

Rangkaian Kombinasional

Kuliah#10 TKC205 Sistem Digital - TA 2013/2014

Eko Didik Widianto

Sistem Komputer - Universitas Diponegoro

23 Maret 2014

- ▶ Rangkaian digital dapat digolongkan dalam 2 tipe:
 1. Rangkaian kombinasional mempunyai nilai keluaran di suatu waktu hanya ditentukan oleh nilai dari masukannya di waktu tersebut
 - ▶ Tidak ada penyimpanan informasi atau ketergantungan terhadap nilai keluaran sebelumnya
 2. Rangkaian sekuensial mempunyai nilai keluaran di suatu waktu ditentukan oleh nilai masukannya waktu itu dan nilai keluaran sebelumnya
 - ▶ Mempunyai penyimpan (*storage*) untuk menyimpan nilai keluaran sebelumnya
- ▶ Kedua tipe rangkaian digital terdapat dalam komputer, misalnya ALU dan dekoder alamat (kombinasional) serta register dan pencacah (sekuensial)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Di kuliah sebelumnya dibahas tentang representasi bilangan dan operasi aritmatika (penjumlahan dan pengurangan)
 - ▶ Operasi aritmetika digital diwujudkan dalam rangkaian penjumlah/pengurang n bit
 - ▶ Merupakan komponen penyusun sistem komputer di unit logika dan aritmetika (ALU)
- ▶ Selanjutnya akan dibahas tentang rangkaian kombinasional dan blok komponen penyusunnya
 - ▶ Blok rangkaian kombinasional: multiplexer, enkoder, konverter kode, demultiplexer, dekoder
 - ▶ teorema ekspansi Shannon
 - ▶ komponen output 7-segmen
 - ▶ desain rangkaian kombinasional yang terdiri atas blok rangkaian tersebut

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Mahasiswa akan mampu:
 - ▶ [C2] menjelaskan fungsi karakteristik blok komponen rangkaian kombinasional dengan tepat
 - ▶ [C4] mengaplikasikan blok rangkaian kombinasional dalam desain sistem digital serta menganalisisnya
 - ▶ [C5] merancang dan menganalisis rangkaian multiplekser dari fungsi logika yang diinginkan, dengan menggunakan ekspansi Shannon
- ▶ Website: <http://didik.blog.undip.ac.id/2014/02/25/tkc205-sistem-digital-2013-genap/>
 - ▶ Email: didik@undip.ac.id

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplek

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Bahasan

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplekser (MUX)

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Konverter Kode

Ringkasan

Ringkasan

Lisensi

Lisensi

Rangkaian Kombinasional

► Rangkaian digital: **kombinasional** dan **sekuensial**

► Rangkaian kombinasional

- Nilai keluaran rangkaian di suatu waktu **hanya ditentukan oleh nilai dari masukannya** di waktu tersebut
- **Tidak ada** penyimpanan informasi atau ketergantungan terhadap nilai sebelumnya
- Misalnya: multiplexer, enkoder, dekoder, demux, ALU

► Rangkaian Sekuensial

- Nilai keluaran rangkaian di suatu waktu ditentukan oleh **nilai masukannya waktu itu** dan **nilai keluaran sebelumnya**
- Menyertakan **storage** untuk menyimpan nilai masukan
- Elemen dasar untuk menyimpan data 1-bit adalah **flip-flop**
- rangkaian sekuensial n-bit misalnya register, counter
- Sebagian besar rangkaian digital adalah **sekuensial**

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser

- ▶ Sebuah rangkaian multiplekser (MUX) mempunyai
- ▶ N buah masukan SELECT
 - ▶ Maksimal 2^N jalur data masukan
 - ▶ Satu output
- ▶ MUX melewati nilai sinyal dari salah satu data masukan ke jalur keluaran tergantung dari nilai masukan SELECT
- ▶ Untuk memilih n masukan diperlukan $2 \log(n)$ kontrol *select*
- ▶ Contoh: Diinginkan rangkaian untuk memilih 7 jalur data masukan. Tentukan jumlah jalur masukan *Select*
 - ▶ **Solusi.** Jumlah jalur *Select*, N , dapat dinyatakan sebagai $N = \log_2(7) \approx 2,807$. Nilai N dibulatkan ke atas, sehingga jumlah jalur *Select* yang disediakan $N = 3$. Dengan $N = 3$, jumlah masukan yang bisa dipilih maksimal 8 jalur data masukan

