

BAB V DISAIN RANGKAIAN LOGIKA

Pada Bab ini akan dipelajari prosedur-prosedur dasar yang digunakan dalam mendesain rangkaian-rangkaian logika apabila persyaratan-persyaratan yang diinginkan diberikan. Persyaratan-persyaratan tersebut biasanya diberikan dalam salah bentuk tabel kebenaran yang menunjukkan level output yang diinginkan untuk semua kombinasi-kombinasi input. Pada rangkaian logika kombinatorial, output pada setiap saat waktu tertentu hanya bergantung kepada level-level input yang ada pada saat itu.

5.1 Ekspresi-Ekspresi Sum-of-Products dan Product-of-Sums

Bentuk-bentuk umum yang digunakan dalam metode desain rangkaian logika yaitu Sum-of-Products (SOP) atau Jumlah-hasil kali. Beberapa contoh dari bentuk SOP sebagai berikut :

1. $ABC + A'BC'$
2. $AB + A'BC' + C'D' + D$

Bentuk umum kedua adalah bentuk Product-of-Sums (POS) atau hasil kali-jumlah, beberapa contohnya adalah sebagai berikut :

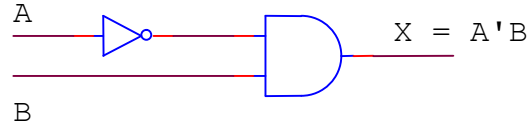
1. $(A + B + C) \cdot (C + D)$
2. $(A + B) \cdot (C + D) \cdot (E + F)$

5.2 Menurunkan Suatu Ekspresi Dari Suatu Tabel Kebenaran SOP

Apabila level output yang diinginkan dari suatu rangkaian logika diketahui untuk semua keadaan-keadaan input yang mungkin, hasil-hasilnya dapat dengan mudah ditunjukkan dengan suatu tabel kebenaran, yang kemudian dapat dibuat ekspresi Booleannya. Misalnya, gambar 5.1, dimana ditunjukkan oleh suatu tabel kebenaran untuk suatu rangkaian yang mempunyai input A dan B, dan output X. Tabel tersebut menunjukkan bahwa output X berada pada level 1 hanya untuk kasus dimana $A = 0$ dan $B = 1$.

Sehingga dapat dituliskan persamaan outputnya yaitu $X = A'B$. Disain yang digunakan dalam kasus tersebut adalah AND gate dengan input-input A' dan B.

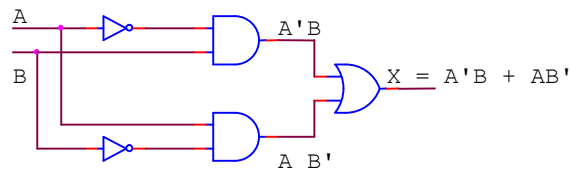
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0



Gambar 5.1

Sekarang perhatikan kasus yang ditunjukkan pada tabel kebenaran yang menunjukkan bahwa output X harus 1 untuk dua kasus yang berbeda : A = 0, B = 1 dan A = 1, B = 0. Berdasarkan persyaratan tersebut dapat dituliskan persamaan output $X = A'B + AB'$. Disain rangkaian logika-nya ditunjukkan pada gambar 5.2.

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Gambar 5.2

Latihan :

Rancanglah suatu rangkaian logika yang mempunyai tiga input, A, B, dan C. Outputnya akan tinggi hanya apabila mayoritas dari input-inputnya tinggi.

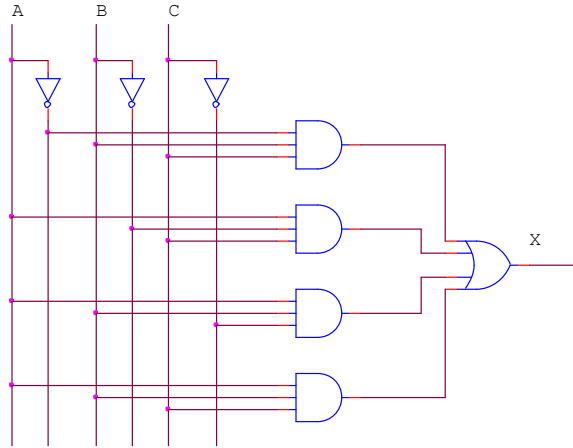
Jawaban :

Langkah pertama adalah membuat tabel kebenaran berdasarkan persyaratan tersebut

A	B	C	X	
0	0	0	0	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	$A'BC$
1	0	0	0	
1	0	1	1	$AB'C$
1	1	0	1	ABC'
1	1	1	1	ABC

