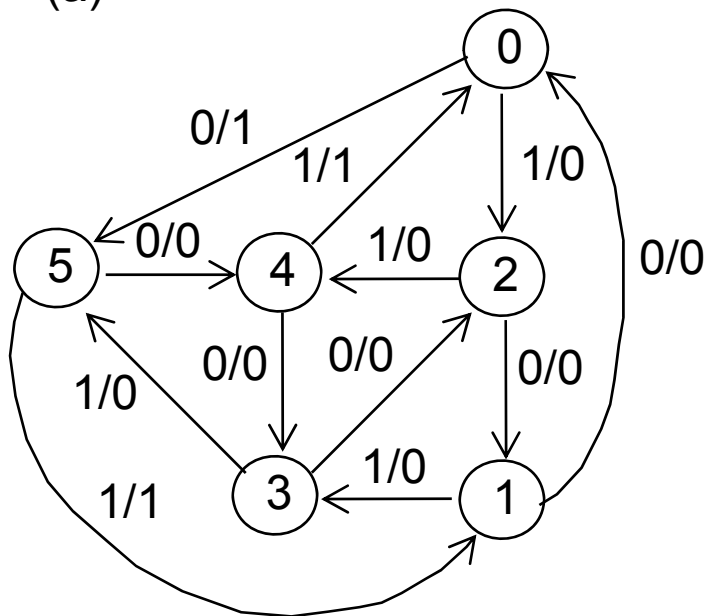
# Desain Pencacah Nilai



(a)

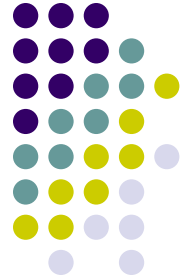


(b)



(c)

# Pencacah Nilai: Tabel Keadaan



Keadaan sekarang	Keadaan berikut		Keluaran sekarang	
	x=0	x=1	x=0	x=1
	0	5	2	1
1	0	3	0	0
2	1	4	0	0
3	2	5	0	0
4	3	0	0	1
5	4	1	0	1

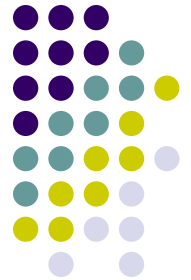
(a)

ABC	A+B+		Z	
	x=0	x=1	x=0	x=1
000	1	0	1	0
001	0	0	0	0
010	0	1	0	0
011	0	1	0	0
100	0	0	0	1
101	1	0	0	1

(b)

Dengan penetapan keadaan seperti tabel (b) maka pers. masukan untuk realisasi dengan flip-flop T dapat ditentukan sbb.:

# Realisasi dengan flio-flop T



	A+B+ C+		T <sub>A</sub>		T <sub>B</sub>		T <sub>C</sub>	
ABC	x=0	x=1	x=0	x=1	x=0	x=1	x=0	x=1
000	101	010	1	0	0	1	1	0
001	000	011	0	0	0	1	1	0
010	001	100	0	1	1	1	1	0
011	010	101	0	1	0	1	1	0
100	011	000	1	1	1	0	1	0
101	100	001	0	1	0	1	1	0
110	xxx	xxx	x	x	x	x	x	x
111	xxx	xxx	x	x	x	x	x	x

BC \ xA	00	01	11	10
00	①	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	x	x	0
10	0	x	x	0

$$Z = xA + \overline{x}\overline{A}\overline{B}\overline{C}$$

BC \ xA	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	0	0	1	0
11	0	x	x	1
10	0	x	x	1

T<sub>A</sub>

BC \ xA	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	0	0	1
11	0	x	x	1
10	1	x	x	1

T<sub>B</sub>

BC \ xA	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	1	0	0
11	1	x	x	0
10	1	x	x	0

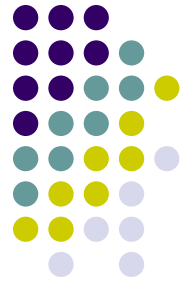
T<sub>C</sub>

Desember 2006  $T_A = \overline{x}\overline{B}\overline{C} + xA + xB$

$T_B = \overline{x}\overline{A}\overline{C} + \overline{x}A + BC$

$T_C = \overline{x}$

# Desain Detektor Urutan, spesifikasi:



- $Z=1$  jika masukan muncul dalam urutan 010.
- $Z=0$  jika urutan masukan bukan 010.

