

## BAB III RANGKAIAN LOGIKA

Alat-alat digital dan rangkaian-rangkaian logika bekerja dalam sistem bilangan biner; yaitu, semua variabel-variabel rangkaian adalah salah satu 0 atau 1 (rendah atau tinggi). Karakteristik dari alat-alat digital ini membuatnya mungkin menggunakan Aljabar Boolean sebagai suatu alat matematik untuk menganalisa dan mendisain rangkaian-rangkaian dan sistem-sistem digital.

### 3.1 Konstanta dan Variabel Boolean

Perbedaan utama antara aljabar boolean dan aljabar biasa adalah bahwa dalam aljabar Boolean konstanta-konstanta dan variabel-variabelnya hanya dimungkinkan mempunyai dua harga, 0 atau 1. Boolean 0 dan 1 tidak menyatakan bilangan-bilangan yang sebenarnya tetapi menyatakan keadaan dari suatu variabel tegangan atau apa yang disebut *level logika* atau *logic level*-nya. Suatu tegangan dalam suatu rangkaian digital dikatakan sedang pada level logika 0 atau level logika 1, tergantung kepada nilai bilangan yang sebenarnya. Dalam bidang logika digital beberapa istilah lain digunakan secara sinonim dengan 0 dan 1. beberapa yang banyak dipakai ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1

<b>Logik 0</b>	<b>Logik 1</b>
Salah	Benar
Off	On
Rendah	Tinggi
Tidak	Ya
Saklar terbuka	Saklar tertutup

Kenyataannya bahwa hanya dua harga yang mungkin dalam aljabar boolean membuat relatif mudah bekerja dengan aljabar boolean dibandingkan dengan aljabar biasa. Dalam aljabar boolean tidak ada pecahan, desimal, bilangan

negatif, akar pangkat dua, akar pangkat tiga, logaritma, bilangan imajiner dan sebagainya. Kenyataannya, dalam aljabar Boolean hanya ada tiga operasi dasar yaitu *OR*, *AND*, dan *NOT*.

Gerbang-gerbang logika ini merupakan rangkaian digital yang disusun dari dioda, transistor dan resistor dimana output rangkaian merupakan hasil dari dasar operasi logika (*OR*, *AND*, *NOT*).

### 3.2 Operasi-Operasi Logika Boolean

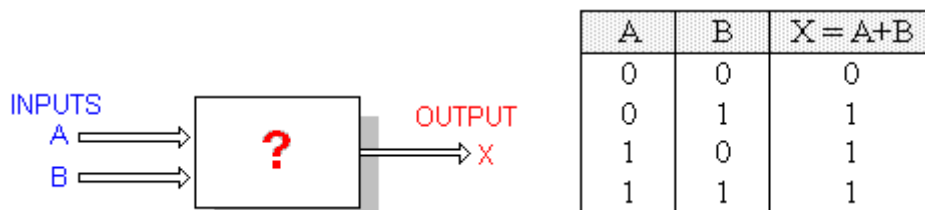
Operasi-operasi logika dasar tersebut adalah :

1. Penjumlahan Logika yang juga disebut penjumlahan OR atau OR addition atau secara sederhana operasi OR. Simbol yang umum untuk operasi ini adalah tanda plus (+).
2. Perkalian logika yang juga disebut perkalian AND atau secara simpel operasi AND. Simbol yang umum untuk operasi ini adalah tanda perkalian (.)
3. Komplementasi logika yang juga disebut inversi atau secara simpel operasi NOT. Simbol untuk operasi ini adalah garis atas ( $\bar{\quad}$ ) atau ( $\prime$ ).

### Tabel Kebenaran

Tabel kebenaran merupakan suatu tabel yang mendiskripsikan bagaimana logika output tergantung pada level logika input.

Pada gambar 3.1 berikut ditunjukkan suatu rangkaian logika yang mempunyai dua input A dan B dengan output X.



Gambar 3.1 Rangkaian Logika dengan dua input A dan B.

Jika salah satu input A atau (OR) B berlogika 1, maka output X adalah 1. Maka rangkaian logika yang berada dalam kotak “?” adalah sebuah OR gate.

