

# Rangkaian Logika

## Kuliah#2 TKC205 Sistem Digital - TA 2013/2014

Eko Didik Widianto

Sistem Komputer - Universitas Diponegoro

- ▶ Sebelumnya dibahas tentang:
  - ▶ Deskripsi, tujuan, sasaran dan materi kuliah TKC205 Sistem Digital
  - ▶ Sistem digital dan aplikasinya
  - ▶ **Umpan Balik:** bagaimana model suatu sistem digital, misalnya robot pengikut garis?
- ▶ Dalam kuliah ini, akan dibahas konsep rangkaian logika:
  - ▶ Representasi biner dan saklar sebagai elemen biner
  - ▶ Variabel dan fungsi logika
  - ▶ Ekspresi dan persamaan logika
  - ▶ Tabel kebenaran
  - ▶ Gerbang logika dasar dan simbolnya untuk fungsi AND, OR, NOT, NAND dan NOR
  - ▶ Rangkaian logika
  - ▶ Analisis rangkaian
  - ▶ Diagram pewaktuan untuk analisis rangkaian

- ▶ Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa akan mampu:
  1. [C2] menjelaskan konsep rangkaian logika meliputi representasi biner, variabel logika, fungsi logika, ekspresi logika dan persamaan logika
  2. [C3] mampu mengaplikasikan rangkaian saklar untuk fungsi logika AND-2, OR-2, NOT, NAND-2 dan NOR-2 dan AND/OR-n masukan
  3. [C3] merepresentasikan fungsi logika ke tabel kebenaran
  4. [C3] mengaplikasikan fungsi logika ke dalam gerbang dan rangkaian logika dengan tepat
  5. [C3] menterjemahkan diagram pewaktuan ke dalam tabel kebenaran
  6. [C3] menggunakan diagram pewaktuan untuk menganalisis rangkaian logika
- ▶ Link
  - ▶ Website: <http://didik.blog.undip.ac.id/2014/02/25/tkc205-sistem-digital-2013-genap/>
  - ▶ Email: [didik@undip.ac.id](mailto:didik@undip.ac.id)

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

## Elemen Rangkaian Biner

### Representasi Biner

### Elemen Rangkaian

Elemen Rangkaian  
Biner

Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika

Lisensi

## Fungsi Logika

### Ekspresi dan Persamaan Logika

### Tabel Kebenaran

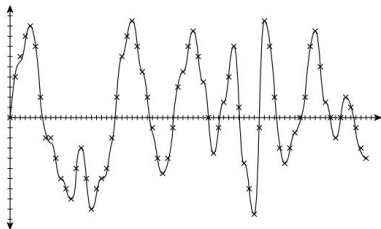
### Rangkaian Logika

### Analisis Rangkaian Logika

### Penutup

## Lisensi

- ▶ Sistem digital mengacu pada rangkaian elektronik yang menghadirkan informasi dalam bentuk diskrit
  - ▶ informasi diwujudkan hanya menggunakan 2 level tegangan
  - ▶ level tegangan mewakili nilai kebenaran (benar/salah)
  - ▶ untuk analisis dalam bentuk rangkaian logika
  - ▶ menambah kehandalan dan akurasi



Representasi diskrit sinyal audio analog

# Representasi Biner

- ▶ Representasi diskrit paling sederhana dalam sistem digital adalah biner, yang hanya dapat mempunyai 2 nilai keadaan (*state*)
  - ▶ apakah switch terbuka atau tertutup
  - ▶ apakah lampu menyala atau mati
- ▶ Dapat dilihat sebagai keadaan logika benar (=1) atau salah (=0)
- ▶ Keadaan salah dan benar dinyatakan dengan 0 dan 1.
  - ▶ Nilai 0 dan 1 adalah digit biner (base 2) atau bit (*binary digit*)

- ▶ logika positif (*active-high logic*): tegangan tinggi=1, tegangan rendah=0

$$x = \begin{cases} 0 & \text{jika tegangan} = 0\text{v} \\ 1 & \text{jika tegangan} = 1.2\text{V}/3.3\text{V}/5\text{V} \end{cases}$$

- ▶ logika negatif (*active-low logic*): tegangan tinggi=0, tegangan rendah=1

$$x = \begin{cases} 0 & \text{jika tegangan} = 1.2\text{V}/3.3\text{V}/5\text{V} \\ 1 & \text{jika tegangan} = 0\text{v} \end{cases}$$