Contoh deretan masukan dan keluaran:

Input X : 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0

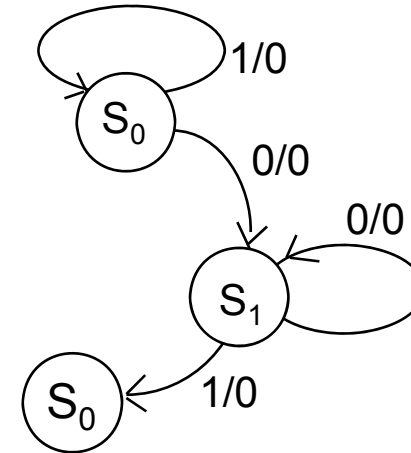
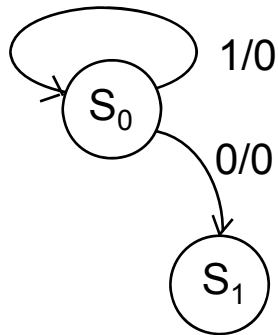
Output Z : 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

- Ingat keadaan telah menerima masukan 0
- Ingat keadaan telah menerima masukan 01
- Ingat keadaan telah menerima masukan 010

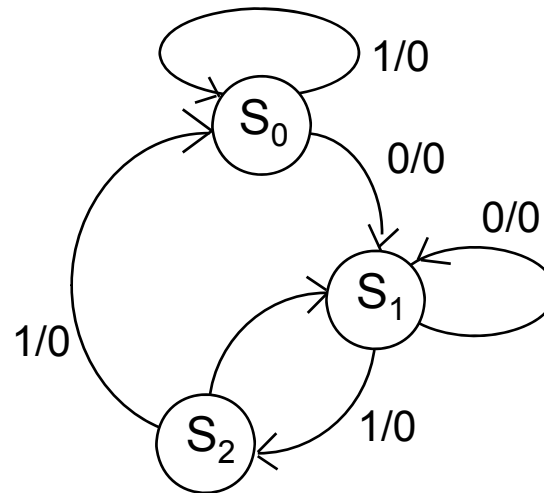
# Diagram Keadaan

# Mealy

detektor urutan  $x = 010$



(b)



(c)

# Tabel Keadaan

## detektor urutan $x=010$



Keadaan sekarang	Keadaan berikut		Keluaran sekarang	
	X=0	X=1	X=0	X=1
$S_0$	$S_1$	$S_0$	0	0
$S_1$	$S_1$	$S_2$	0	0
$S_2$	$S_1$	$S_0$	1	0