---

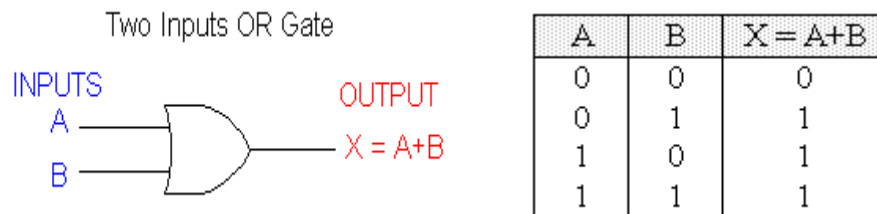
### Operasi OR

Ekspresi  $X = A + B$  dapat dibaca sebagai “X sama dengan A plus B” atau “X sama dengan A atau B”.

Tanda + tidak menyatakan penjumlahan biasa, tetapi menyatakan operasi OR, yang aturannya diberikan di dalam tabel yang ditunjukkan pada gambar 3.2.

Operasi OR menghasilkan output 1 jika salah satu input atau kedua-nya berlogika 1.

Operasi OR menghasilkan output 0 hanya jika semua input berlogika 0.



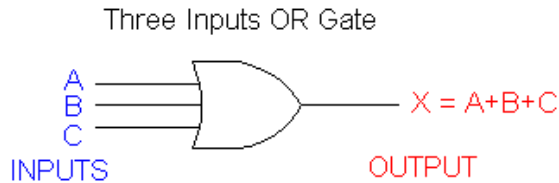
Gambar 3.2 Simbol rangkaian untuk OR gate 2 input

### OR gate

Rangkaian digital OR gate adalah suatu rangkaian yang mempunyai dua input atau lebih dan yang outputnya sama dengan operasi OR dari input.

Gambar 2.2 a menunjukkan symbol untuk suatu OR gate dua input. Input-input A dan B adalah level-level tegangan logika dan output X adalah suatu level tegangan logika yang harganya sama dengan hasil dari operasi OR dari A dan B; yaitu  $X = A + B$ . Dengan kata lain OR gate tersebut bekerja sedemikian rupa sehingga outputnya tinggi (berlogika 1) jika salah satu input A atau B atau dua-duanya berada pada level logika 1. Output OR gate tersebut akan rendah (logika 0) hanya apabila semua inputnya berlogika 0.

Sebuah contoh untuk OR gate tiga input beserta tabel kebenarannya.



Gambar 3.3 Simbol OR gate tiga input.

A	B	C	$X = A+B+C$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Dengan operasi OR,  $1 + 1 = 1$ ,  $1 + 1 + 1 = 1$ .

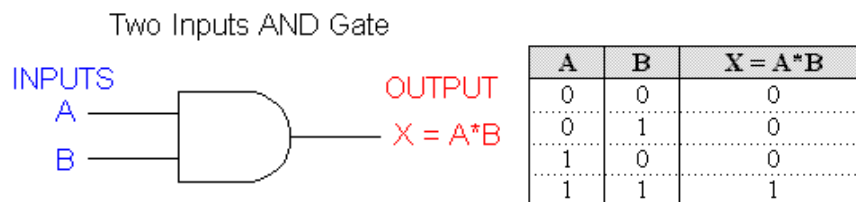
### 3.4 Operasi AND

Ekspresi  $X = A * B$  dapat dibaca sebagai "X sama dengan A dan B".

Tanda perkalian tersebut sering kali dihilangkan seperti pada aljabar biasa, sehingga ekspresi tersebut menjadi  $X = AB$ . Operasi AND adalah sama sebagai perkalian biasa, dimana variabel-variabelnya dapat berupa salah satu 0 atau 1.

Operasi AND menghasilkan 1 jika semua variabel input adalah 1.

Output akan 0 jika salah satu input atau semua input-nya adalah 0.

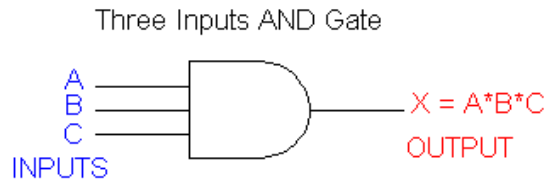


Gambar 3.4 Simbol AND gate dua input

### AND gate

Suatu AND gate dua input ditunjukkan secara simbolis pada gambar 3.3. Output AND gate sama dengan operasi AND dari input-inputnya yaitu,  $X = AB$ . Dengan kata lain, AND gate adalah suatu rangkaian yang bekerja sedemikian rupa sehingga outputnya adalah tinggi hanya apabila semua input-inputnya adalah tinggi. Untuk semua kasus yang lain output AND gate adalah rendah.

Contoh, AND gate tiga input beserta tabel kebenarannya.