Multiplekser (MUX)

Multiplekser 2 Masukan

Multiplekser Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplekser

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser (MUX)

Multiplekser 2 Masukan

Multiplekser Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplekser

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplek

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX-2)

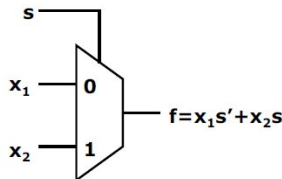
- ▶ mempunyai 2 masukan data x_0 dan x_1 , 1 jalur *select* s dan 1 keluaran f

- ▶ Perilaku

- ▶ Jika $s = 0$, maka $f = x_0$
- ▶ Jika $s = 1$, maka $f = x_1$

$$f(s, x_0, x_1) = \begin{cases} x_0 & \text{untuk } s = 0 \\ x_1 & \text{untuk } s = 1 \end{cases}$$
$$f(s, x_0, x_1) = x_0 \cdot \bar{s} + x_1 \cdot s$$

MUX 2-masukan



s	$f(s, x_1, x_2)$
0	x_1
1	x_2

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

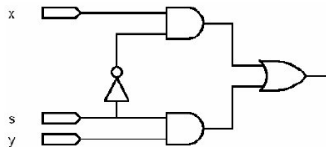
Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

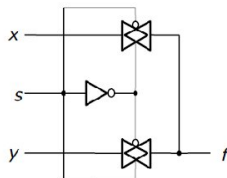
Ringkasan

Lisensi

Implementasi MUX



Implementasi CMOS:
2 AND + 1 OR + 1 NOT
Total **20 transistor**



Implementasi CMOS:
2 TG + 1 NOT
Total **6 transistor (preferred)**

- Berapa jumlah transistor CMOS untuk MUX-2 menggunakan NAND-NAND?

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

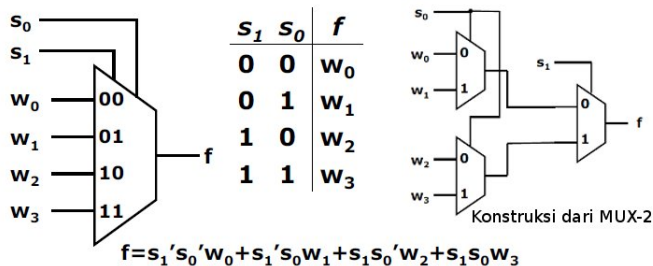
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

MUX 4 Masukan (MUX-4)

- ▶ MUX 4-masukan memilih satu dari 4 data masukan yang akan dilewatkan ke keluaran
- ▶ Ditentukan oleh nilai 2 jalur SELECT (s_0, s_1)
- ▶ Dapat dikonstruksi menggunakan 3 buah MUX 2-masukan



Multiplexer
(MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Perilaku MUX-4

Perilaku MUX 4-ke-1:

- ▶ Jika $s_1 s_0 = 00$, maka $f = x_0$
- ▶ Jika $s_1 s_0 = 01$, maka $f = x_1$
- ▶ Jika $s_1 s_0 = 10$, maka $f = x_2$
- ▶ Jika $s_1 s_0 = 11$, maka $f = x_3$

Persamaan fungsi MUX 4-ke-1:

$$f(s, x_0, x_1, x_2, x_3) = \begin{cases} x_0 & \text{untuk } s_1 s_0 = 00 \\ x_1 & \text{untuk } s_1 s_0 = 01 \\ x_2 & \text{untuk } s_1 s_0 = 10 \\ x_3 & \text{untuk } s_1 s_0 = 11 \end{cases}$$

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

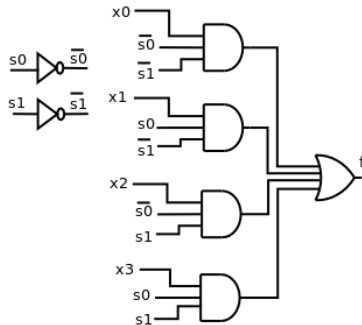
Ringkasan

Lisensi

Rangkaian MUX-4

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



- ▶ membutuhkan 4 AND-3, 1 OR-4 dan 2 NOT
 - ▶ Jumlah transistor CMOS= $4 \times 8 + 1 \times 10 + 2 \times 2 = 62$ transistor

Multiplexer
(MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok

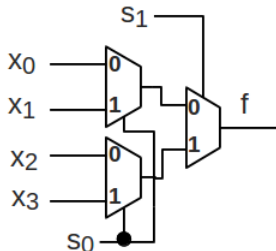
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Dekomposisi MUX-4