Ekspresi SOP untuk X dapat ditulis sebagai :

$$X = A'BC + AB'C + ABC' + ABC$$



Gambar 5.3

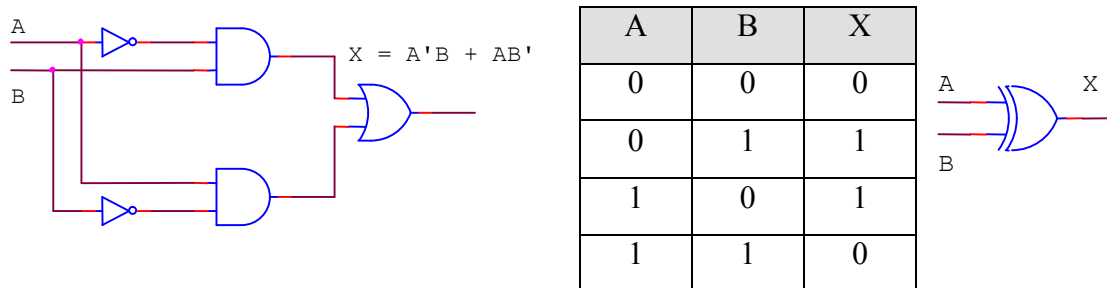
5.3 Rangkaian-Rangkaian Exclusive OR dan Exclusive NOR

Dua rangkaian khusus yang sering digunakan dalam system-sistem digital adalah rangkaian exclusive-OR dan exclusive-NOR.

Exclusive-OR (EX-OR) :

Perhatikan rangkaian logika 5.4. bentuk persamaan output dari rangkaian ini adalah :

$$X = A'B + AB'$$



Gambar 5.4 Rangkaian EX-OR, Tabel kebenaran dan Simbol

Tabel kebenarannya menunjukkan bahwa, output $X = 1$ untuk dua kasus : $A = 0, B = 1$ dan $A = 1, B = 0$. Dengan kata lain, rangkaian ini menghasilkan output tinggi apabila kedua inputnya berada pada level yang berlawanan.

Karakteristik-karakteristik dari EX-OR gate diikhtisarkan sebagai berikut :

1. Hanya mempunyai dua input dan outputnya adalah :

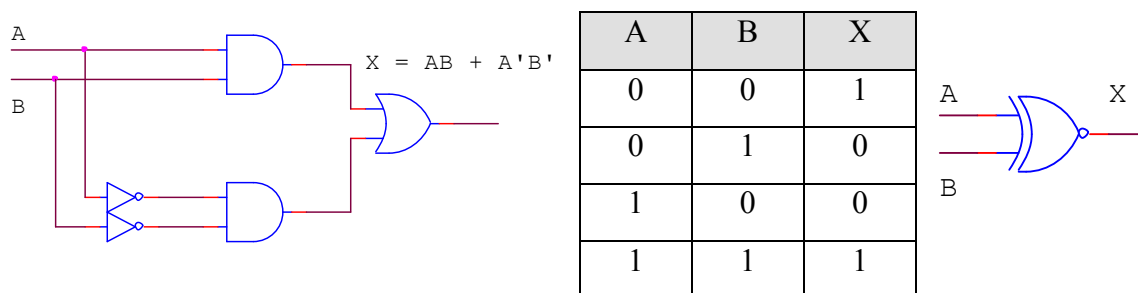
$$X = A'B + AB'$$

2. Outputnya tinggi hanya apabila dua inputnya berada pada level-level yang berlawanan.

Exclusive-NOR (EX-NOR) :

Rangkaian exclusive-NOR bekerjanya sama sekali berlawanan dengan exclusive-OR. Gambar 5.5 menunjukkan suatu rangkaian EX-NOR dan tabel kebenarannya. Bentuk persamaan outputnya adalah :

$$X = AB + A'B'$$



Gambar 5.5 Rangkaian EX-NOR, Tabel kebenaran dan Simbol

Tabel kebenarannya menunjukkan bahwa output $X = 1$ untuk dua kasus yaitu $A=0, B=0$ dan $A=1, B=1$. Dengan kata lain output tinggi apabila kedua inputnya berada pada level yang sama.

Karakteristik dari EX-NOR diikhtisarkan sebagai berikut :

1. Hanya mempunyai dua input dan outputnya adalah :

$$X = AB + A'B'$$

2. Outputnya tinggi hanya apabila dua inputnya berada pada level yang sama.

5.4 Metode Karnaugh Map

Karnaugh Map adalah suatu metode termudah untuk penyederhanaan ekspresi logika sampai enam variabel input. Dalam metode ini semua kombinasi input yang mungkin direpresentasikan pada map (peta). Fungsi logika yang terdiri dari n variabel memiliki 2^n kotak.

