

BAB 1.

KONSEP DASAR DIGITAL

Materi :

1. Representasi Bentuk Digital dan Analog
2. Bentuk Sinyal Digital
3. Transmisi Serial & Paralel
4. Switch dalam Rangkaian Elektronika
5. Gerbang Logika Dasar
6. Tabel Kebenaran
7. Analisa Pe-waktu-an

Pendekatan → Representasi Numerik

Representasi ANALOG :

Besarannya dinyatakan dalam tegangan, arus atau gerakan meter yang proporsional dengan nilai dari besaran itu sendiri.

Contoh :

Speedometer sepeda motor (kecepatan sepeda motor ditunjukkan oleh gerakan jarum)

Thermostat ruangan (temperatur ruangan ditunjukkan oleh gerakan strip metalnya)

Microfon pada peralatan audio

Representasi DIGITAL

Besarannya tidak hanya ditunjukkan dalam nilai yang proporsional saja, tetapi juga dalam simbol yang dinamakan digit.

Contoh :

- Jam digital**
- Kalkulator**
- Counter pulsa telepon**

Beda sistim Analog dan Digital

Sistim DIGITAL

Kombinasi dari sejumlah peralatan yang didisain untuk memanipulasi informasi logika atau besaran fisik yang dinyatakan dalam bentuk digital; nilainya berupa nilai-nilai diskrit. Sebagian besar berupa peralatan elektronik, juga bisa mekanik, magnetik atau pneumatik.

Contoh : komputer, kalkulator, audio dan video digital, sistim telepon.

Sistim ANALOG

Terdiri dari sejumlah peralatan untuk memanipulasi besaran fisik yang dinyatakan dalam bentuk analog. Besarannya bisa bervariasi dalam rentang nilai yang kontinyu.

Contoh : audio amplifier, magnetic tape recording, switch lampu

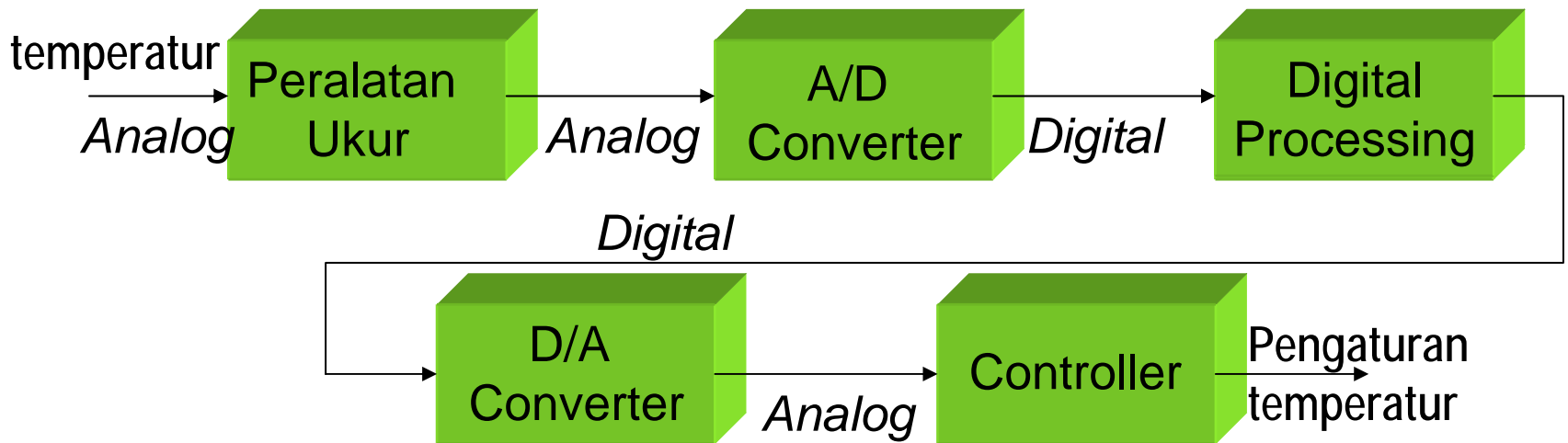
Keunggulan Sistem Digital

1. Mudah dalam mendisain
2. Mudah dalam penyimpanan informasi
3. Ketepatan dan akurasi tinggi
4. Pengoperasiannya dapat diprogram
5. Lebih tahan terhadap noise
6. Dapat dibuat dalam chip IC

Bagaimana mem-proses sistim analog menggunakan teknik digital ?

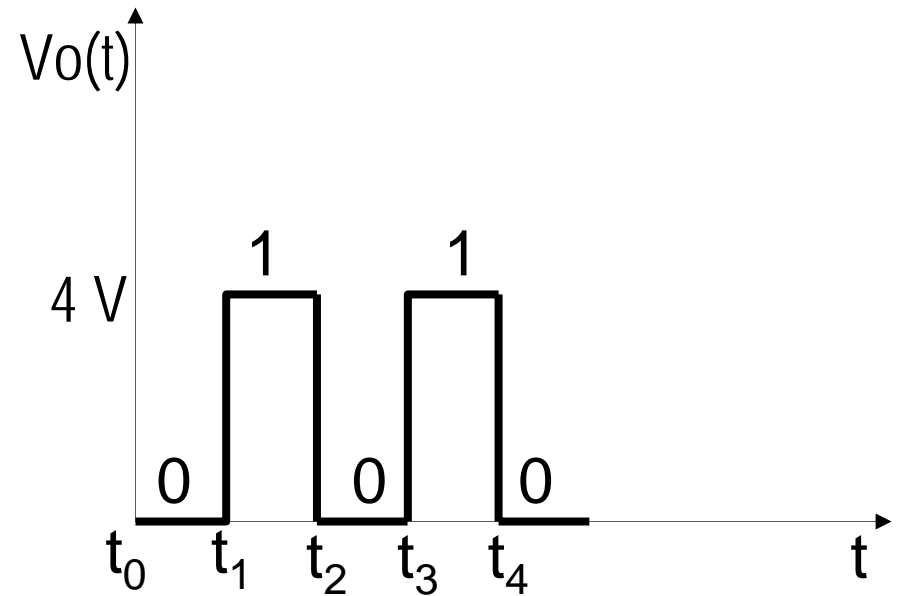
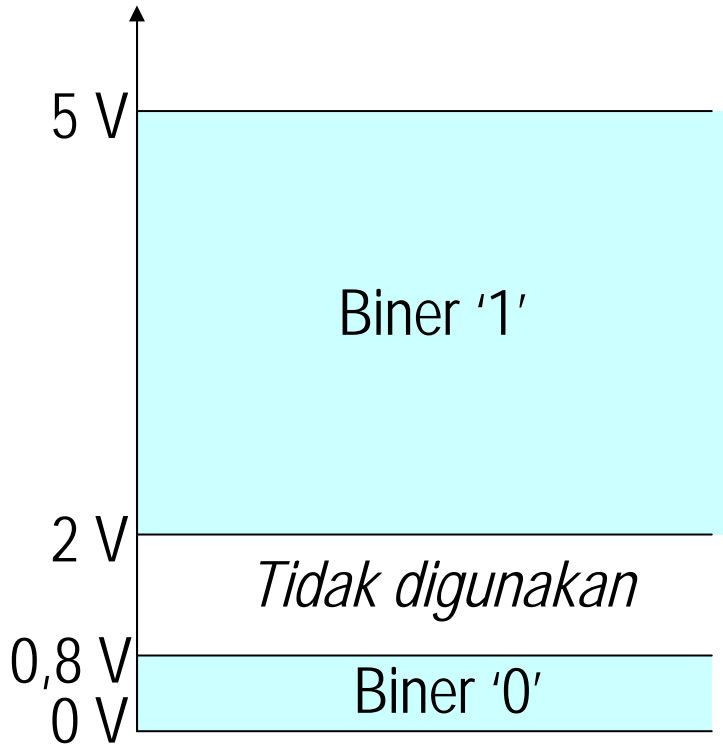
Ada 3 langkah :

1. Ubah input analog menjadi bentuk digital
2. Lakukan pemrosesan informasi digital
3. Ubah kembali output digital ke dalam bentuk analog



Konversi A/D – D/A

Bentuk Sinyal Digital

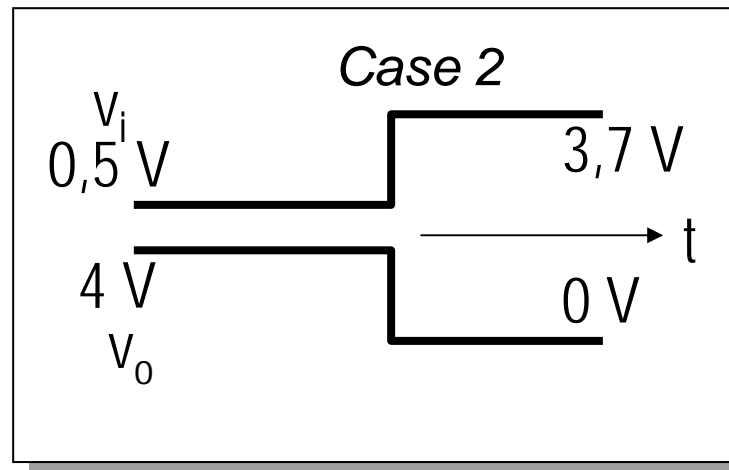
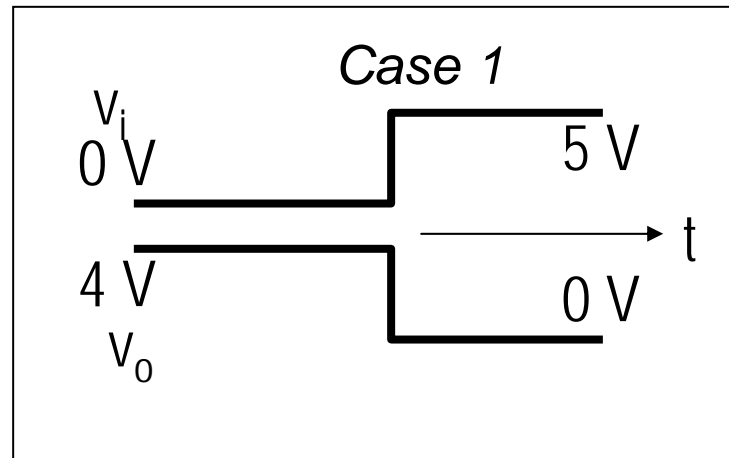