- ▶ disusun menggunakan 3 buah MUX 2-ke-1
 - ▶ Jika tiap MUX-2 diimplementasikan dengan rangkaian TG, maka jumlah transistor = 18 transistor

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

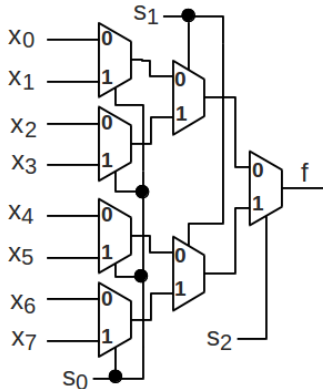
Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- Secara umum, MUX n-ke-1 dapat dibentuk dengan susunan $(n - 1)$ MUX 2-ke-1 untuk membentuk rangkaian MUX $\log_2(n)$ level

Multiplexer (MUX)

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

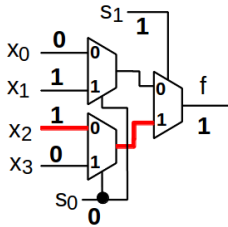
Ringkasan

Lisensi

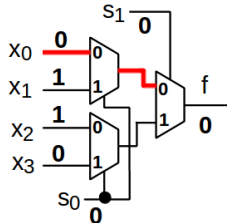
Analisis Rangkaian MUX

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



$$f(1,0,0,1,1,0)=1$$



$$f(0,0,0,1,1,0)=0$$

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ *Crossbar* $n \times k$
- ▶ Saklar terprogram di FPGA
- ▶ Rangkaian LUT (*Look-up Table*) di CPLD
- ▶ Selektor kanal di konverter analog ke digital (ADC)
- ▶ Serializer data paralel

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

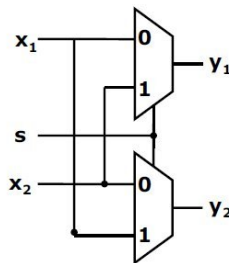
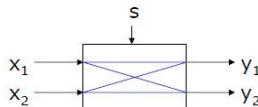
Ringkasan

Lisensi

Aplikasi MUX: 2x2 Crossbar

- ▶ **Crossbar** $n \times k$: rangkaian dengan n masukan dan k keluaran yang fungsinya untuk menyediakan koneksi dari sebarang masukan ke sebarang keluaran
- ▶ **Crossbar** 2×2 : 2 masukan dan 2 keluaran
- ▶ Digunakan di aplikasi untuk menghubungkan satu set jalur ke jalur lainnya (misalnya jaringan switching telepon)

s	y_0	y_1
0	x_0	x_1
1	x_1	x_0



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

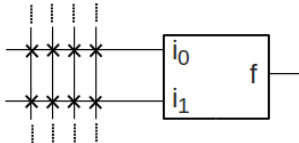
Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

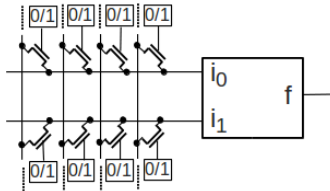
Ringkasan

Lisensi

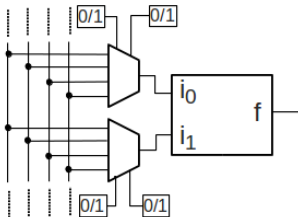
Aplikasi MUX: Programmable Switch di FPGA



X=programmable switch



(a) Implementasi transistor



(b) Implementasi MUX

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

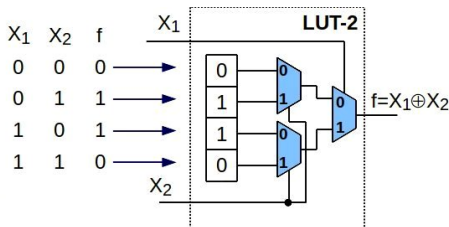
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Aplikasi MUX: LUT-2

- ▶ Lookup Table 2 masukan di CPLD
- ▶ Diinginkan fungsi: $f = X_1 \oplus X_2$



- ▶ Analisis rangkaian MUX tersebut

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

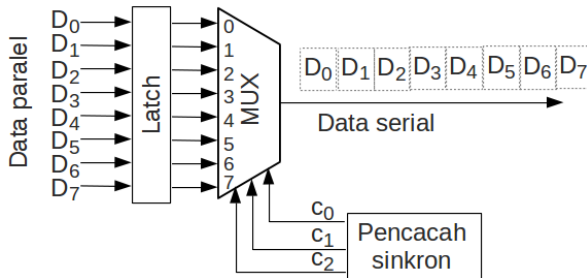
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Aplikasi MUX: Serializer