## Elemen Rangkaian Biner

Representasi Biner

Elemen Rangkaian

Elemen Rangkaian  
Biner

Representasi Biner

Elemen Rangkaian

Fungsi Logika

Lisensi

## Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

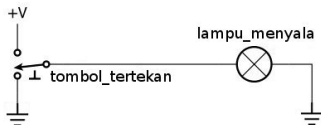
Analisis Rangkaian Logika

Penutup

## Lisensi

# Representasi Bilangan Biner

## Rangkaian Kontrol Lampu

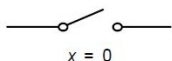


Tegangan +V bisa bernilai 1.2V atau 3.3V atau 5V yang akan menunjukkan level tegangan logika yang digunakan oleh rangkaian

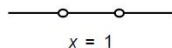
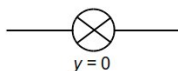
- ▶ Sinyal *switch\_pressed* menunjukkan keadaan dari saklar
  - ▶ Saat saklar ditekan, menunjukkan keadaan *switch\_pressed* benar (=1). Saat saklar dilepas, menunjukkan kondisi *switch\_pressed* salah (=0)
  - ▶ *switch\_pressed* disebut variabel masukan
- ▶ Sinyal *lamp\_lit* menunjukkan nyala lampu (1: menyala, 0: mati)
  - ▶ *switch\_pressed*=1 menyebabkan keadaan *lamp\_lit* benar (=1).
  - ▶ *lamp\_lit* disebut variabel keluaran

# Elemen Biner: Saklar dan Lampu

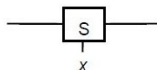
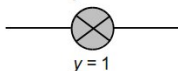
- ▶ Elemen biner paling sederhana adalah sebuah saklar dan lampu yang mempunyai 2 keadaan
- ▶  $x$  mewakili keadaan dari saklar (variabel masukan)
  - ▶  $x=0$  saat saklar terbuka/terputus
  - ▶  $x=1$  saat saklar tersambung
- ▶  $y$  menyatakan keadaan dari lampu (variabel keluaran)
  - ▶  $y=0$  saat lampu padam
  - ▶  $y=1$  saat lampu menyala



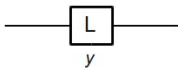
Keadaan Salah



Keadaan Benar



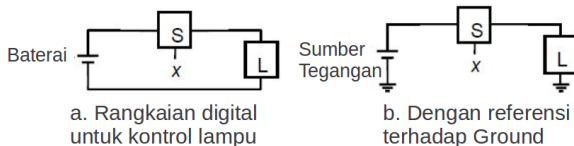
Simbol



a. Saklar

b. Lampu

# Variabel dan Fungsi Logika



- ▶ Contoh kontrol lampu
  - ▶ Keluaran didefinisikan sebagai keadaan dari lampu L
  - ▶  $L = 0$  saat  $x = 0$  dan  $L = 1$  saat  $x = 1$
- ▶ Keadaan L, sebagai fungsi dari  $x$ , yaitu  $L = f(x)$ 
  - ▶ Nilai  $L$  ditentukan oleh  $x$
- ▶  $f(x)$  adalah **fungsi logika**,  $x$  adalah sebuah **variabel** masukan
- ▶ Fungsi  $f(x)$  memberikan  $f(0) = 0$  dan  $f(1) = 1$ 
  - ▶ Disebut fungsi buffer (BUFF)

# Representasi Fungsi Logika

► Fungsi logika dapat direpresentasikan dalam:

1. Ekspresi dan Persamaan Logika (simbol matematis)
2. Tabel Kebenaran (tabular)
3. Rangkaian Logika (diagram grafis)
4. Diagram Pewaktuan (diagram sinyal secara grafis)

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

Penutup

Lisensi

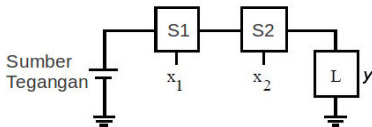
- ▶ Ekspresi logika terdiri atas variabel dan operator
- ▶ Variabel disebut masukan jika mengontrol perilaku fungsi dan merupakan variabel bebas
- ▶ Variabel disebut keluaran jika nilainya ditentukan oleh fungsi logika dan merupakan variabel terikat
- ▶ Operator logika menunjukkan operasi dari fungsi tersebut
- ▶ Operasi logika dasar: AND, OR, NOT
  - ▶ Fungsi logika kompleks tersusun atas operator dasar tersebut
- ▶ Dua ekspresi logika yang sama membentuk persamaan logika