A	B	C	$X = A*B*C$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Gambar 3.5 AND dengan tiga INPUT

Dengan operasi AND ,  $1*1 = 1$ ,  $1*1*1 = 1$

---

### 3.5 Operasi NOT

Operasi NOT tidak sama dengan operasi-operasi OR atau AND, dalam hal ini operasi NOT dapat bekerja pada suatu variabel tunggal. Misalnya, apabila

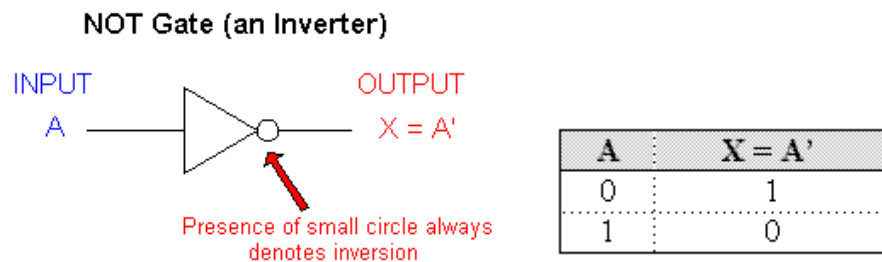
variabel A diberikan kepada operasi NOT, hasil X dapat diekspresikan sebagai :

$$X = \overline{A} \text{ atau dapat ditulis :}$$

$$X = A'$$

Dimana "garis-atas" atau tanda "string" menyatakan operasi NOT. Ekspresi ini dibaca "X sama dengan inverse A" atau "X sama dengan komplemen A".

Tabel kebenaran dari operasi NOT ditunjukkan di bawah ini :



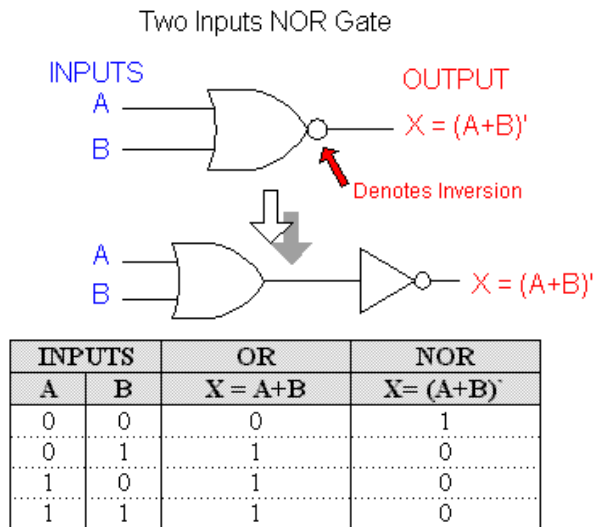
Gambar 3.6 Simbol NOT gate

---

### 3.6 NOR Gate

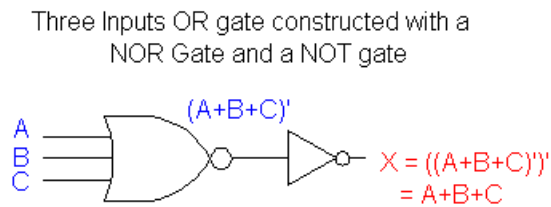
NOR dan NAND gate digunakan secara luas dalam rangkaian digital. Gate-gate ini sesungguhnya adalah kombinasi operasi-operasi dasar AND, OR, dan NOT. NOR gate ekuivalen dari OR gate yang diikuti dengan inverter seperti ditunjukkan pada gambar 3.7, sehingga ekspresi output untuk NOR gate dua input adalah :

$$X = (A + B)'$$



Gambar 3.7 NOR gate dua input

Berikut suatu contoh OR gate tiga input yang disusun dari NOR gate diikuti dengan NOT gate :

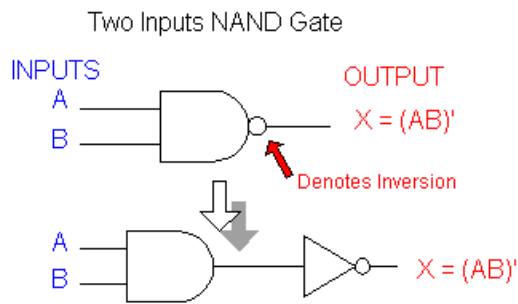


Gambar. 3.8 OR gate tiga input yang disusun dari NOR gate dan NOT gate.