AB	$A+B^+$		Z	
	X=0	X=1	X=0	X=1
00	01	00	0	0
01	01	10	0	0
10	01	00	1	0

AB \ x	00	01	11	10
0	0	0	x	0
1	0	1	x	0

$A^+$

$$J_A = B \quad K_A = 1$$

AB \ x	00	01	11	10
0	1	1	x	1
1	0	0	x	0

$B^+$

$$J_B = \bar{x} \quad K_B = x$$

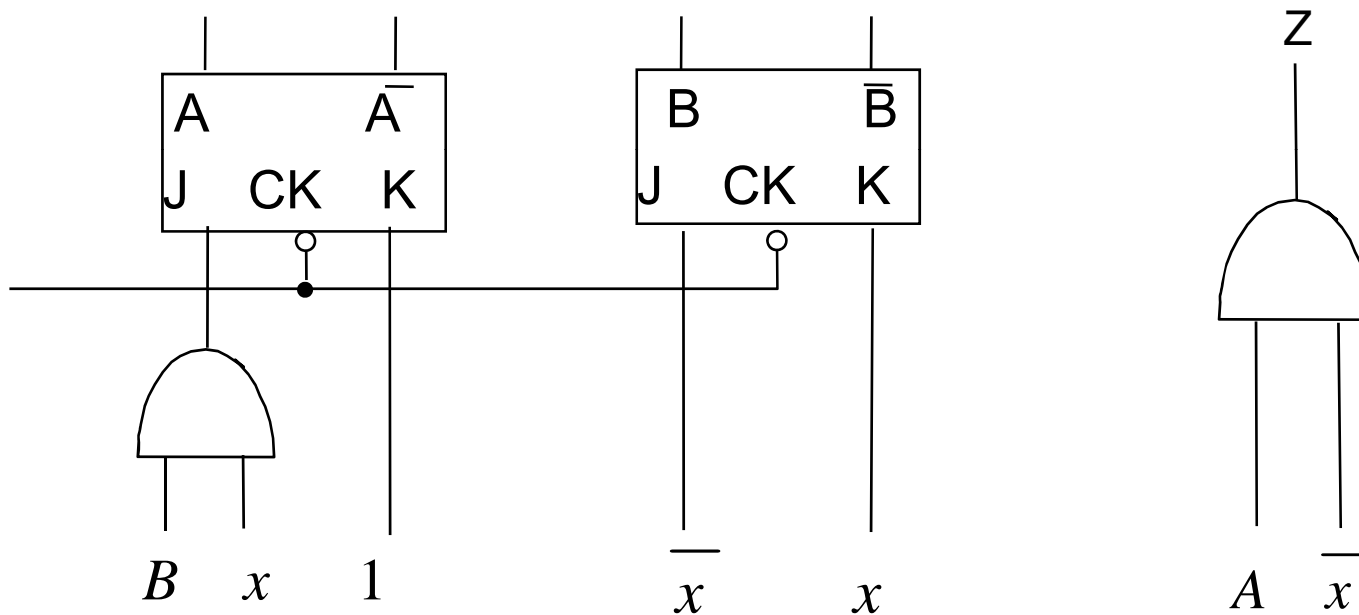
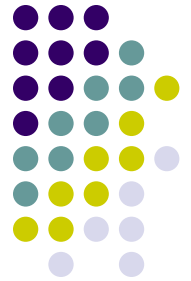
AB \ x	00	01	11	10
0	0	0	x	1
1	0	0	x	0

$$Z = \bar{x} A$$



# Rangkaian

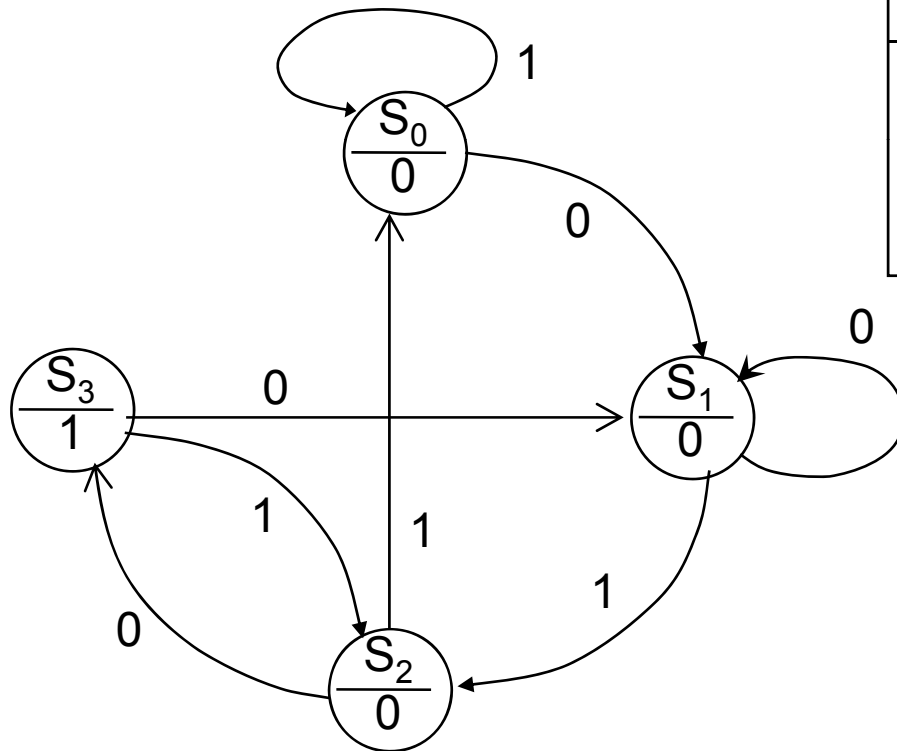
detektor urutan  $x = 010$



# Diagram Keadaan

# Moore

detektor urutan  $x=010$



Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran sekarang (Z)
	x = 0	x = 1	
S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	0
S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	0
S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>	0
S <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	1