# Fungsi Logika AND

## Ekspresi dan Operator AND

- ▶ Misalnya terdapat 2 saklar untuk mengontrol lampu
- ▶ Menggunakan **hubungan seri**, lampu hanya akan menyala hanya jika kedua saklar terhubung
  - ▶ **Ekspresi** fungsi logika AND dari variabel  $x_1$  dan  $x_2$  adalah  $x_1 \cdot x_2$
  - ▶  $L = 1$  jika dan hanya jika  $x_1$  DAN  $x_2$  adalah 1

Fungsi logika AND



**Operator AND (.)**

$$x_1 \cdot x_2 = x_1 x_2$$

Rangkaian  
mengimplementasikan fungsi  
logika AND



# Persamaan Logika AND-2

$$y = AND(x_1, x_2) \text{ atau}$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$$

- Persamaan pertama terbentuk atas ekspresi  $y$  dan  $AND(x_1, x_2)$
- Persamaan kedua terbentuk atas ekspresi  $f(x_1, x_2)$  dan  $x_1 \cdot x_2$
- Nilai persamaan dapat dinyatakan:

$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x_1 = x_2 = 1 \\ 0 & \text{jika } x_1 = 0 \text{ atau } x_2 = 0 \text{ atau } x_1 = x_2 = 0 \end{cases} \text{ atau}$$

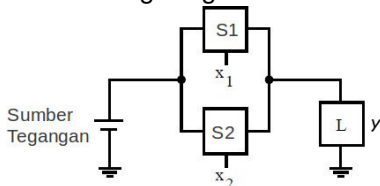
$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x_1 = x_2 = 1 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

# Fungsi Logika OR

## Ekspresi dan Operator AND

- Menggunakan **hubungan paralel**, lampu hanya akan menyala hanya jika salah satu atau kedua saklar terhubung
  - Ekspresi fungsi logika OR dari variabel  $x_1$  dan  $x_2$  adalah  $x_1 + x_2$
  - $L = 1$  jika  $x_1$  ATAU  $x_2$  adalah 1 (atau keduanya)

Fungsi logika OR



**Operator OR (+)**

Rangkaian  
mengimplementasikan fungsi  
logika OR

# Persamaan Logika OR-2

$$y = OR(x_1, x_2) \text{ atau}$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$$

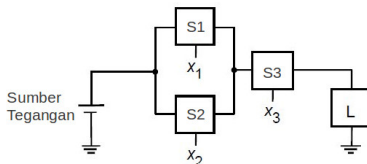
Nilai persamaan logika OR-2:

$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x_1 = 1, x_2 = 1, x_1 = x_2 = 1 \\ 0 & \text{jika } x_1 = x_2 = 0 \end{cases}$$

atau

$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x_1 = x_2 = 0 \\ 1 & \text{lainnya} \end{cases}$$

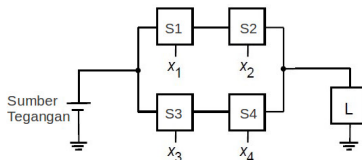
# Kombinasi Logika OR-AND



- Ekspresi logika diperoleh dengan meng-AND-kan fungsi OR  $f_1(x_1, x_2)$  dengan  $x_3$  membentuk persamaan

$$\begin{aligned} L = f(x_1, x_2, x_3) &= \text{AND}(f_1(x_1, x_2), x_3) \\ &= \text{AND}(\text{OR}(x_1, x_2), x_3) \\ &= \text{AND}((x_1 + x_2), x_3) \\ &= (x_1 + x_2) \cdot x_3 \end{aligned}$$

# Kombinasi Logika AND-OR



- Ekspresi logika diperoleh dengan meng-OR-kan fungsi AND  $f_1(x_1, x_2)$  dan  $f_2(x_3, x_4)$  membentuk persamaan

$$\begin{aligned}y = f(x_1, x_2, x_3, x_4) &= OR(f_1(x_1, x_2), f_2(x_3, x_4)) \\&= OR(AND(x_1, x_2), AND(x_3, x_4)) \\&= AND(x_1, x_2) + AND(x_3, x_4) \\&= (x_1 \cdot x_2) + (x_3 \cdot x_4) \\&= x_1 \cdot x_2 + x_3 \cdot x_4\end{aligned}$$