5.4.1 Dua variabel

Fungsi logika dengan dua input A dan B dapat digambarkan dengan menggunakan Karnaugh Map sebagai berikut :

		A	
		0	1
B	0	A'B'	AB'
	1	A'B	AB

Gambar 5.4 Karnaugh Map dua variabel

Contoh :

Gambarkan K-Map untuk fungsi logika : $F = AB' + AB$

		A	
		0	1
B	0	0	1
	1	0	1

Dengan menggunakan K-map, secara mudah dapat dilakukan penyederhanaan fungsi logika, yaitu dengan cara membuat loop untuk output yang berlogika 1. Loop dapat dilakukan untuk jumlah 2^n . Dari loop yang ada ternyata variabel A yang tidak berubah sehingga secara langsung dapat ditulis ekspresi output : $F = A$

5.4.2 Tiga variabel

Fungsi logika dengan tiga input A, B, dan C dapat digambarkan dengan menggunakan Karnaugh Map sebagai berikut. Contoh : Sederhanakan fungsi logika

$$F = A'BC' + A'BC + AB'C' + AB'C$$

BA	00	01	11	10
C	0	1	0	1
0	0	1	0	1
1	0	1	0	1

Dengan menggunakan K-map dapat dilakukan penyederhanaan fungsi logika, sehingga diperoleh ekspresi output : $F = AB' + A'B$

5.4.3 Empat variabel

Untuk empat variabel input dibutuhkan 2^4 map, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.

BA	00	01	11	10
DC	00	01	11	10
00	1			1
01		1		
11				1
10	1			1

Sebagai contoh, sederhanakan fungsi logika :

$$F = A'B'C'D' + A'B'C'D + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD + AB'CD'$$

Dengan menggunakan K-map dapat disederhanakan menjadi :

$$F = AB'CD' + A'BD + A'C'$$

5.4.4 Lima variabel

Untuk lima variabel input A, B, C, D, dan E, maka pembuatan K-map dilakukan dengan membuat 2^5 atau 32 map. Untuk mempermudah dibuat 2 x 16 map, seperti ditunjukkan pada contoh berikut ini :

BA DC	00	01	11	10
00	1			
01	1			
11	1			
10	1			

E = 0

BA DC	00	01	11	10
00				
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10				

E = 1

Dengan menggunakan K-map, ekspresi output dapat ditulis : $X = A'B'E' + CE$

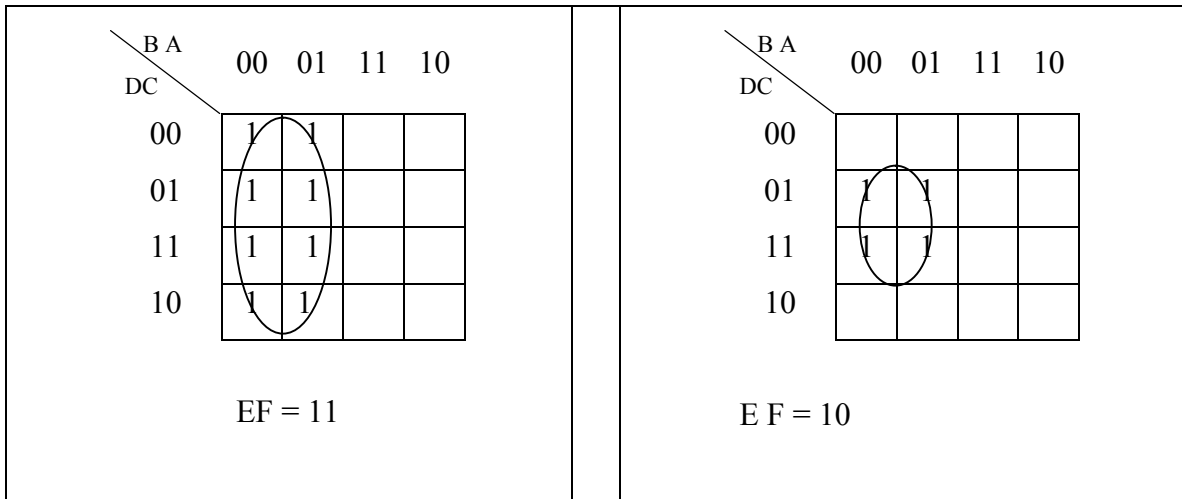
5.4.5 Enam variabel input

BA DC	00	01	11	10
00	1			
01	1			
11	1			
10	1			

EF = 0 0

BA DC	00	01	11	10
00				
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10				

EF = 0 1



Untuk enam variabel input, dibuat map sejumlah 4x16.

Persamaan output-nya : $X = A'B'E'F' + C E'F + B'EF + B'CEF'$

Soal dan Pertanyaan :

1. Susunlah suatu rangkaian logika yang outputnya tinggi hanya apabila A=1, B=0, dan C=1
2. Susunlah suatu rangkaian logika yang outputnya tinggi hanya apabila A=0, B=1, dan C=1
3. Rancanglah suatu rangkaian logika yang outputnya tinggi hanya apabila mayoritas input A, B, dan C rendah.
4. Rancanglah rangkaian logika SOP yang sesuai dengan tabel kebenaran berikut :

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1