A B	A+ B+		Z
	x=0	x=1	
0 0	0 1	0 0	0
0 1	0 1	1 0	0
1 0	1 1	0 0	0
1 1	0 1	0 1	1

# Realisasi dengan flip-flop T



	AB	00	01	11	10
x	0			x	1
	1		1	x	1

$A^+$

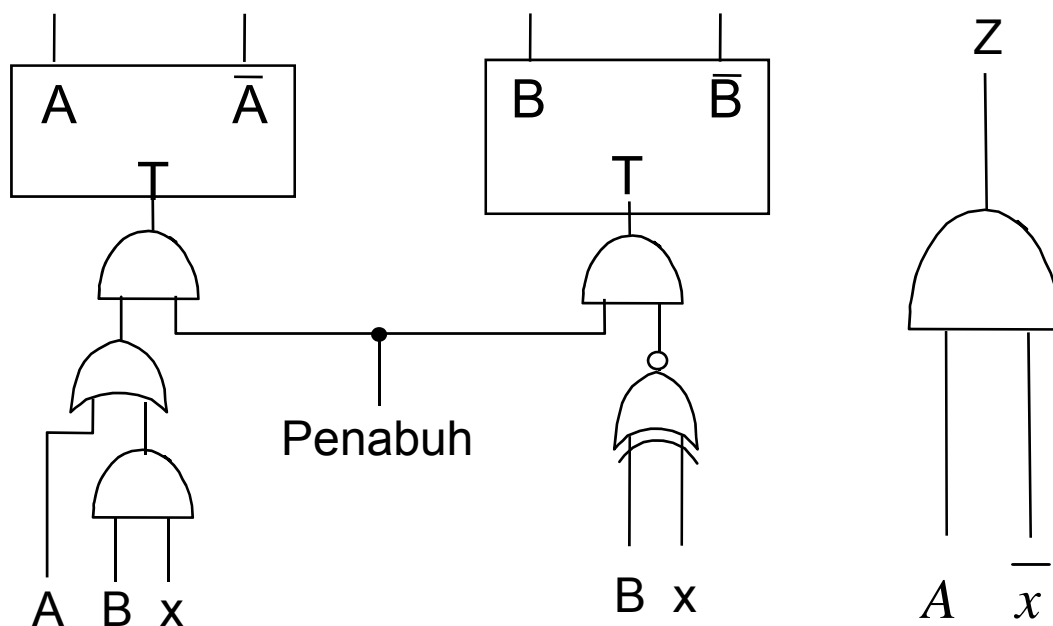
$$T_A = A + Bx$$

	AB	00	01	11	10
x	0	1		x	1
	1		1	x	

$B^+$

$$T_B = \overline{B} \overline{x} + Bx$$

$$= B \oplus x$$



# Penyederhanaan Tabel Keadaan



- Pencocokan Baris (Row Matching)
- Peta Pasangan (Pair Chart)

Pencocokan Baris:

Syarat baris sama:

- Keluaran sama (Potensial sama, ini pertama)
- Keadaan berikut untuk setiap masukan sama atau tidak konflik

Perancangan detektor urutan masukan "110" atau "101" yang memberikan keluaran 1.

Contoh masukan:

$x = 0010110010100110100011100$

~~$z = 00001010001000011000000010$~~

# Detektor urutan $x=110$ & $101$

## Tabel Keadaan awal



Urutan masukan	Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran	
		$x = 0$	$x = 1$	$x=0$	$x=1$
reset	A	B	C	0	0
0	B	D	E	0	0
1	C	F	G	0	0
00	D	D	E	0	0
01	E	F	G	0	0
10	F	D	E	0	1
11	G	F	G	1	0

- Keadaan (baris) potensial sama: (A,B,C,D,E) [F dan G tak ada yang potensial sama]
- Syarat kesamaan:  $A = B$ : ( $B = D$ ) dan ( $C = E$ );  
 $A = C$ : ( $B = F$ ) dan ( $C = G$ );       $A = D$ : ( $B = D$ ) dan ( $C = E$ );  
 $A = E$ : ( $B = F$ ) dan ( $C = G$ );       $B = C$ : ( $D = F$ ) dan ( $E = G$ );  
 $B = D$ : ( $D = D$ ) dan ( $E = E$ );       $B = E$ : ( $D = F$ ) dan ( $E = G$ );  
 $C = D$ : ( $D = F$ ) dan ( $E = G$ );       $C = E$ : ( $F = F$ ) dan ( $E = E$ )