- ▶ Gambarkan rangkaian implementasi fungsi AND 3 variabel dan n-variabel!
- ▶ Gambarkan rangkaian implementasi fungsi OR 3 variabel dan n-variabel!
- ▶ Gambarkan rangkaian saklar untuk implementasi persamaan  $y = (x_1 + x_2) \cdot (x_3 + x_4)$
- ▶ Gambarkan rangkaian saklar untuk implementasi persamaan  $y = x_1 \cdot x_2 + x_3 + x_4$

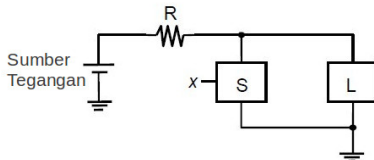
# Fungsi Inversi (NOT)

- ▶ Sebelumnya, lampu menyala saat saklar terhubung. Bagaimana kalau sebaliknya? Lampu menyala saat saklar terputus

- ▶ Ekspresi fungsi logika NOT dari variabel  $x$  adalah  $\bar{x}$
- ▶  $L = 1$  jika  $x = 0$  dan  $L = 0$  jika  $x = 1$

- ▶  $L(x)$  merupakan invers (komplemen) dari  $x$
- ▶ Inversi merupakan operasi *unary*

Fungsi logika NOT



**Ekspresi:**  $\bar{x}$ ,  $x'$ ,  $NOT\ x$   
Rangkaian  
mengimplementasikan fungsi  
logika NOT

# Inversi suatu Fungsi

- ▶ Jika suatu fungsi OR-2 didefinisikan dalam persamaan
  - ▶  $f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$
- ▶ Maka komplemen dari f adalah
  - ▶  $\bar{f}(x_1, x_2) = \overline{x_1 + x_2} = (x_1 + x_2)'$
  - ▶ Fungsi disebut NOR-2 atau NOT(OR)
- ▶ Demikian pula, jika suatu fungsi AND-2 didefinisikan dalam persamaan
  - ▶  $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$
- ▶ Maka komplemen dari f adalah
  - ▶  $\bar{f}(x_1, x_2) = \overline{x_1 \cdot x_2} = (x_1 \cdot x_2)'$
  - ▶ Fungsi disebut NAND-2 atau NOT(AND)

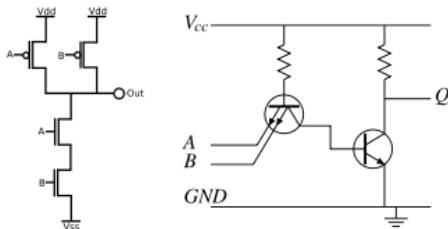


# Inversi suatu Fungsi

- ▶ Gambarkan diagram rangkaian saklar dari fungsi NAND dan NOR 2-masukan
- ▶ Gambarkan diagram rangkaian saklar dari fungsi NAND-3 dan NOR-3

# Implementasi Fungsi NAND-2

## ► Implementasi fungsi NAND dengan CMOS dan BJT



## Implementasi fungsi NAND dengan CMOS dan BJT

Source: [http://en.wikipedia.org/wiki/NAND\\_gate](http://en.wikipedia.org/wiki/NAND_gate)

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

Penutup

Lisensi

# Tabel Kebenaran

- (Review) Cara merepresentasikan fungsi logika:

1. Dengan **ekspresi fungsi**. Misalnya:  $x_1 \cdot x_2$  adalah ekspresi fungsi AND 2 masukan. Dua ekspresi yang bernilai sama membentuk **persamaan logika**. Misalnya:  $y = x_1 \cdot x_2$
2. Dengan menggunakan **tabel kebenaran**
  - Daftar tabular yang berisi nilai keadaan fungsi untuk semua kombinasi nilai masukan (perolehan nilai, *valuation*)

| $x_1$ | $x_2$ | $x_1 \cdot x_2$ |
|-------|-------|-----------------|
| 0     | 0     | 0               |
| 0     | 1     | 0               |
| 1     | 0     | 0               |
| 1     | 1     | 1               |

**AND**

| $x_1$ | $x_2$ | $x_1 + x_2$ |
|-------|-------|-------------|
| 0     | 0     | 0           |
| 0     | 1     | 1           |
| 1     | 0     | 1           |
| 1     | 1     | 1           |