Alokasi tegangan dalam sistim digital

Timing diagram sinyal digital

Rangkaian Digital

Didisain untuk menghasilkan output digital yang bervariasi, yaitu '0' atau '1'



Transmisi SERIAL dan PARALEL

Salah satu aspek penting dalam sistim digital adalah memindahkan data / informasi digital dari satu tempat ke tempat lainnya → Transmisi

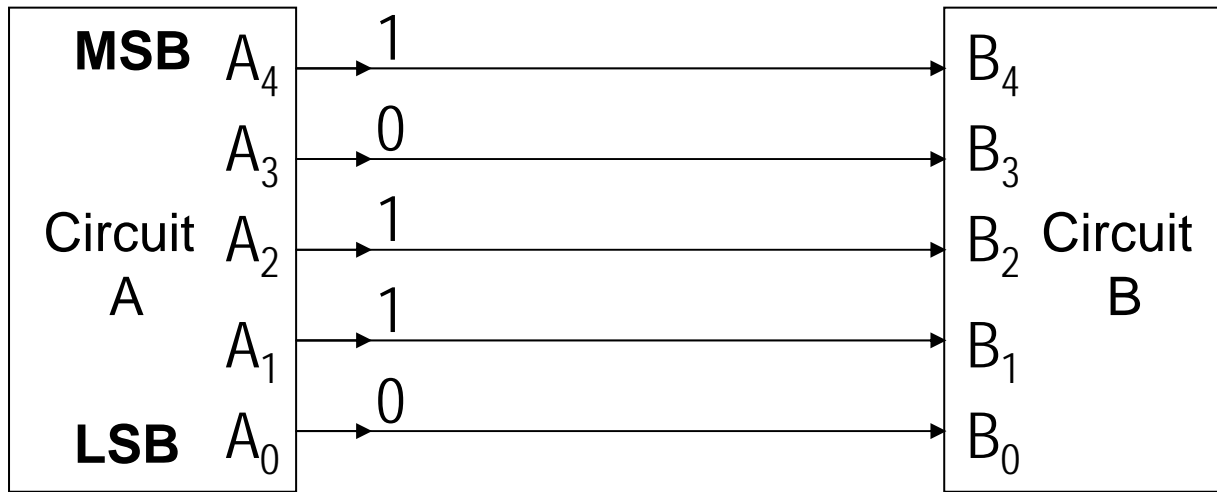
Berdasarkan jumlah circuit/kabel yang menghubungkan kedua tempat tersebut, ada 2 jenis transmisi :

- a. Transmisi **Paralel** → jumlah circuit yang terhubung lebih dari 1
- b. Transmisi **Serial** → jumlah circuit yang terhubung hanya 1

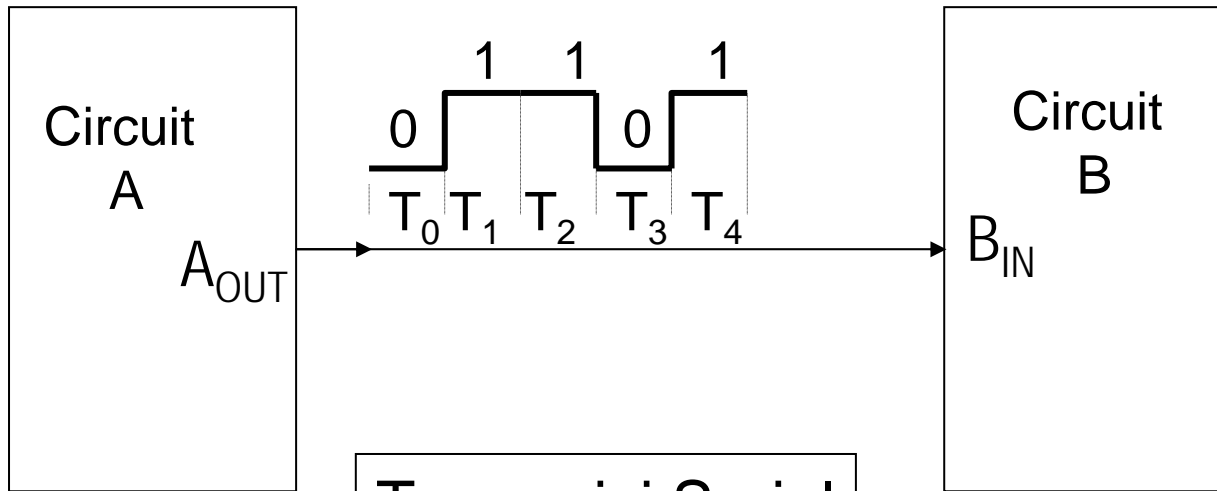
Kelebihan/kekurangan :

Transmisi Paralel → waktu pengiriman cepat, cost mahal
Contoh : DB-25 (printer)

Transmisi Serial → waktu pengiriman lambat, cost murah
Contoh : internet (RJ-45), USB, DB 9



Transmisi Paralel



Transmisi Serial

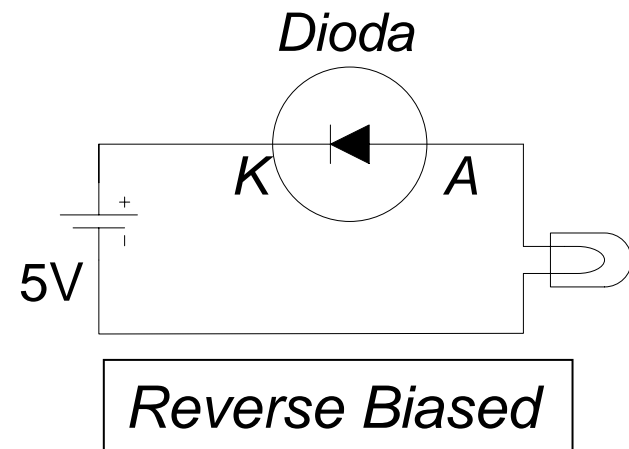
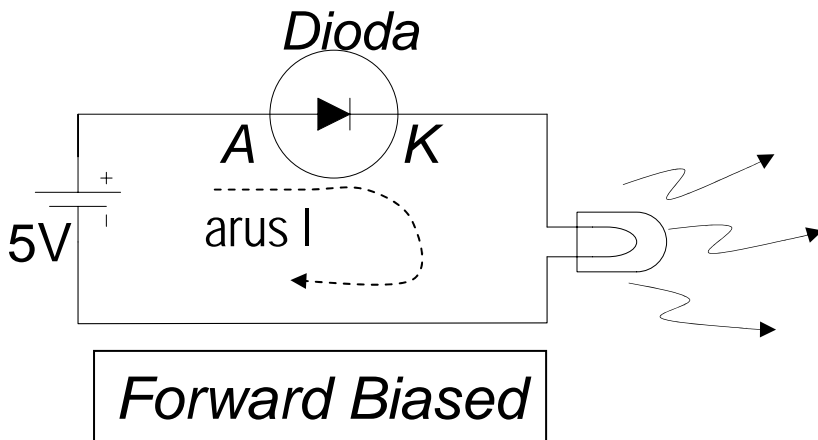
SWITCH DALAM RANGKAIAN ELEKTRONIKA

Transisi antara level digital '1' dan '0' dapat dibuat dengan men-switch dari level tegangan satu ke level tegangan yang lain (biasanya 0V dan +5V).

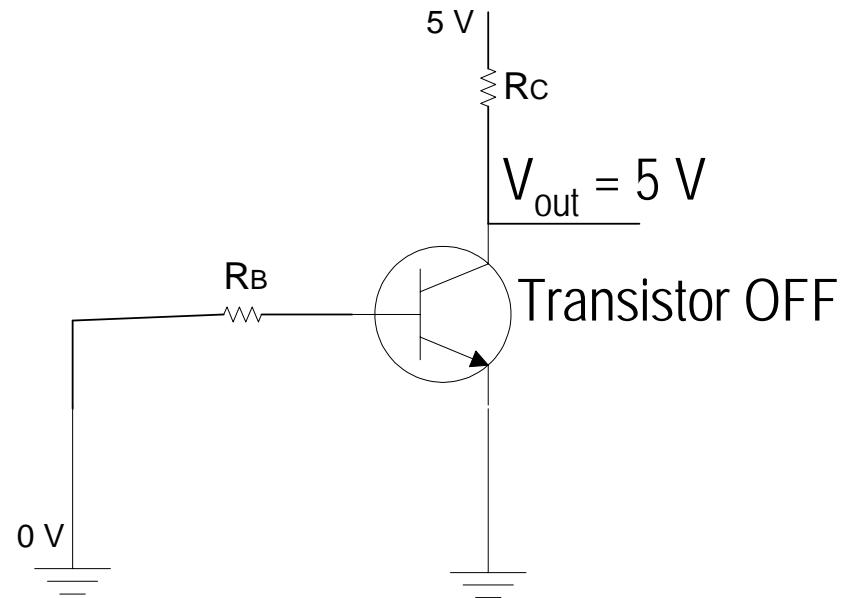
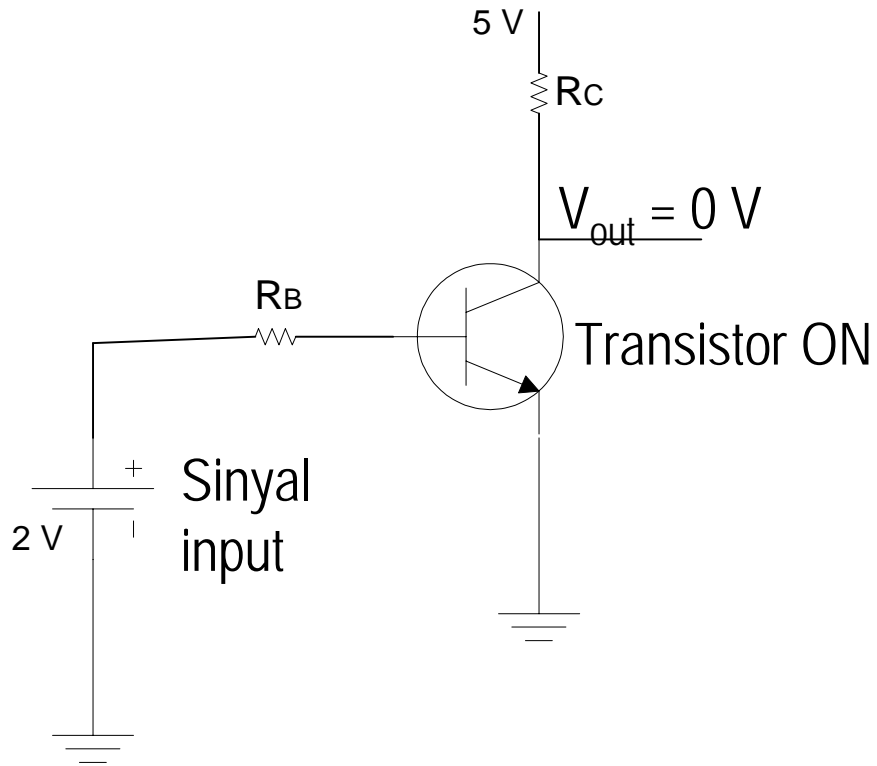
Komponen-komponen yang bisa dijadikan switch :