### 3.7 NAND gate

Operasi dari NAND gate ekuivalen dengan AND gate yang diikuti oleh suatu inverter seperti ditunjukkan pada gambar 3.9, sehingga ekspresi output dari NAND gate adalah :

$$X = (AB)'$$



INPUTS		AND	NAND
A	B	$X = AB$	$X = (AB)'$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

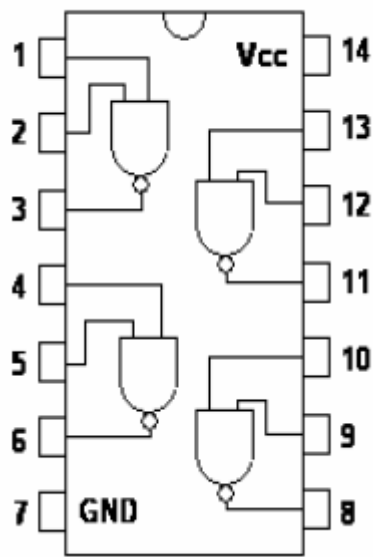
Gambar 3.9 NAND gate dua input

---

### 3.8 Sekilas tentang IC TTL

Selama ini kita hanya mengenal symbol-symbol suatu gerbang logika. Di dalam prakteknya suatu gerbang-gerbang logika ini dikemas dalam suatu IC (integrated circuits). Salah satu diantaranya yang terkenal adalah TTL (transistor-transistor logic). Setiap IC TTL ini mempunyai seri-seri tersendiri yang sudah ditetapkan oleh pabrik. Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah salah satu data book dari TTL seri 74 yaitu **SN74LS00**.