# Tabel Keadaan dengan B=D dan C=E



Urutan masukan	Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran	
		x = 0	x = 1	x=0	x=1
reset	A	B	C	0	0
0	B	<del>D</del> B	<del>E</del> C	0	0
1	C	F	G	0	0
<del>00</del>	<del>D</del>	<del>D</del>	<del>E</del>	<del>0</del>	<del>0</del>
<del>01</del>	<del>E</del>	<del>F</del>	<del>G</del>	<del>0</del>	<del>0</del>
10	F	<del>D</del> B	<del>E</del> C	0	1
11	G	F	G	1	0

D = B  
E = C

Urutan masukan	Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran	
		x = 0	x = 1	x=0	x=1
reset	A	B	C	0	0
0	B	B	C	0	0
1	C	F	G	0	0
10	F	B	C	0	1
11	G	F	G	1	0

A = B

# Tabel Keadaan dengan B=D, C=E dan A=B

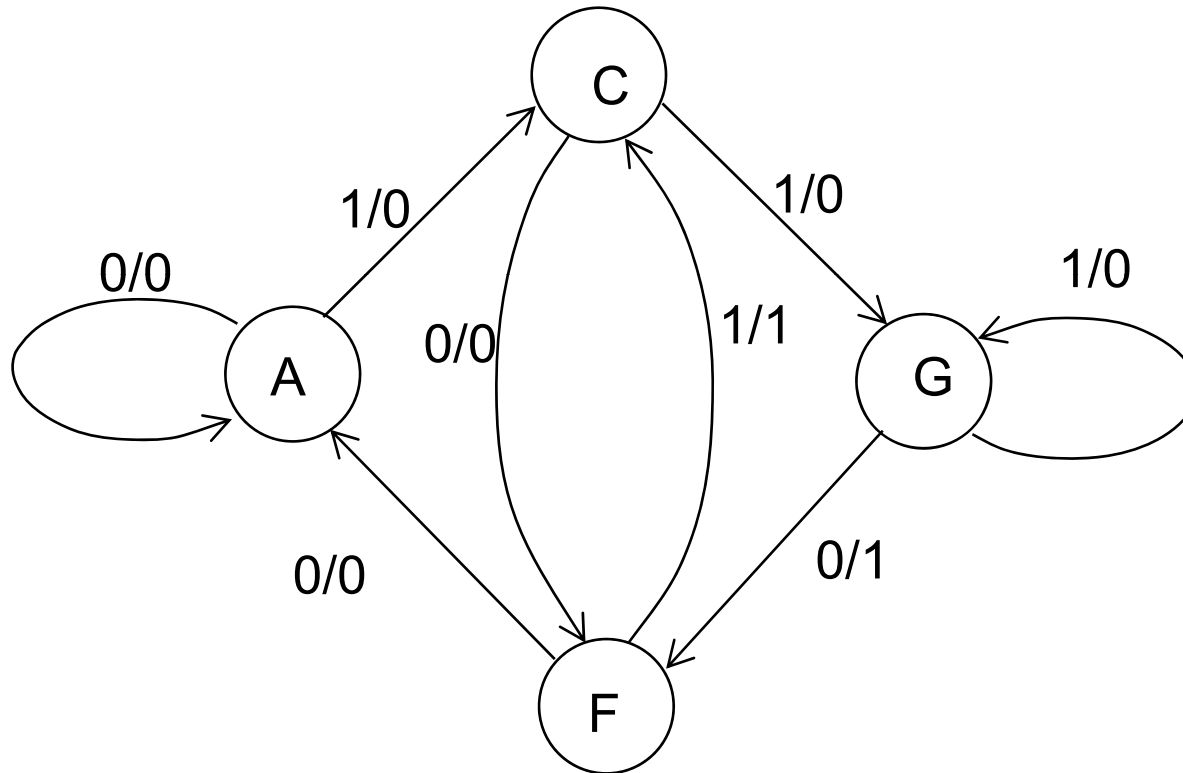
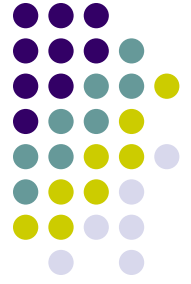


Urutan masukan	Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran	
		x = 0	x = 1	x=0	x=1
reset	A	<del>B</del> A	C	0	0
0	B	B	C	0	0
1	C	F	G	0	0
10	F	<del>B</del> A	C	0	1
11	G	F	G	1	0

A= B

Urutan masukan	Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran	
		x = 0	x = 1	x=0	x=1
reset	A	A	C	0	0
1	C	F	G	0	0
10	F	A	C	0	1
11	G	F	G	1	0