- Dioda
- Transistor

Dioda sebagai switch



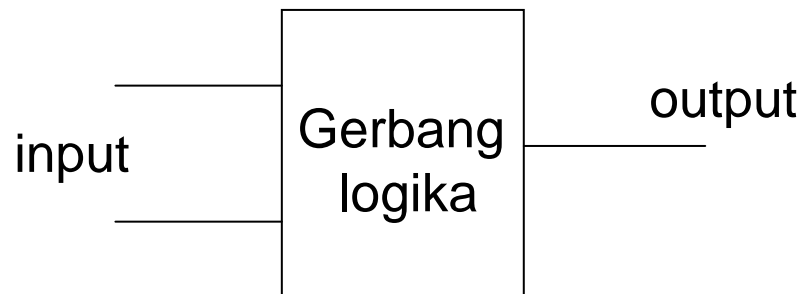
Transistor sebagai switch



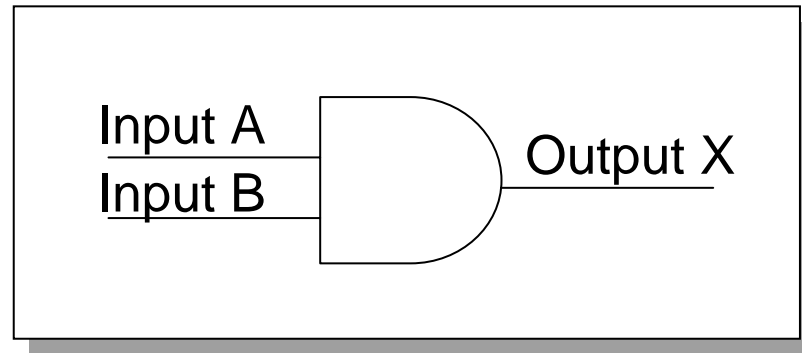
GERBANG LOGIKA DASAR

Gerbang Logika → blok dasar untuk membentuk rangkaian elektronika digital

- Sebuah gerbang logika mempunyai satu terminal output dan satu atau lebih terminal input
- Output-outputnya bisa bernilai HIGH (1) atau LOW (0) tergantung dari level-level digital pada terminal inputnya.
- Ada 7 gerbang logika dasar : AND, OR, NOT, NAND, NOR, Ex-OR, Ex-NOR



Gerbang AND



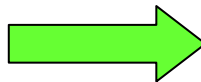
Simbol gerbang logika AND

Operasi AND :

- Jika Input A AND B keduanya **HIGH**, maka output X akan **HIGH**
- Jika Input A atau B salah satu atau keduanya **LOW** maka output X akan **LOW**

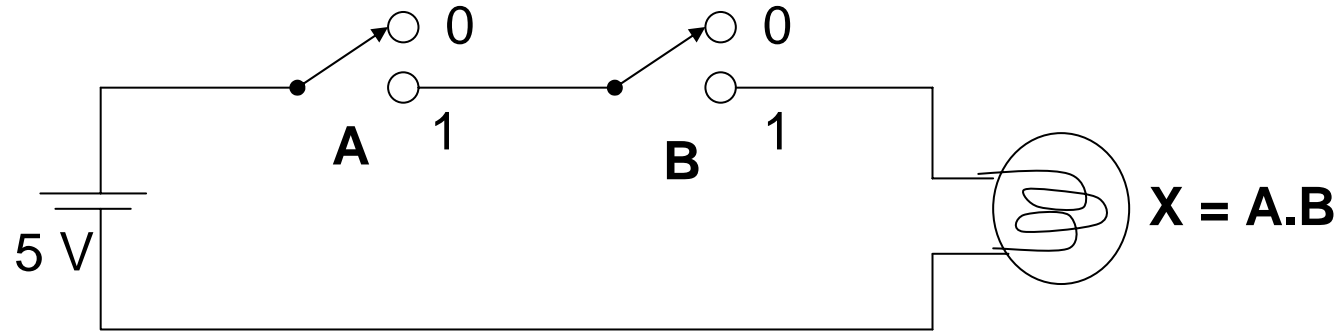
$$X = A \cdot B$$

Tabel Kebenaran
gerbang AND – 2 input

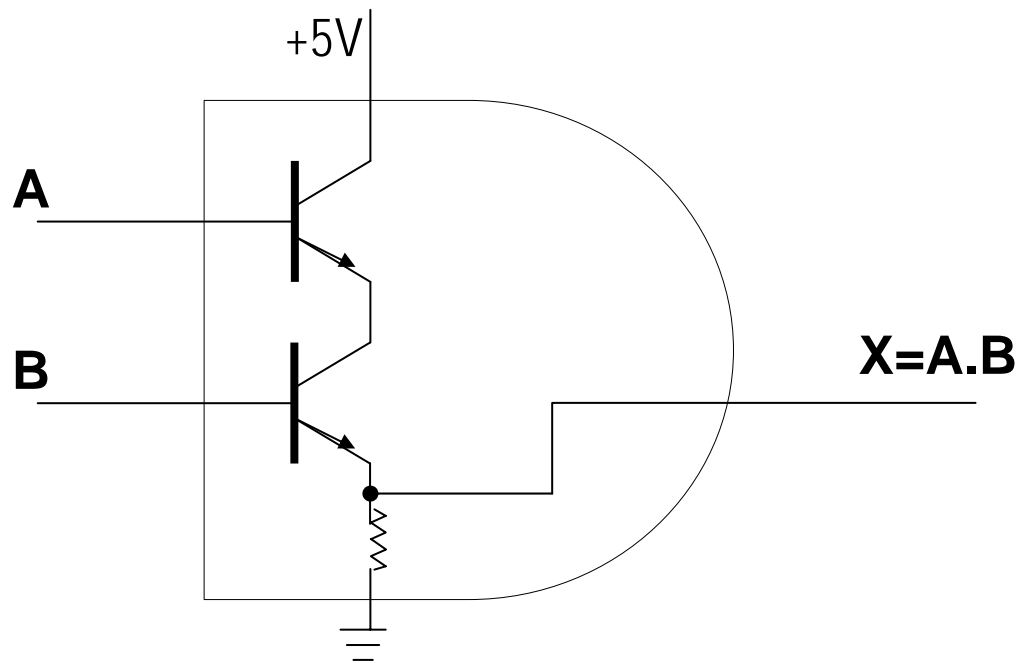


INPUT		Output
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Cara kerja Gerbang AND :