**OR**

| $x$ | $\bar{x}$ |
|-----|-----------|
| 0   | 1         |
| 1   | 0         |

**NOT**

# Tabel Kebenaran: 3 variabel

- ▶ Tabel kebenaran fungsi AND dan OR 3 variabel: AND-3, OR-3, NAND-3 dan NOR-3
- ▶ Untuk fungsi 3-variabel, terdapat 8 kombinasi masukan

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$ | $X_1 + X_2 + X_3$ | $\overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$ | $\overline{X_1 + X_2 + X_3}$ |
|-------|-------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 0     | 0     | 0     | 0                         | 0                 | 1                                    | 1                            |
| 0     | 0     | 1     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 0     | 1     | 0     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 0     | 1     | 1     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 1     | 0     | 0     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 1     | 0     | 1     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 1     | 1     | 0     | 0                         | 1                 | 1                                    | 0                            |
| 1     | 1     | 1     | 1                         | 1                 | 0                                    | 0                            |

- ▶ Untuk fungsi n-variabel, terdapat  $2^n$  kombinasi masukan

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

Penutup

Lisensi

# Tabel Kebenaran suatu Fungsi

- Jika  $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2x_3$ ., maka tabel kebenaran untuk  $f$  adalah:

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_2x_3$ | $x_1 + x_2x_3$ |
|-------|-------|-------|----------|----------------|
| 0     | 0     | 0     | 0        | 0              |
| 0     | 0     | 1     | 0        | 0              |
| 0     | 1     | 0     | 0        | 0              |
| 0     | 1     | 1     | 1        | 1              |
| 1     | 0     | 0     | 0        | 1              |
| 1     | 0     | 1     | 0        | 1              |
| 1     | 1     | 0     | 0        | 1              |
| 1     | 1     | 1     | 1        | 1              |

# Tabel Kebenaran untuk Pembuktian Persamaan

- ▶ Tabel kebenaran dapat digunakan untuk membuktikan kesamaan antara dua ekspresi logika
  - ▶ Pembuktian ini dilakukan secara induktif, yaitu dengan membandingkan nilai tiap ekspresi
  - ▶ Jika sama, maka dapat disimpulkan bahwa kedua ekspresi ekuivalen.
- ▶ Buktikan teorema deMorgan,  $\overline{x_1 + x_2} = (\overline{x_1} \cdot \overline{x_2})$  dan  $\overline{x_1 \cdot x_2} = (\overline{x_1} + \overline{x_2})$

| $x_1$ | $x_2$ | $\overline{x_1}$ | $\overline{x_2}$ | $x_1 + x_2$ | $\overline{x_1 + x_2}$ | $\overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$ | $x_1 \cdot x_2$ | $\overline{x_1 \cdot x_2}$ | $\overline{x_1} + \overline{x_2}$ |
|-------|-------|------------------|------------------|-------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0     | 0     | 1                | 1                | 0           | 1                      | 1                                     | 0               | 1                          | 1                                 |
| 0     | 1     | 1                | 0                | 1           | 0                      | 0                                     | 0               | 1                          | 1                                 |
| 1     | 0     | 0                | 1                | 1           | 0                      | 0                                     | 0               | 1                          | 1                                 |
| 1     | 1     | 0                | 0                | 1           | 0                      | 0                                     | 1               | 0                          | 0                                 |

# Bahasan

Rangkaian Logika

@2014,Eko Didik  
Widianto

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

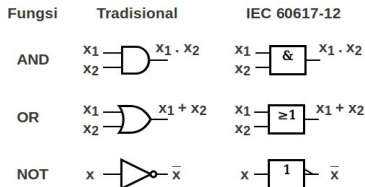
Penutup

Lisensi



- ▶ Tiap operasi logika dasar (AND, OR, NOT) dapat diimplementasikan menjadi satu elemen rangkaian, disebut **gerbang logika**
  - ▶ merupakan simbol dari fungsi dasar logika
- ▶ Satu gerbang logika mempunyai satu atau lebih masukan dan satu keluaran
  - ▶ Keluaran merupakan fungsi logika dari masukannya