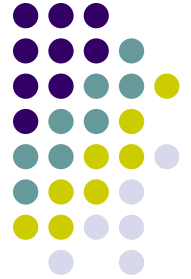
# Diagram Keadaan Akhir





# Peta Pasangan (Pair Chart)

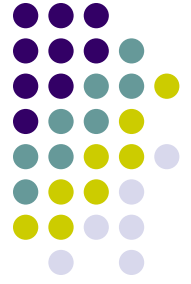
Untuk Detektor urutan  $x=110$  &  $101$



syarat  $B \equiv D$  dan  $C \equiv E$  terpenuhi  $\rightarrow$  Kotak (B,D) & (C,E) kosong  
 Keluaran berbeda  $\rightarrow$  A & F, A & G, B & F dsb di-"cross"

B	B,D C,E					
C	B,F C,G	D,F E,G				
D	B,D C,E		D,F E,G			
E	B,F C,G	D,F E,G		D,F E,G		
F	X	X	X	X	X	
G	X	X	X	X	X	X
	A	B	C	D	E	F

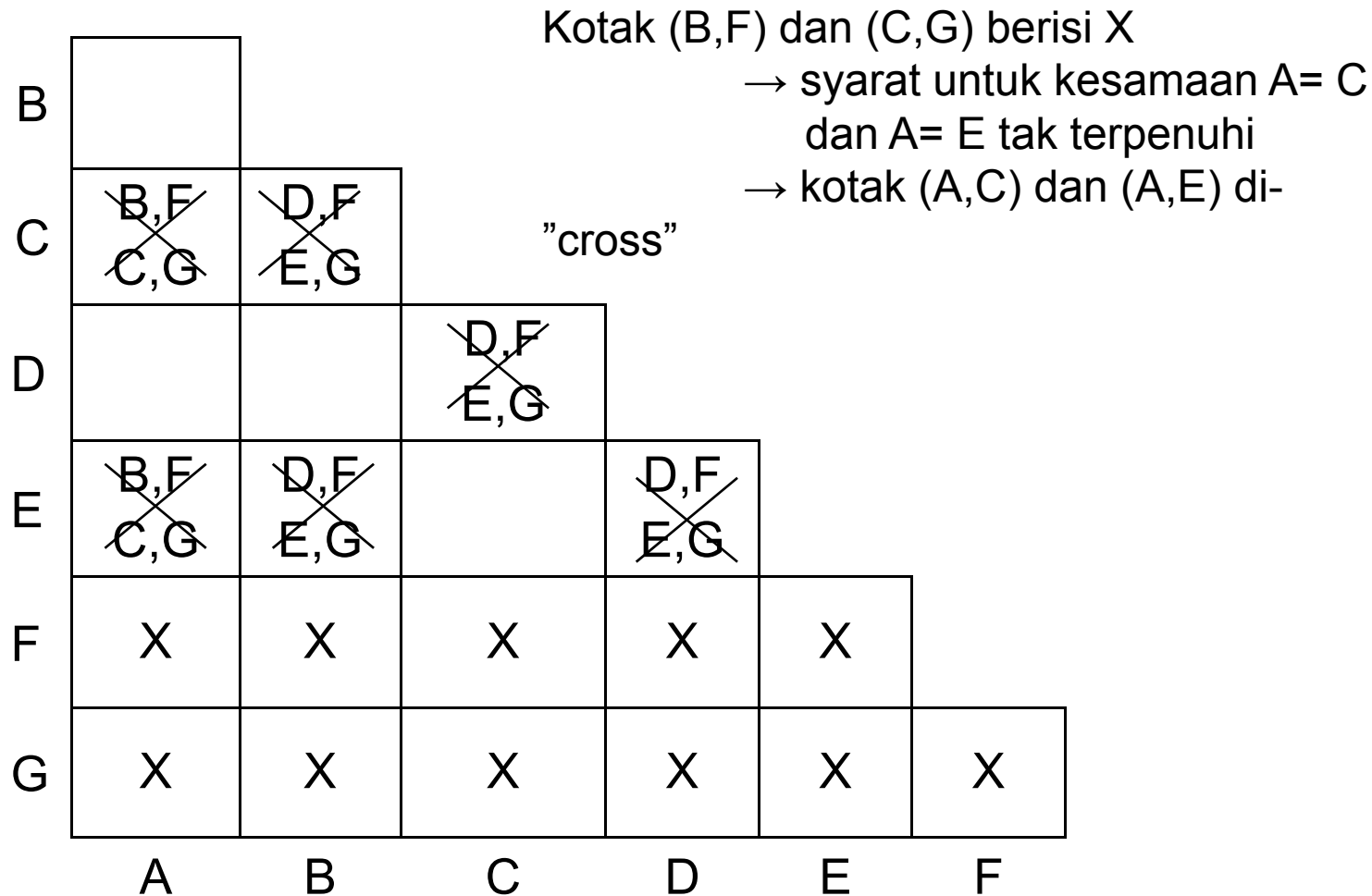
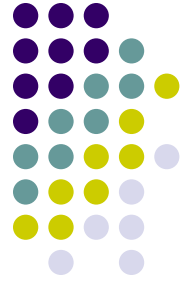
# Peta Pasangan