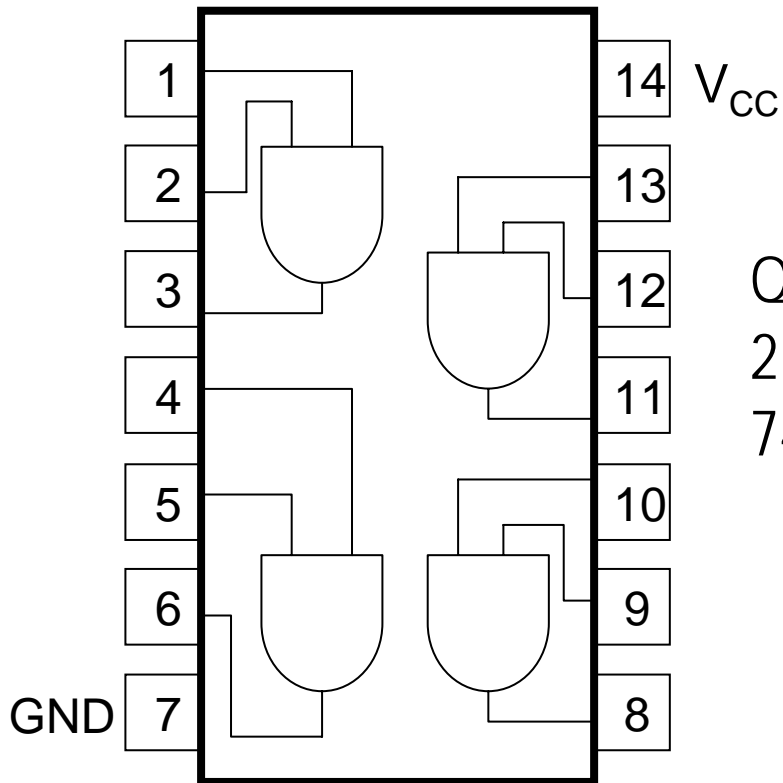
Analogi elektrikal gerbang AND



Gerbang AND dengan switch Transistor

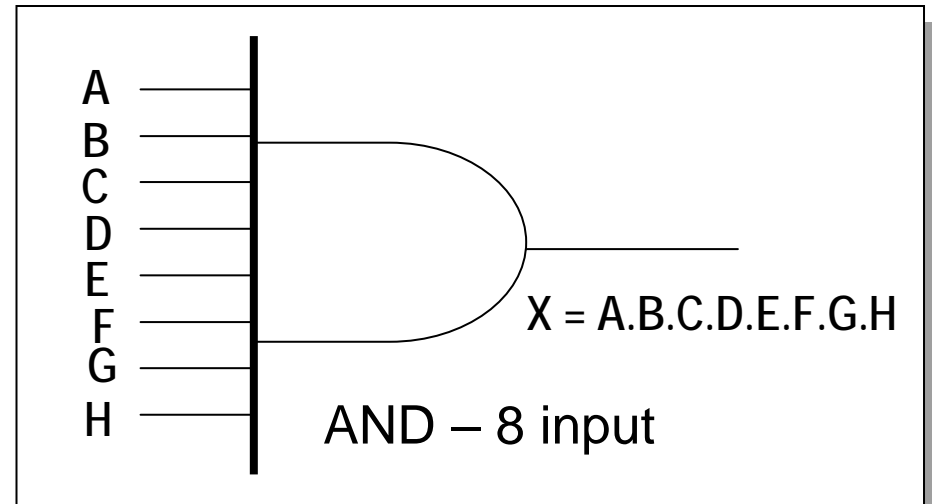
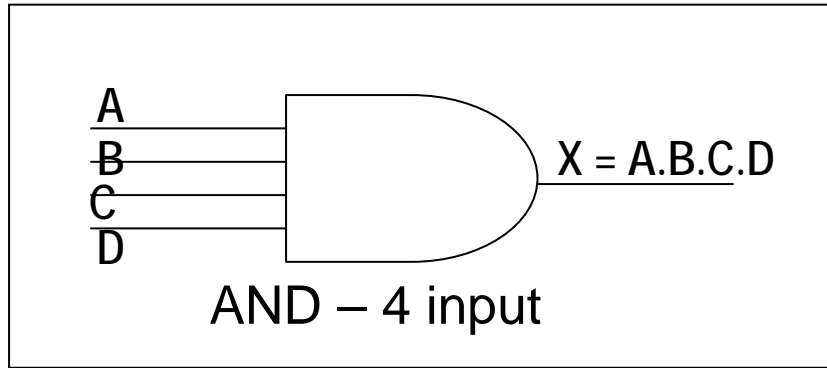
Konfigurasi Pin

QUAD 2-Input AND Gate (7408)



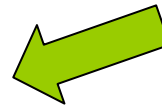
Quad → Ada 4 gerbang AND
2 input AND gate → gerbang AND 2 input
7408 → (74 = TTL), (08 = nomor urut)

Gerbang AND dengan banyak Input



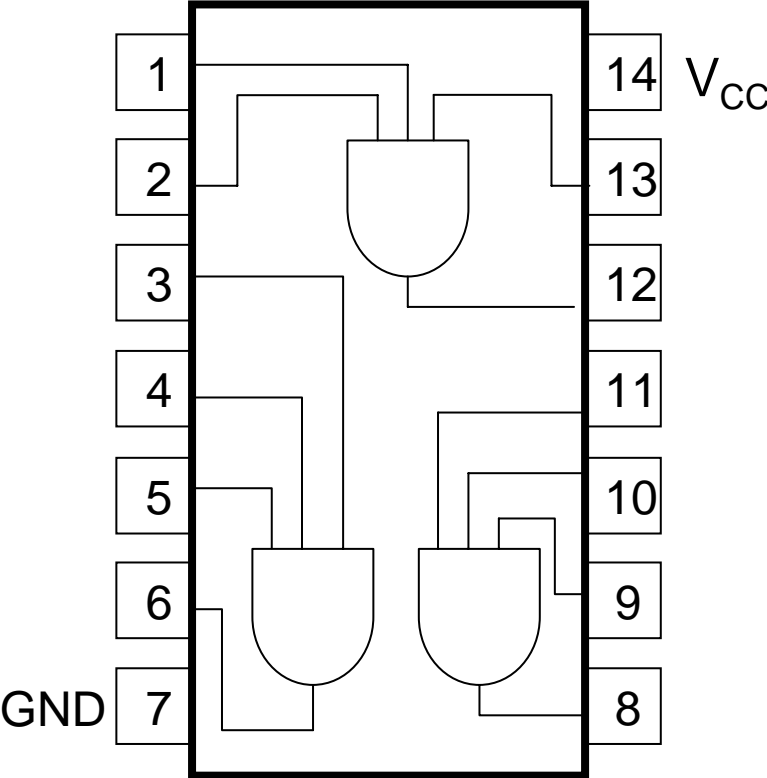
INPUT				Output
A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Tabel Kebenaran AND-4 input

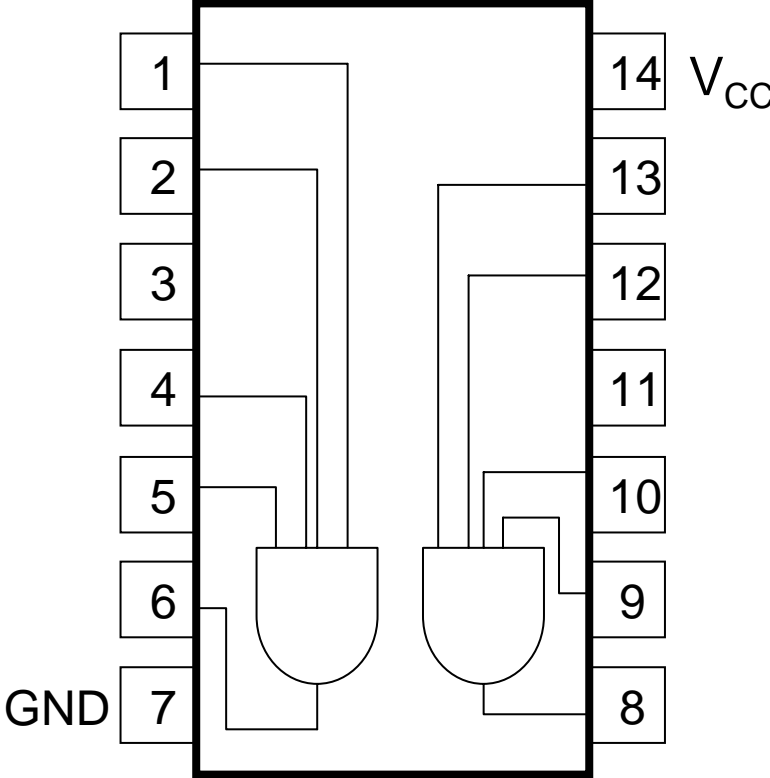


Konfigurasi Pin

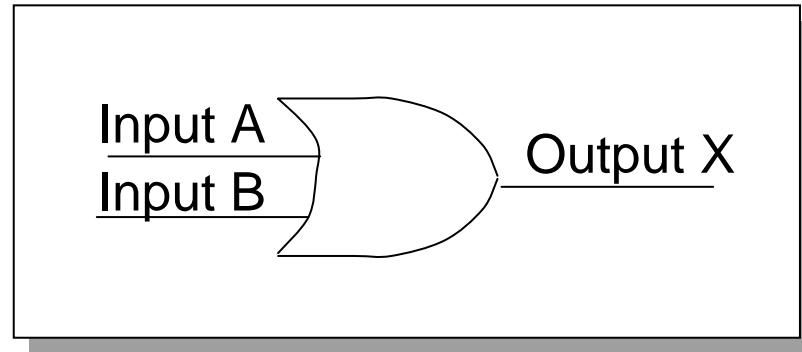
**TRIPLE 3-Input AND Gate
(7411)**



**DUAL 4-Input AND Gate
(7421)**



Gerbang OR



Simbol gerbang logika OR

Operasi OR :

- Jika Input A OR B atau keduanya **HIGH**, maka output X akan **HIGH**
- Jika Input A dan B keduanya **LOW** maka output X akan **LOW**