- Mengubah data paralel menjadi serial



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

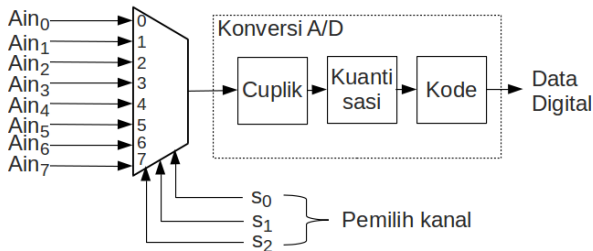
Ringkasan

Lisensi

Aplikasi MUX: Pemilih Kanal ADC

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

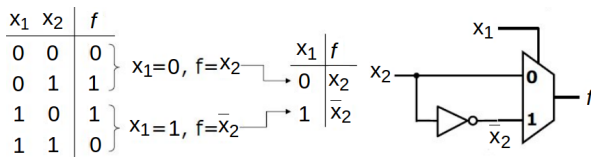
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Fungsi Logika dengan MUX

- ▶ MUX dapat digunakan untuk mensintesis fungsi logika
- ▶ Misalnya: $f(x_1, x_2) = x_1 \oplus x_2$



- ▶ Fungsi $f(x_1, x_2) = x_1 \oplus x_2$ dapat dinyatakan:

$$f = \begin{cases} x_2 & \text{untuk } x_1 = 0 \\ \bar{x}_2 & \text{untuk } x_1 = 1 \end{cases}$$

Multiplexer
(MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Teori Ekspansi Shannon: Sintesis Multiplexer

- ▶ Sebarang fungsi Boolean $f(w_1, \dots, w_n)$ dapat dituliskan dalam bentuk
$$f(w_1, \dots, w_n) = \bar{w}_1 \cdot f(0, w_2, \dots, w_n) + w_1 \cdot f(1, w_2, \dots, w_n)$$
- ▶ Misalnya

$$\begin{aligned}f(x_1, x_2, x_3) &= \sum m(3, 5, 6, 7) \\&= \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 x_3 \\&= \bar{x}_1 (x_2 x_3) + x_1 (\bar{x}_2 x_3 + x_2 \bar{x}_3 + x_2 x_3) \\&= \bar{x}_1 (x_2 x_3) + x_1 (x_2 + x_3)\end{aligned}$$

- ▶ Atau dapat dinyatakan bahwa:

$$f(x_1, x_2, x_3) = \begin{cases} x_2 x_3 & \text{saat } x_1 = 0 \\ x_2 + x_3 & \text{saat } x_1 = 1 \end{cases}$$

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

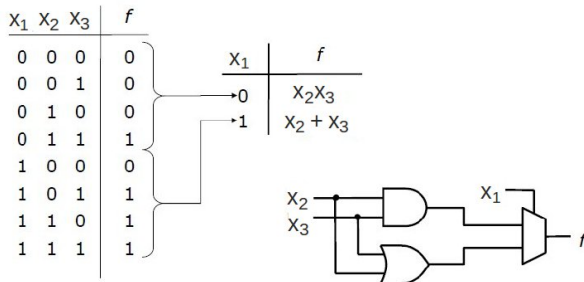
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Contoh Ekspansi Shannon

- Sintesis rangkaian $f(x_1, x_2, x_3) = \sum m(3, 5, 6, 7)$



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Contoh Ekspansi Shannon

- ▶ Contoh: $f(x_1, x_2, x_3) = \sum m(0, 1, 3, 4, 5)$
 - ▶ Pilih x_1 sebagai variabel ekspansi (opsi #1)

$$\begin{aligned}f(x_1, x_2, x_3) &= \sum m(0, 1, 3, 4, 5) \\&= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 \\&= \bar{x}_1 (\bar{x}_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3 + x_2 x_3) + x_1 (\bar{x}_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3) \\&= \bar{x}_1 (\bar{x}_2 + x_3) + x_1 (\bar{x}_2) \\&= \underbrace{\bar{x}_1 (\bar{x}_2 + x_3)}_{f \text{ saat } x_1=0} + \underbrace{x_1 (\bar{x}_2)}_{f \text{ saat } x_1=1}\end{aligned}$$