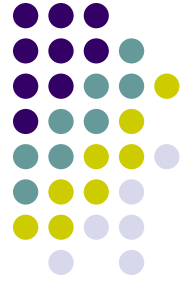
B	<del>B,D</del> <del>C,E</del>					
C	B,F C,G	D,F E,G				
D	<del>B,D</del> <del>C,E</del>		D,F E,G			
E	B,F C,G	D,F E,G		D,F E,G		
F	X	X	X	X	X	
G	X	X	X	X	X	X
	A	B	C	D	E	F

$A \equiv B$  hanya bila  $B \equiv D$  dan  $C \equiv E$   
 Kotak (B,D) dan (C,E) kosong  $\rightarrow B \equiv D$  dan  $C \equiv E$

# Peta Pasangan



# Peta Pasangan



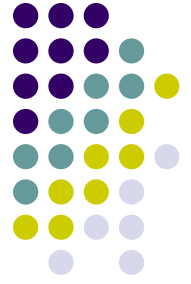
B						
C	X	X				
D			X			
E	X	X		X		
F	X	X	X	X	X	
G	X	X	X	X	X	X
	A	B	C	D	E	F

Kesetaraan total:

$A \equiv B \equiv D$  dan  $C \equiv E$

→ keadaan : A, C, F, G

# Penetapan Keadaan (State Assignment)



- Meminimumkan rangkaian gerbang masukan
- Cara coba-coba (Trial and Error)
  - Untuk 3 keadaan  $S_0, S_1, S_2$ ,  $\rightarrow$  butuh 2 flip-flop  
2 flip-flop menyediakan 4 keadaan  $\rightarrow$  terdapat beberapa kombinasi keadaan yang dapat dipilih:  
Untuk  $S_0 = 00$  terdapat 6 kombinasi:  $(00,01,10)$ ;  
 $(00,01,11)$ ;  $(00,10,01)$ ;  $(00,10,11)$ ;  $(00, 11,01)$ ;  $(00, 11,10)$ ;  
Terdapat juga sejumlah kombinasi untuk  $S_0 = 01$ ,  
10, dan 11.

# Penetapan Keadaan



- Penetapan 00 atau 000 atau 0000 ( 0 desimal) untuk keadaan pertama ( $S_0$ ) tidak ada ruginya dan penetapan  $S_0$  yang bukan 0 juga tidak memberikan keuntungan
- Pertukaran kolom (letak bit) tidak mengubah harga realisasi: (00,01,10) sama dengan (00,10, 01) kolom 1 (A) dipertukarkan dengan kolom 0 (B)
- Mengkomplemenkan satu atau lebih kolom tidak mengubah harga realisasi (Untuk Flip-flop simetris RS, JK dan T): (00,01,10) sama dengan (01,11, 00)  
mengkomplemenkan kolom 0 (B); sama dengan (10,11,00)  
mengkomplemenkan kolom 1 (A).