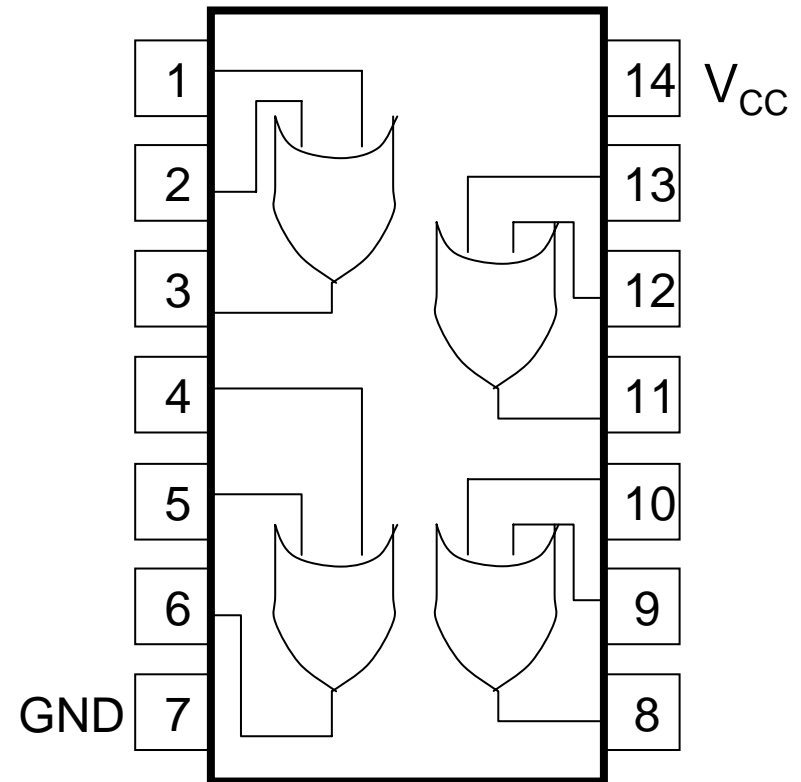
$$X = A + B$$

Konfigurasi Pin

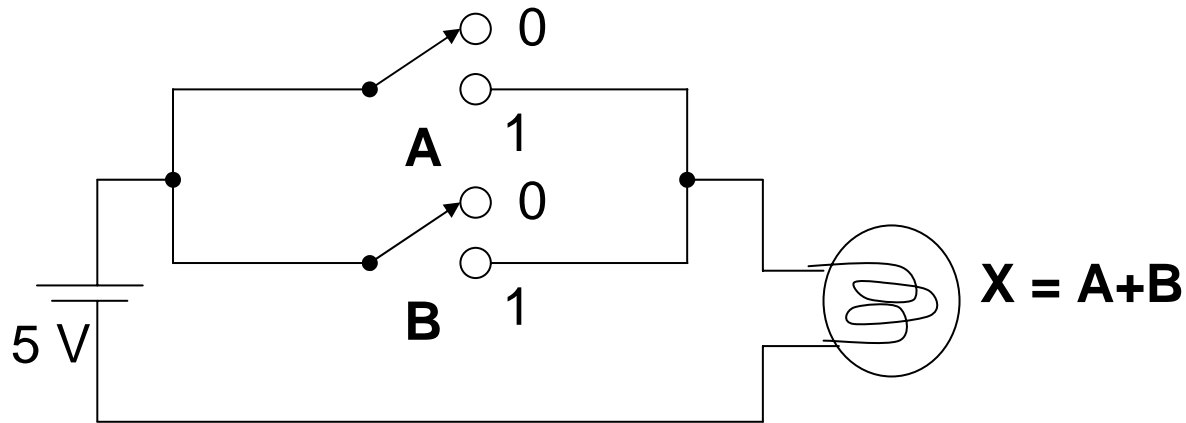
Tabel Kebenaran
gerbang OR – 2 input

INPUT		Output
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

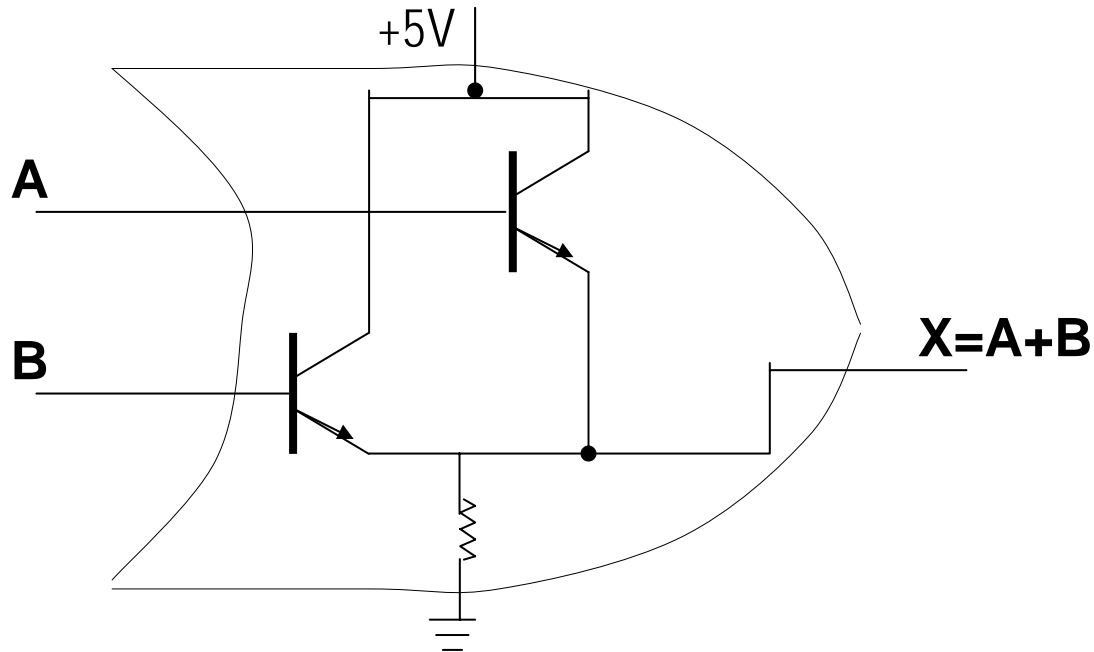
**QUAD 2-Input OR Gate
(7432)**



Cara kerja Gerbang OR :

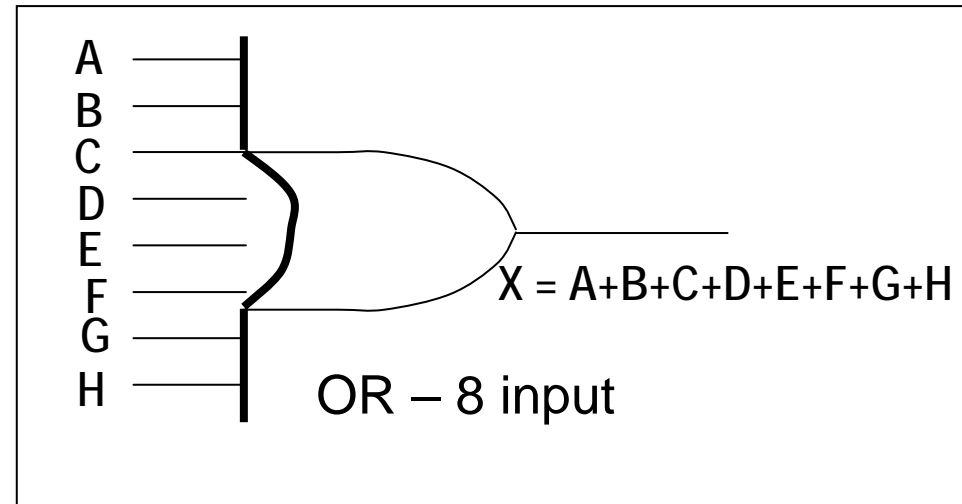
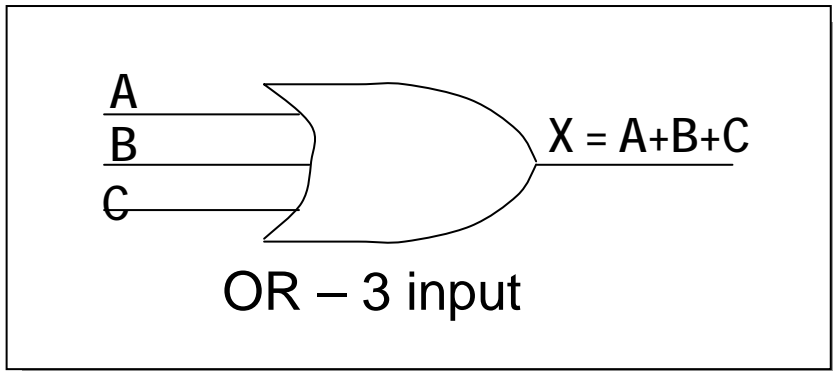


Analogi elektrik gerbang OR



Gerbang OR dengan switch Transistor

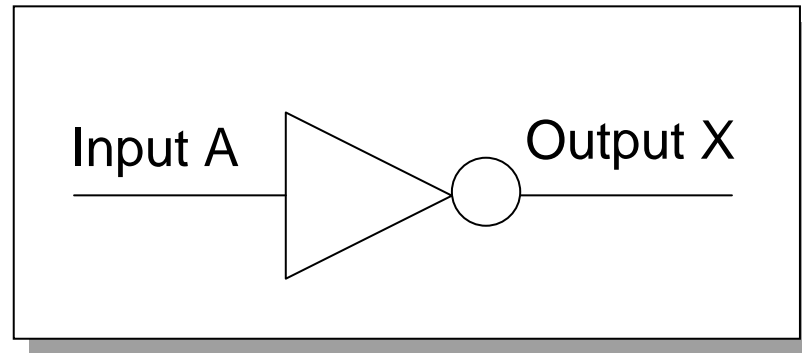
Gerbang OR dengan banyak Input



Tabel Kebenaran OR-3 input

INPUT			Output
A	B	C	X
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

Gerbang NOT / INVERTER



Simbol gerbang logika NOT

Operasi NOT :

- Jika Input A **HIGH**, maka output X akan **LOW**
- Jika Input A **LOW**, maka output X akan **HIGH**

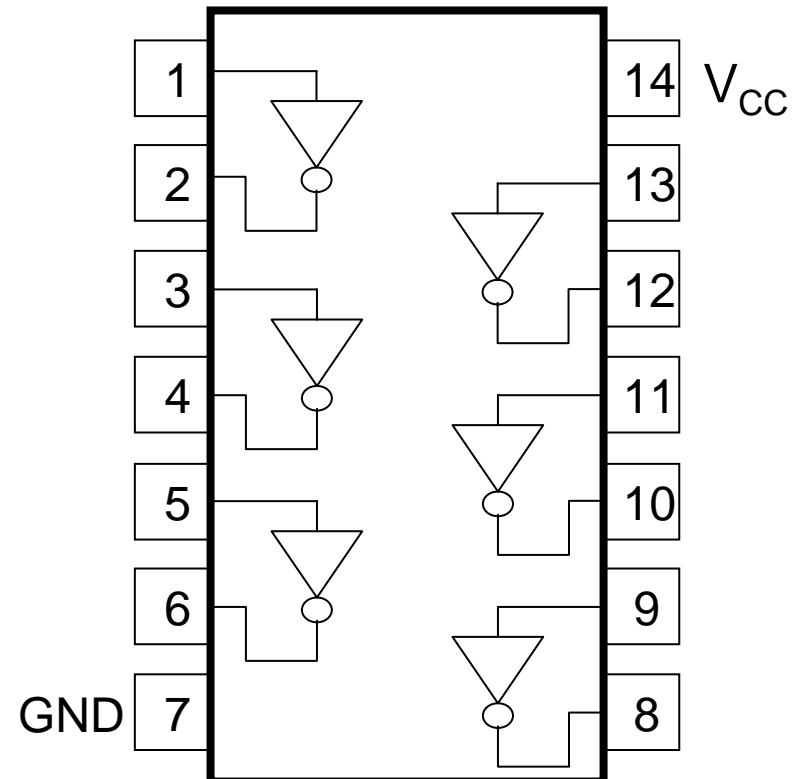
$$X = \overline{A}$$

Konfigurasi Pin

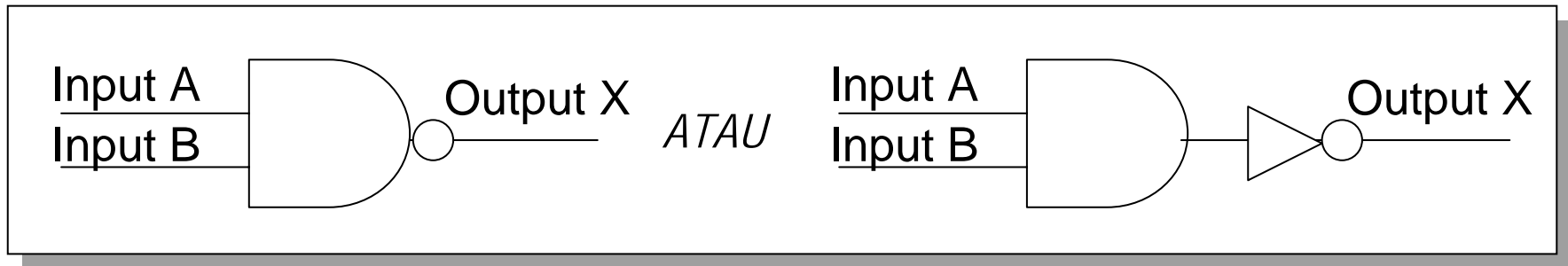
HEX Inverting Gate (7404)