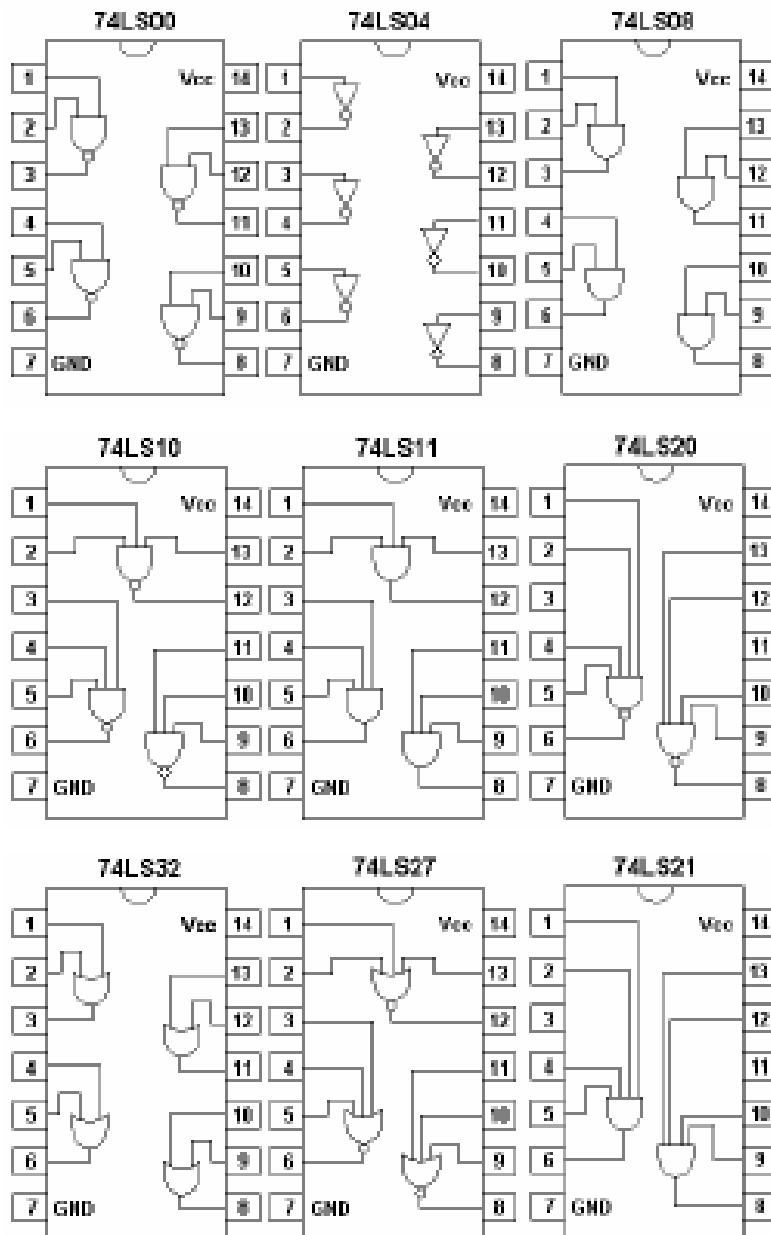
SN74LS00

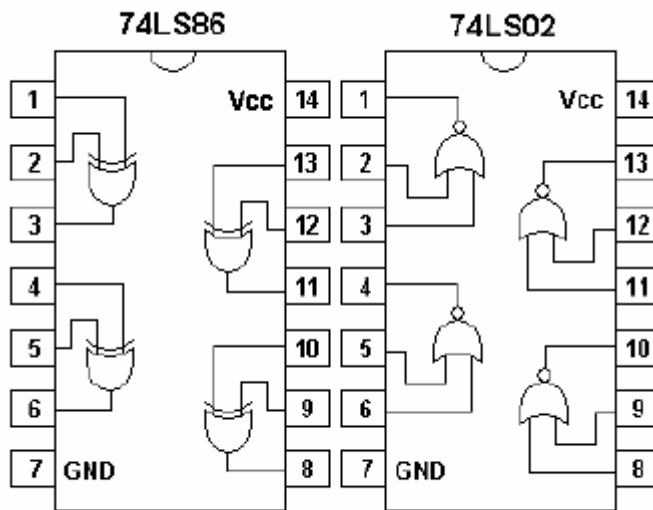
Seri 74LS (low power dengan Scottky-clamp diodes), untuk seri yang sama seperti seri 74L (low power) seri 74H (high power) dan seri 74S (fast speed).

Penggunaan scottky diodes dengan rangkaian transistor paling banyak memberikan transistor switching tercepat karena waktu propagasinya terpendek, sedangkan 74H memboroskan tenaga terbesar dan menangani arus output terbesar.

IC TTL ini hanya akan bekerja jika pin-pin power IC tersebut (GND untuk arus minus dan Vcc untuk arus plus) dihubungkan dengan sumber tegangan.

DATA BOOK TTL CIRCUIT





**Soal :**

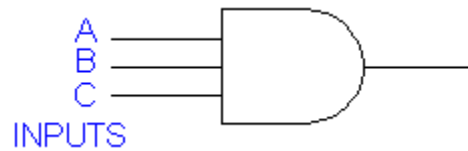
Untuk soal no 1 dan 2, perhatikan gambar berikut:



1. Apa logika output X jika kedua input A dan B diberi logika 0?
  - 0
  - 1
  - I don't know
  - NA
2. Apa logika output X jika input A=1 dan B=0?
  - 0
  - 1
  - I don't know
  - NA
3. Untuk tiga input (A,B C) OR gate, logika apa yang dibutuhkan di input agar output=0?
  - A=0, B=0, C=1

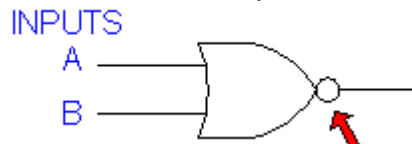
- A=0, B=1, C=0
- A=1, B=1, C=1
- A=0, B=0, C=0
- NA

Untuk soal no 4 dan 5, perhatikan gambar berikut :



4. Apa logika output X jika input A=1, B=0 and C=1?
  - 0
  - 1
  - I don't know
  - NA
5. Apa logika input yang dibutuhkan agar output=1?
  - A=0, B=0, C=0
  - A=1, B=0, C=1
  - A=0, B=1, C=0
  - A=1, B=1, C=1
  - NA

Untuk soal 6 dan 7, perhatikan gambar berikut :

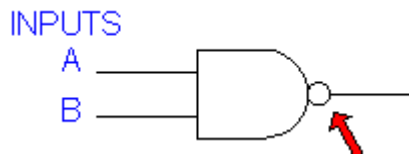


6. Apa logika output dari gambar di atas jika input A=0, B=1?
  - 0
  - 1
  - Not sure
  - NA

7. Apa logika input yang dibutuhkan supaya output=1?

- A=0, B=0
- A=0, B=1
- A=1, B=0
- A=1, B=1
- I don't know

Untuk soal nomor 8 , perhatikan gambar berikut :



8. Apa logika input yang dibutuhkan output=0?

- A=0, B=0
- A=0, B=1
- A=1, B=0
- A=1, B=1
- I don't know

9. Perhatikan tabel kebenaran berikut, apa tipe gate yang sesuai dengan tabel tersebut?

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

- 3 Inputs OR
- 3 Inputs AND
- 3 Inputs NOR
- 3 Inputs NAND
- Not sure