# Kombinasi 3 keadaan untuk 2 flip-flop



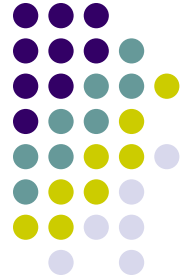
Keadaan Flip-flop																		
Keadaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Rangkaian	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
S <sub>0</sub>	00	00	00	00	00	00	01	01	01	01	01	01	10	10	10	10	10	10
S <sub>1</sub>	01	01	10	10	11	11	00	00	10	10	11	11	00	00	01	01	11	11
S <sub>2</sub>	10	11	01	11	01	10	10	11	00	11	00	10	01	11	00	11	00	01
Keadaan	19	20	21	22	23	24												
Rangkaian	AB	AB	AB	AB	AB	AB												
S <sub>0</sub>	11	11	11	11	11	11												
S <sub>1</sub>	00	00	01	01	10	10												
S <sub>2</sub>	01	10	00	10	00	01												

Kesamaan:

1=3=8=11=14=17=22=24  
 2=4=7=12=13=18=21=23  
 5=6=9=10=15=16=19=20

Jadi sebenarnya tinggal 3 pilihan:  
 1 atau 2 atau 5

# Kombinasi keadaan



Keadaan sekarang	Keadaan-berikut		Keluaran Z	
	x = 0	x = 1	x = 0	x = 1
$S_0$	$S_1$	$S_0$	0	0
$S_1$	$S_1$	$S_2$	0	0
$S_2$	$S_1$	$S_0$	1	0

A B	A+ B+		Z	
	x=0	x=1	x=0	x=1
00	01	00	0	0
01	01	10	0	0
10	01	00	1	0

$(S_0, S_1, S_2) = (00, 01, 10)$

A B	A+ B+		Z	
	x=0	x=1	x=0	x=1
00	01	00	0	0
01	01	11	0	0
11	01	00	1	0

$(S_0, S_1, S_2) = (00, 01, 11)$

A B	A+ B+		Z	
	x=0	x=1	x=0	x=1
00	11	00	0	0
11	11	01	0	0
01	11	00	1	0

$(S_0, S_1, S_2) = (00, 11, 01)$





	<del>AB</del>				<del>AB</del>					AB				
<del>x</del>	00	01	11	10	<del>x</del>	00	01	11	10	<del>x</del>	00	01	11	10
0	0	0	x	0	0	1	1	x	1	0	0	0	x	1
1	0	1	x	0	1	0	0	x	0	1	0	0	x	0
	$A^+$				$B^+$					$Z$				

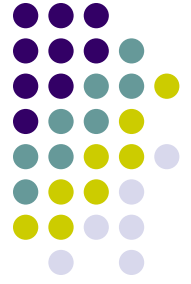
(a)

$$J_A = BX; K_A = 1$$

$$J_B = \bar{x}; K_B = x$$

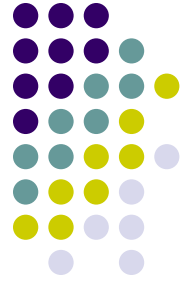
$$Z = \underline{A}x$$

# Pedoman Penetapan Keadaan berdasarkan keberdekatan



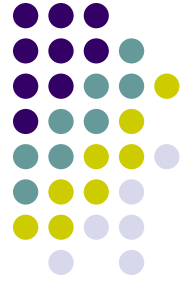
- Keadaan-keadaan yang untuk satu masukan mempunyai keadaan-berikut yang sama hendaknya diberikan keadaan yang berdekatan (adjacent).
- Keadaan-keadaan yang merupakan keadaan-berikut bagi keadaan yang sama hendaknya diberikan keadaan yang berdekatan
- Keadaan-keadaan yang mempunyai keluaran yang sama untuk suatu masukan hendaknya diberikan keadaan yang berdekatan. Pedoman ini digunakan dalam penyederhanaan fungsi keluaran

# Penempatan keadaan-keadaan ke dalam peta Karnaugh



- Mulailah menempatkan keadaan awal di kotak nol.
- Dahulukanlah memenuhi keberdekatan pedoman 1 dan keberdekatan yang lebih banyak dituntut
- Tempatkanlah 3 atau 4 keadaan yang dituntut berdekatan oleh pedoman pada 4 kotak yang berdekatan.
- Gunakanlah pedoman 3 dalam penyederhanaan peta keluaran, tetapi masih harus mendahulukan pedoman 1 dan 2.

# Tabel Keadaan Contoh



Keadaan sekarang	Keadaan berikut		Keluaran sekarang	
	X=0	X=1	X=0	X=1
A	B	C	0	0
B	D	C	0	0
C	B	E	0	0
D	F	C	0	0
E	B	G	0	0
F	F	C	1	0
G	B	G	0	1

## Keberdekatan:

1. (A,C,E,G), (A,B,D,F), (D,F), (E,G)
2. (B,C), (C,D), (B,E), (C,F)2X, (B,G)2X