Tabel Kebenaran
gerbang NOT / INVERTER

<i>INPUT</i> A	<i>Output</i> X
0	1
1	0



Gerbang NAND



Simbol gerbang logika NAND

Operasi NAND :

- Merupakan Inversi (kebalikan) dari operasi AND
- Jika Input A AND B keduanya **HIGH**, maka output X akan **LOW**
- Jika Input A atau B atau keduanya **LOW**, maka output X akan **HIGH**

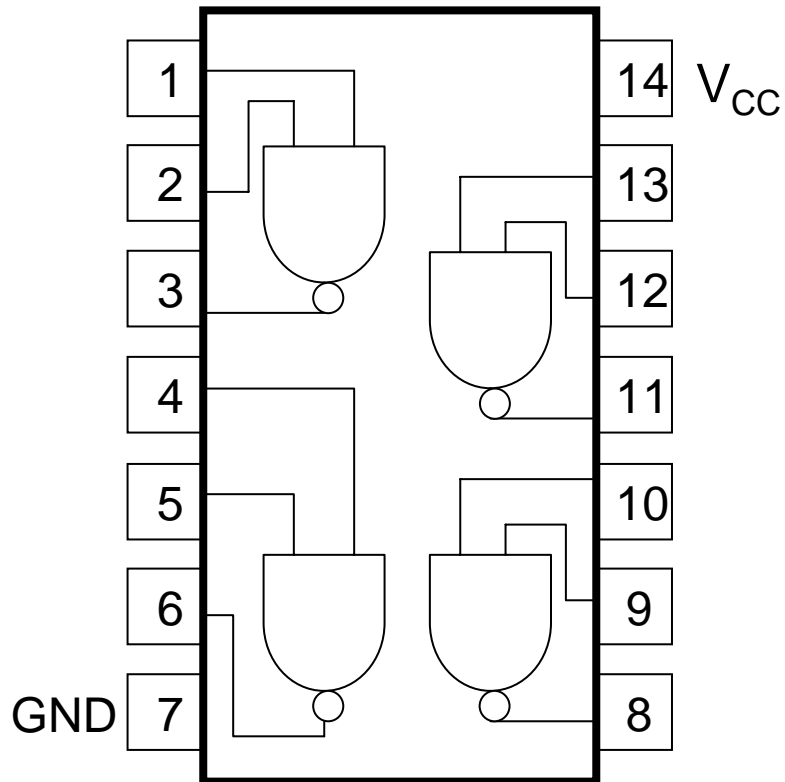
$$X = \overline{A \cdot B}$$

Tabel Kebenaran gerbang NAND

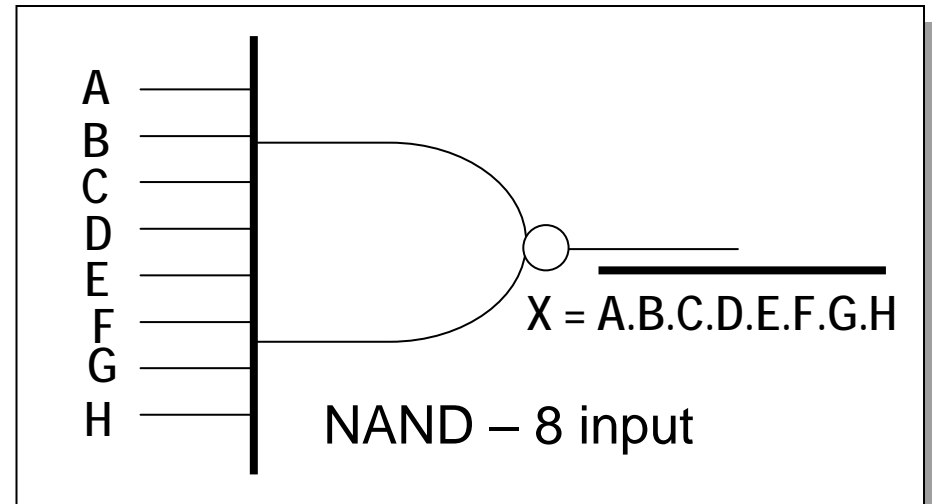
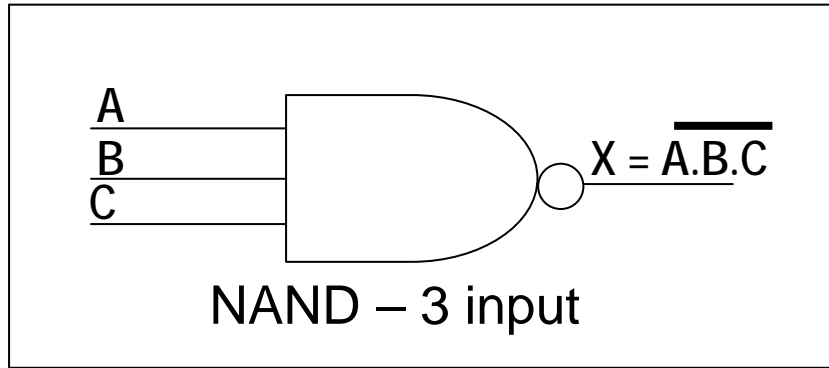
INPUT		Output
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Konfigurasi Pin

QUAD 2-input NAND Gate (7400)



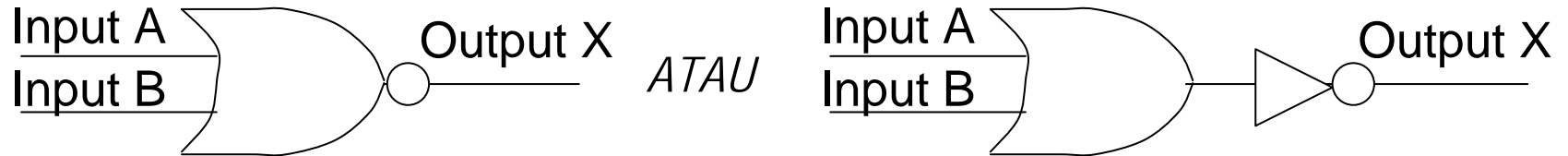
Gerbang NAND dengan banyak Input



Tabel Kebenaran NAND-3 input

INPUT			Output
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

Gerbang NOR



Simbol gerbang logika NOR

Operasi NOR :

- Merupakan Inversi (kebalikan) dari operasi OR
- Jika Input A dan B keduanya **LOW**, maka output X akan **HIGH**
- Jika Input A OR B salah satu atau keduanya **HIGH**, maka output X akan **LOW**

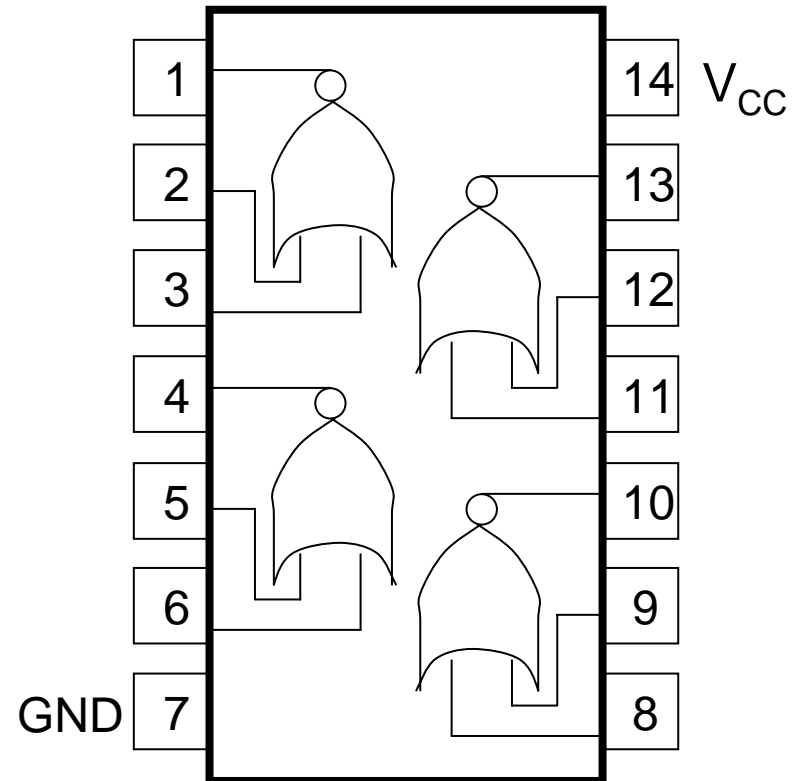
$$X = \overline{A+B}$$

Konfigurasi Pin

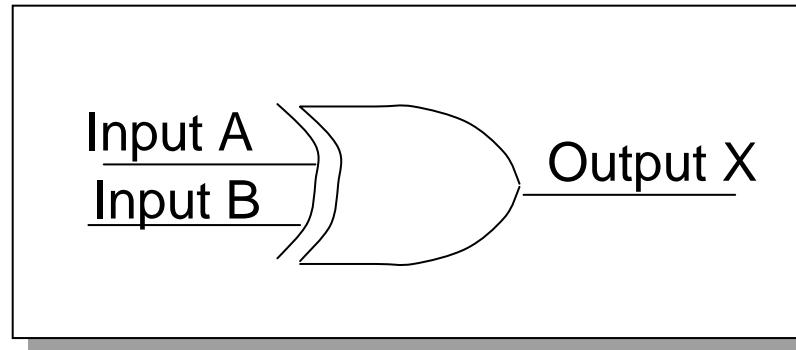
QUAD 2-Input NOR Gate (7402)

Tabel Kebenaran
gerbang NOR

INPUT		Output
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Gerbang Ex-OR



Simbol gerbang logika Ex-OR

Operasi Ex-OR :

- Ex-OR adalah kependekan dari Exclusive OR
- Jika salah satu dari kedua inputnya HIGH (bukan kedua-duanya), maka output X akan HIGH
- Jika kedua inputnya bernilai LOW semua atau HIGH semua, maka output X akan LOW