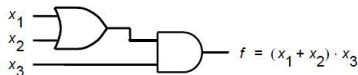
# Simbol Gerbang Logika



- ▶ Kedua simbol didefinisikan dalam ANSI/IEEE Std 91-1984 dan Std 91a-1991
  - ▶ Simbol tradisional mengambil standar MIL-STD-806 (1950 dan 1960)
    - ▶ Fungsi mempunyai bentuk yang unik dan mudah dimengerti sehingga banyak digunakan di industri maupun pendidikan
    - ▶ Digunakan untuk skematik sederhana
  - ▶ Simbol IEC berbentuk kotak dengan simbol fungsi di dalamnya
    - ▶ Ditujukan untuk rangkaian kompleks

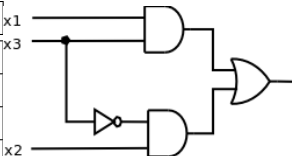
- **Rangkaian logika** tersusun atas gerbang-gerbang logika yang saling terhubung

- Disebut juga sebagai **jaringan logika** (*logic network*)
- Rangkaian logika ini merupakan bentuk representasi fungsi logika, selain ekspresi dan tabel kebenaran



- ▶ Buatlah tabel kebenaran dari fungsi  $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_3 + x_2 \bar{x}_3$  dan gambarkan rangkaian logikanya
  - ▶ Fungsi logika membentuk rangkaian SOP, jumlah (OR) dari operasi perkalian (AND)

| $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_1 x_3$ | $x_2 \bar{x}_3$ | $x_1 x_3 + x_2 \bar{x}_3$ |
|-------|-------|-------|-----------|-----------------|---------------------------|
| 0     | 0     | 0     | 0         | 0               | 0                         |
| 0     | 0     | 1     | 0         | 0               | 0                         |
| 0     | 1     | 0     | 0         | 1               | 1                         |
| 0     | 1     | 1     | 0         | 0               | 0                         |
| 1     | 0     | 0     | 0         | 0               | 0                         |
| 1     | 0     | 1     | 1         | 0               | 1                         |
| 1     | 1     | 0     | 0         | 1               | 1                         |
| 1     | 1     | 1     | 1         | 0               | 1                         |

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

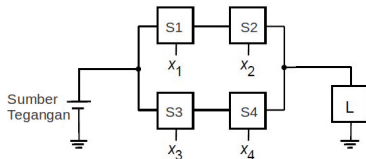
Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

# Review: Mendefinisikan Fungsi Logika

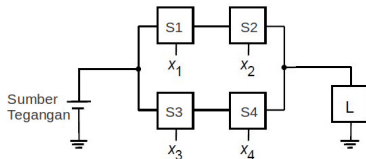


- Nyatakan persamaan fungsi boolean untuk rangkaian di atas!
- Solusi:

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_1 x_2) + (x_3 x_4)$$

- Selanjutnya,
  - Gambar rangkaian logikanya
  - Buat tabel logikanya

# Review: Mendefinisikan Fungsi Logika



- ▶ Nyatakan persamaan fungsi boolean untuk rangkaian di atas!
- ▶ Solusi:

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_1 x_2) + (x_3 x_4)$$

- ▶ Selanjutnya,
  - ▶ Gambar rangkaian logikanya
  - ▶ Buat tabel logikanya

# Mendesain Rangkaian Logika

- ▶ Desain rangkaian logika berdasarkan kebutuhan sebagai berikut:
  - ▶ Diinginkan suhu dan level cairan dalam penampung selalu terjaga. Suhu normal yang diinginkan adalah antara 25C dan 40C. Sensor suhu yang ada adalah sensor untuk mendeteksi suhu di atas 25C dan suhu di atas 40C. Untuk menjaga level cairan, sebuah saklar digunakan untuk mengaktifkan sensor level. Buzzer akan berbunyi jika suhu terlalu tinggi (>40C) atau terlalu rendah (<25C). Buzzer juga berbunyi jika level cairan kurang saat saklar sensor level diaktifkan
- ▶ Terdapat 5 variabel
  - ▶ masukan: suhu >40C ( $x_1$ ), suhu >25C ( $x_2$ ), level kurang ( $x_3$ ), saklar level aktif ( $x_4$ )
  - ▶ keluaran: buzzer berbunyi ( $y$ )
- ▶ Persamaan logikanya:  $y = x_1 + \bar{x}_2 + (x_3 \cdot x_4)$ . Rangkaian logikanya?