Tabel Kebenaran Gerbang Ex-OR

INPUT		OUTPUT
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

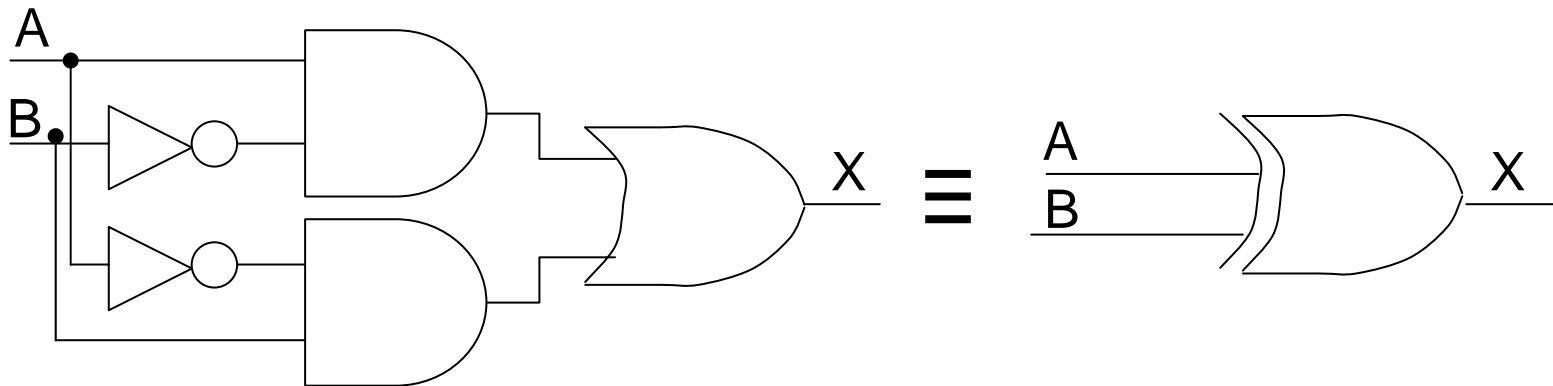
Persamaan Logika Ex-OR

$$X = A \oplus B$$

Berdasarkan Tabel Kebenaran di atas (yang bernilai output = 1), Ex-OR dapat disusun dari gerbang dasar : AND, OR dan NOT

Persamaan EX-OR (dari AND, OR dan NOT) :

$$X = \overline{A}B + A\overline{B}$$

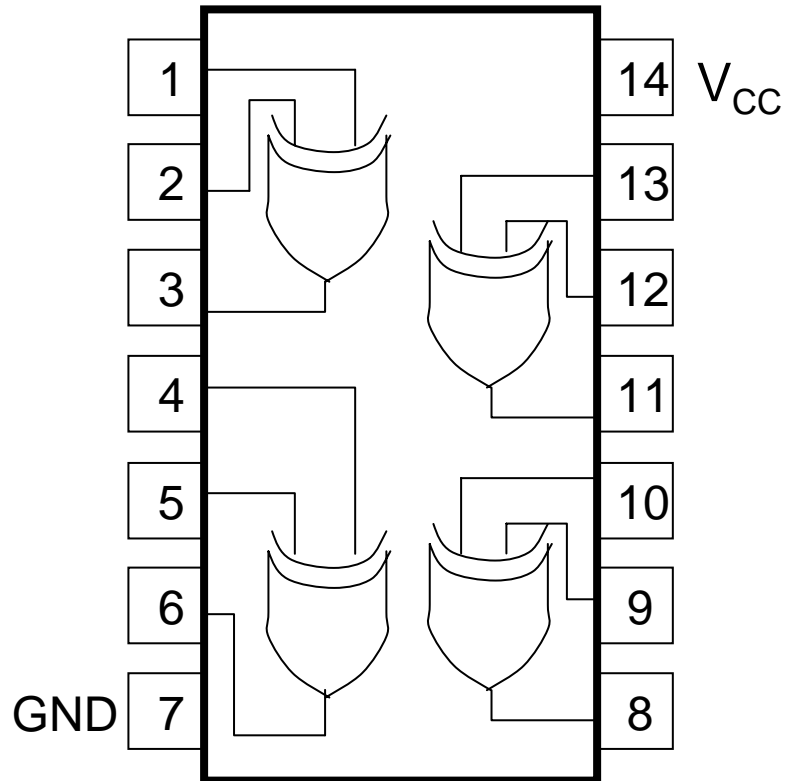


Gerbang Ex-OR dari AND, OR, NOT

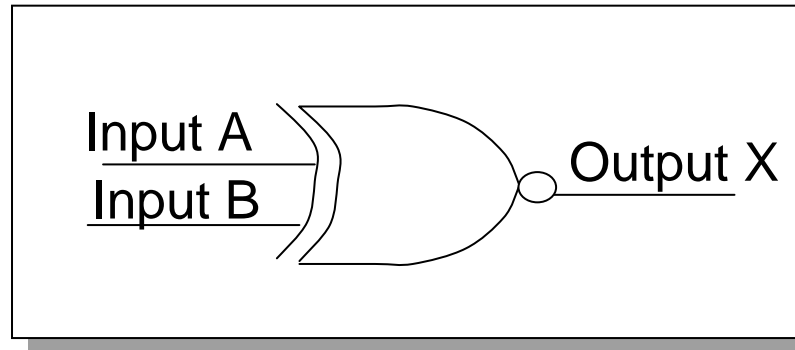
Simbol logika Ex-OR

Konfigurasi Pin

QUAD 2-Input Exclusive OR Gate (7486)



Gerbang Ex-NOR



Simbol gerbang logika Ex-NOR

Operasi Ex-NOR :

- Ex-NOR merupakan kebalikan dari Ex-OR
- Jika salah satu dari kedua inputnya HIGH (bukan kedua-duanya), maka output X akan LOW
- Jika kedua inputnya bernilai LOW semua atau HIGH semua, maka output X akan HIGH

Tabel Kebenaran Gerbang Ex-NOR

INPUT		OUTPUT
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

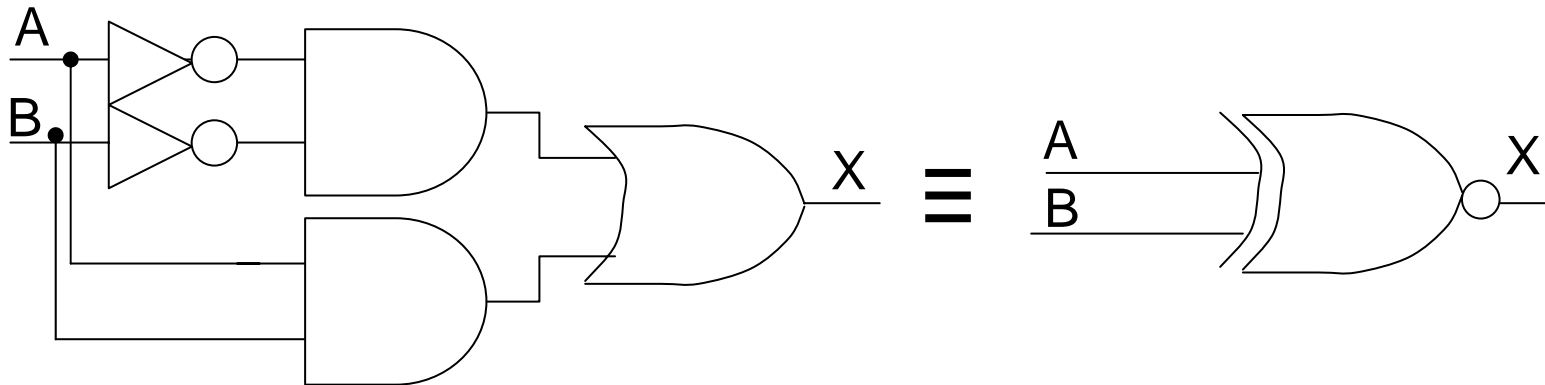
Persamaan Logika Ex-NOR

$$X = \overline{A \oplus B}$$

Berdasarkan Tabel Kebenaran di atas (yang bernilai output = 1), Ex-NOR dapat disusun dari gerbang dasar : AND, OR dan NOT

Persamaan EX-NOR (dari AND, OR dan NOT) :

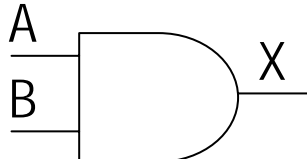
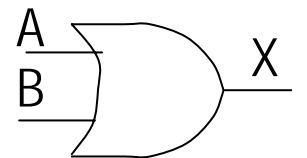
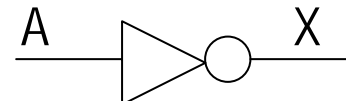
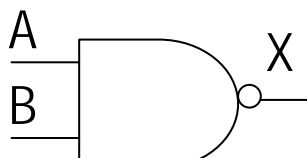
$$X = \overline{A} \overline{B} + AB$$



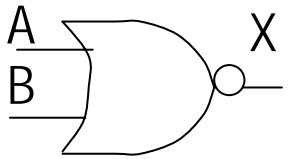
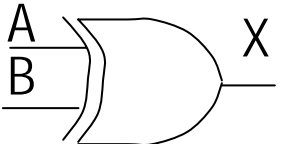
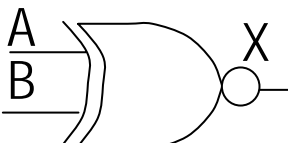
Gerbang Ex-NOR dari AND, OR, NOT

Simbol logika Ex-NOR

RINGKASAN JENIS GERBANG LOGIKA

No	NAMA	TIPE IC	Simbol Logika	Persamaan	Tabel Kebenaran																		
1	AND	7408		$X=A.B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>Output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	INPUT		Output	A	B	X	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
INPUT		Output																					
A	B	X																					
0	0	0																					
0	1	0																					
1	0	0																					
1	1	1																					
2	OR	7432		$X=A+B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>Output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	INPUT		Output	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
INPUT		Output																					
A	B	X																					
0	0	0																					
0	1	1																					
1	0	1																					
1	1	1																					
3	NOT	7404		$X=\overline{A}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INPUT</th> <th>Output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	INPUT	Output	A	X	0	1	1	0										
INPUT	Output																						
A	X																						
0	1																						
1	0																						
4	NAND	7400		$X=\overline{A.B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>Output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	INPUT		Output	A	B	X	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
INPUT		Output																					
A	B	X																					
0	0	1																					
0	1	1																					
1	0	1																					
1	1	0																					

RINGKASAN JENIS GERBANG LOGIKA.....cont

No	NAMA	TIPE IC	Simbol Logika	Persamaan	Tabel Kebenaran																		
5	NOR	7402		$X = \overline{A+B}$	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>Output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	INPUT		Output	A	B	X	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
INPUT		Output																					
A	B	X																					
0	0	1																					
0	1	0																					
1	0	0																					
1	1	0																					
6	Ex-OR	7486		$X = A \oplus B$	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	INPUT		OUTPUT	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
INPUT		OUTPUT																					
A	B	X																					
0	0	0																					
0	1	1																					
1	0	1																					
1	1	0																					
7	Ex-NOR			$X = \overline{A \oplus B}$	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	INPUT		OUTPUT	A	B	X	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
INPUT		OUTPUT																					
A	B	X																					
0	0	1																					
0	1	0																					
1	0	0																					
1	1	1																					

TABEL KEBENARAN

- Sebuah Tabel yang digunakan untuk menganalisa respons output dari gerbang / rangkaian logika berdasarkan kombinasi input-inputnya

Terdiri dari 2 bagian : Input dan Output

Bagian input bisa terdiri dua atau lebih variabel, baik variabel input gerbang maupun variabel kontrol (mis : enable, strobe, clock)

Bagian output juga bisa terdiri dari satu atau lebih variabel

Ada 3 var. input
($n=3$, yaitu X,Y,Z)
Jumlah data = 8 ($=2^n$)
(masing-masing 3 bit)

INPUT			OUTPUT
X	Y	Z	W
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Ada 1 var. output, dimana masing-masing data mempunyai nilai "1" atau "0"

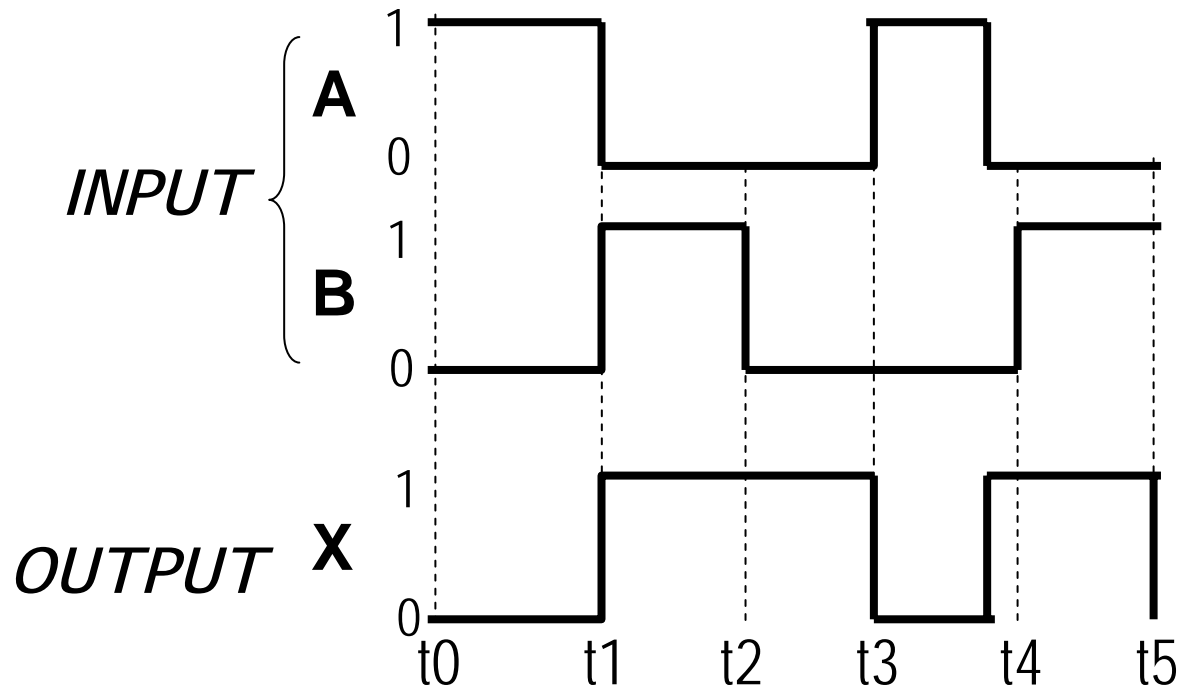
ANALISA PE-WAKTU-AN

Cara penganalisaan response output terhadap kombinasi input-inputnya pada periode waktu tertentu,

Cara penganalisaan yang lain adalah dengan Tabel Kebenaran

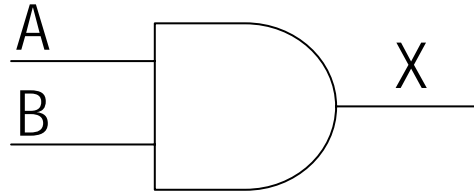
Peralatan yang digunakan disebut : *Timing Diagram* (Diagram pe-waktu-an).

Bentuk Timing Diagram :

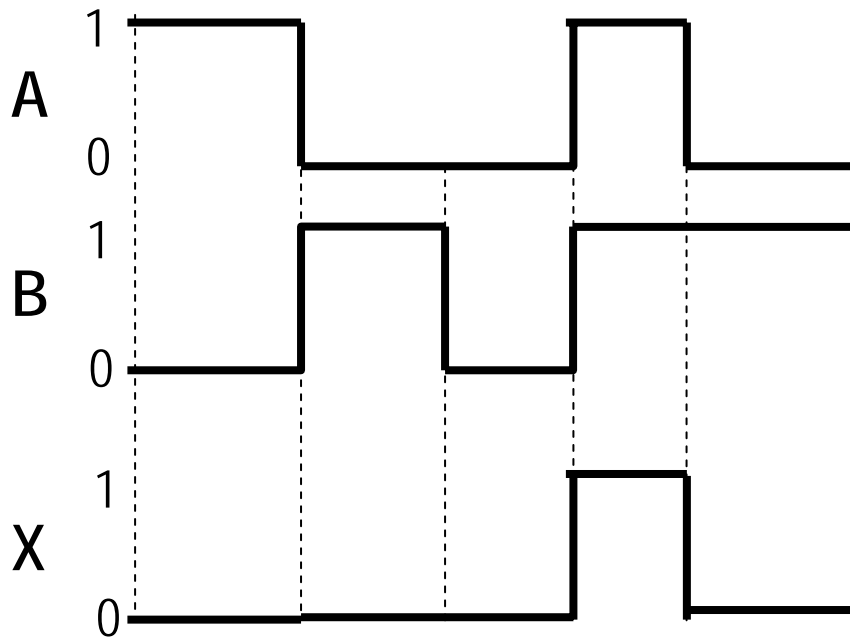


Contoh :

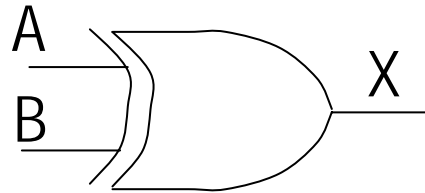
1. Buatlah timing diagram untuk mendapatkan output dari gerbang AND berikut ini :



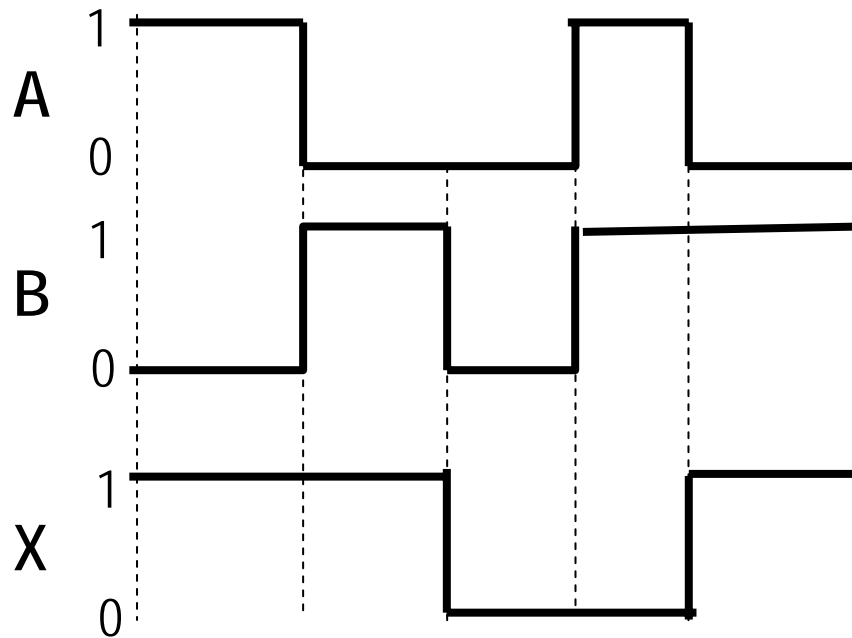
Jawab :



2. Buatlah timing diagram untuk mendapatkan output dari gerbang Ex-OR berikut ini :

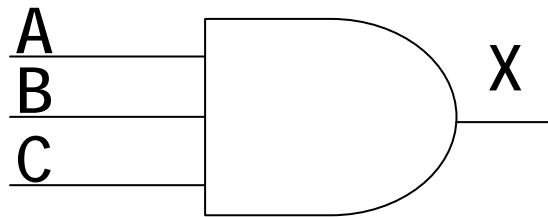


Jawab :

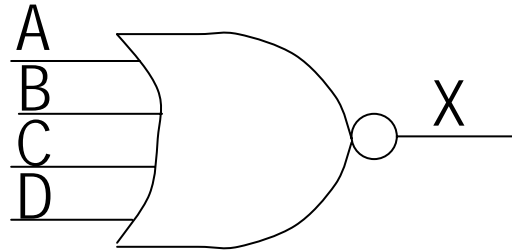


Soal Latihan :

1. Sebuah input data mempunyai urutan : 101110010. Gambarkan bentuk gelombang dari data input tersebut dalam representasi sinyal digital.
2. Sebutkan 3 jenis aplikasi yang menggunakan teknologi digital.
3. Buat Tabel Kebenaran untuk gerbang AND-3 input berikut ini :



4. Buat Tabel Kebenaran untuk gerbang NOR-4 input berikut ini :



5. Buat Timing Diagram untuk output X dari gerbang OR-3 input berikut ini :