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Eksresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

- ▶ Desain rangkaian logika berdasarkan kebutuhan sebagai berikut:
  - ▶ Diinginkan suhu dan level cairan dalam penampung selalu terjaga. Suhu normal yang diinginkan adalah antara 25C dan 40C. Sensor suhu yang ada adalah sensor untuk mendeteksi suhu di atas 25C dan suhu di atas 40C. Untuk menjaga level cairan, sebuah saklar digunakan untuk mengaktifkan sensor level. Buzzer akan berbunyi jika suhu terlalu tinggi (>40C) atau terlalu rendah (<25C). Buzzer juga berbunyi jika level cairan kurang saat saklar sensor level diaktifkan
- ▶ Terdapat 5 variabel
  - ▶ masukan: suhu >40C ( $x_1$ ), suhu >25C ( $x_2$ ), level kurang ( $x_3$ ), saklar level aktif ( $x_4$ )
  - ▶ keluaran: buzzer berbunyi ( $y$ )
- ▶ Persamaan logikanya:  $y = x_1 + \bar{x}_2 + (x_3 \cdot x_4)$ . Rangkaian logikanya?

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Eksresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

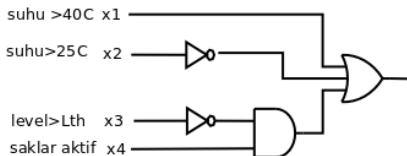
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi



# Mendesain Rangkaian Logika (Cont'd)

- Persamaan fungsi:  $y = x_1 + \bar{x}_2 + (x_3 \cdot x_4)$



- Latihan: gambarkan rangkaian saklarnya dan buat tabel kebenarannya

# Bahasan

Rangkaian Logika

@2014,Eko Didik  
Widianto

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

Penutup

Lisensi

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

Dua konsep dasar dalam proses perancangan sistem digital, yaitu

1. Jika diberikan suatu rangkaian logika, maka perancang akan dapat mengamati fungsi atau perilaku dari rangkaian tersebut. Proses dengan memberikan semua kombinasi sinyal masukan yang mungkin ke rangkaian dan mengamati perilakunya ini disebut proses analisis
2. Kebalikan dari analisis adalah proses sintesis. Sintesis merupakan proses untuk merancang rangkaian logika yang mempunyai perilaku masukan-keluaran yang diinginkan. Perilaku masukan-keluaran dari sistem merupakan kebutuhan spesifikasi fungsional yang harus dipenuhi oleh proses sintesis.

# Analisis Rangkaian Logika

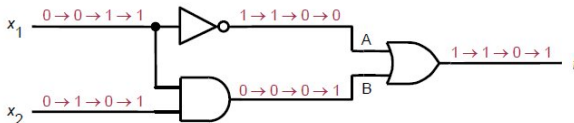
- ▶ Untuk menentukan perilaku fungsional dari rangkaian logika, dapat dilakukan dengan memberikan semua kombinasi sinyal masukan yang mungkin ke rangkaian
  - ▶ Nilai sinyal dipropagasikan sepanjang rangkaian dan dicatat nilai di tiap jalurnya
- ▶ Analisis rangkaian logika dapat dinyatakan dalam empat cara, yaitu
  1. dengan analisis tekstual/verbal untuk menyatakan perilaku rangkaian secara tekstual (dan lisan)
  2. dengan analisis struktur rangkaian dengan memberikan nilai langsung di tiap jalur rangkaian logika
  3. dengan diagram pewaktuan menggambarkan perilaku rangkaian secara grafis dalam bentuk gelombang
  4. dengan tabel kebenaran menyatakan perilaku rangkaian dalam bentuk tabular

Deskripsi verbal lengkap untuk fungsi  $f = \bar{x}_1 + x_1 x_2$  adalah

- ▶ Jika masukan  $x_1 x_2 = 00$ , maka  
 $f(0, 0) = \bar{0} + 0 \cdot 0 = 1 + 0 = 1$
- ▶ Jika masukan  $x_1 x_2 = 01$ , maka  
 $f(0, 1) = \bar{0} + 0 \cdot 1 = 1 + 0 = 1$
- ▶ Jika masukan  $x_1 x_2 = 10$ , maka  
 $f(1, 0) = \bar{1} + 1 \cdot 0 = 0 + 0 = 0$
- ▶ Jika masukan  $x_1 x_2 = 11$ , maka  
 $f(1, 1) = \bar{1} + 1 \cdot 1 = 0 + 1 = 1$

# Analisis Rangkaian Logika

- Analisis rangkaian logika untuk fungsi  $f = \bar{x}_1 + x_1x_2$



# Analisis Tabel Kebenaran

- Analisis fungsi  $f = \bar{x}_1 + x_1 x_2$  dengan tabel kebenaran

| $x_1$ | $x_2$ | $\mathbf{A}, \bar{x}_1$ | $\mathbf{B}, x_1 x_2$ | $f = \bar{x}_1 + x_1 x_2$ |
|-------|-------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 0     | 0     | 1                       | 0                     | 1                         |
| 0     | 1     | 1                       | 0                     | 1                         |
| 1     | 0     | 0                       | 0                     | 0                         |
| 1     | 1     | 0                       | 1                     | 1                         |

## Analisis Diagram Pewaktuan

@2014,Eko Didik  
Widianto

### Elemen Rangkaian Biner

## Fungsi Logika

## Ekspresi dan Persamaan Logika

## Rangkaian Logika

### Analisis Rangkaian Logika

Lisensi

- ▶ Fungsi dari rangkaian logika dapat ditunjukkan dengan diagram pewaktuan
  - ▶ Memberikan perilaku dinamik dari rangkaian

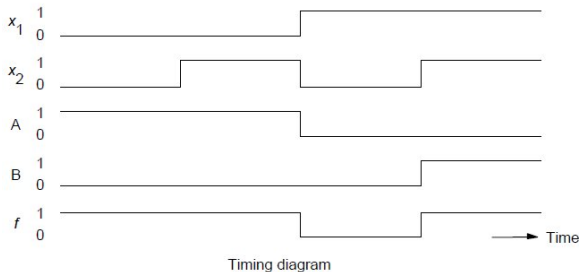


Diagram pewaktuan fungsi  $f = \bar{x}_1 + x_1 x_2$

- ▶ Dalam verifikasi rangkaian fisiknya, sinyal masukan dan keluaran rangkaian dapat dimonitor menggunakan perangkat *logic analyzer* atau osiloskop



# Bahasan

Rangkaian Logika

@2014,Eko Didik  
Widianto

Elemen Rangkaian Biner  
Representasi Biner  
Elemen Rangkaian

Fungsi Logika  
Ekspresi dan Persamaan Logika  
Tabel Kebenaran  
Rangkaian Logika  
Analisis Rangkaian Logika  
Penutup

Lisensi

Elemen Rangkaian  
Biner

Fungsi Logika

Ekspresi dan Persamaan  
Logika

Tabel Kebenaran

Rangkaian Logika

Analisis Rangkaian Logika

Penutup

Lisensi

- ▶ Yang telah kita pelajari hari ini:
  - ▶ Representasi biner dengan 2 nilai keadaan dan elemen biner
  - ▶ Variabel dan fungsi logika dasar (AND, OR, NOT)
  - ▶ Representasi fungsi logika: ekspresi logika, tabel kebenaran dan rangkaian logika
  - ▶ Analisis rangkaian logika dan diagram pewaktuan
- ▶ Yang akan kita pelajari di pertemuan berikutnya adalah aljabar Boolean dan sintesis ekspresi logika
  - ▶ Pelajari: <http://didik.blog.undip.ac.id/2014/02/25/tkc205-sistem-digital-2013-genap/>

## Creative Common Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

- ▶ Anda bebas:
  - ▶ untuk **Membagikan** — untuk menyalin, mendistribusikan, dan menyebarkan karya, dan
  - ▶ untuk **Remix** — untuk mengadaptasikan karya
- ▶ Di bawah persyaratan berikut:
  - ▶ **Atribusi** — Anda harus memberikan atribusi karya sesuai dengan cara-cara yang diminta oleh pembuat karya tersebut atau pihak yang mengeluarkan lisensi. Atribusi yang dimaksud adalah mencantumkan alamat URL di bawah sebagai sumber.
  - ▶ **Pembagian Serupa** — Jika Anda mengubah, menambah, atau membuat karya lain menggunakan karya ini, Anda hanya boleh menyebarkan karya tersebut hanya dengan lisensi yang sama, serupa, atau kompatibel.
- ▶ Lihat: **Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported License**
- ▶ Alamat URL: <http://didik.blog.undip.ac.id/2014/02/25/tkc205-sistem-digital-2013-genap/>