- ▶ Pilih x_2 sebagai variabel ekspansi (opsi #2)

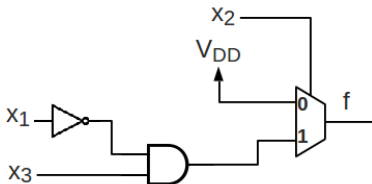
$$\begin{aligned}f(x_1, x_2, x_3) &= \sum m(0, 1, 3, 4, 5) \\&= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 \\&= \bar{x}_2 (\bar{x}_1 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 x_3 + x_1 \bar{x}_3 + x_1 x_3) + x_2 (\bar{x}_1 x_3) \\&= \underbrace{\bar{x}_2 (1)}_{f \text{ saat } x_2=0} + \underbrace{x_2 (\bar{x}_1 x_3)}_{f \text{ saat } x_2=1}\end{aligned}$$

Rangkaian $f(x_1, x_2, x_3) = \sum m(0, 1, 3, 4, 5)$

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3) &= \sum m(0, 1, 3, 4, 5) \\ &= \underbrace{\bar{x}_2 (1)}_{f \text{ saat } x_2=0} + \underbrace{x_2 (\bar{x}_1 x_3)}_{f \text{ saat } x_2=1} \end{aligned}$$



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Fungsi Logika dengan MUX: XOR 3-masukan

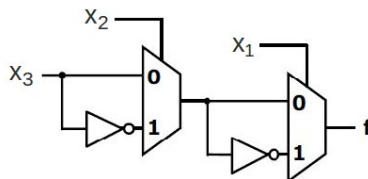
- XOR 3-masukan dapat diimplementasikan dengan 2 buah MUX 2-masukan

$$f(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 (x_2 \oplus x_3) + x_1 (\overline{x_2 \oplus x_3})$$

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$\left. \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \right\} x_2 \oplus x_3$

$\left. \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} \right\} \overline{x_2 \oplus x_3}$



- Membentuk rangkaian MUX-2 2 level

MUX 2 Level

- Rancang rangkaian 2 level MUX-MUX

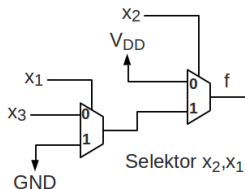
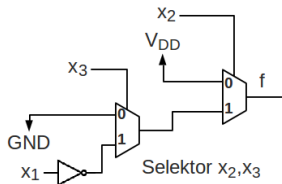
$$f(x_1, x_2, x_3) = \sum m(0, 1, 3, 4, 5)$$

- **Solusi.** menggunakan x_2 dan x_3 sebagai selektor

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3) &= \bar{x}_2 (1) + x_2 (\bar{x}_1 x_3) \\ &= \bar{x}_2 (1) + x_2 (\bar{x}_3(0) + x_3 (\bar{x}_1)) \end{aligned}$$

- atau menggunakan x_2 dan x_1 sebagai selektor

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3) &= \bar{x}_2 (1) + x_2 (\bar{x}_1 x_3) \\ &= \bar{x}_2 (1) + x_2 (\bar{x}_1 (x_3) + x_1 (0)) \end{aligned}$$



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

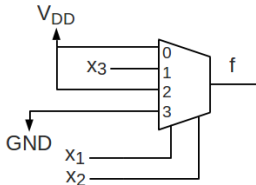
Lisensi

Ekspansi Shannon dengan MUX-4

► Ekspansi Shannon

$$f(x_1, \dots, x_n) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \cdot f(0, 0, x_3, \dots, x_n) + \bar{x}_1 x_2 \cdot f(0, 1, x_3, \dots, x_n) + x_1 \bar{x}_2 \cdot f(1, 0, x_3, \dots, x_n) + x_1 x_2 \cdot f(1, 1, x_3, \dots, x_n)$$

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, x_3) &= \sum m(0, 1, 3, 4, 5) \\ &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 \\ &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 (\bar{x}_3 + x_3) + \bar{x}_1 x_2 (x_3) + x_1 \bar{x}_2 (\bar{x}_3 + x_3) + x_1 x_2 (0) \\ &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 (1) + \bar{x}_1 x_2 (x_3) + x_1 \bar{x}_2 (1) + x_1 x_2 (0) \end{aligned}$$



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

IC TTL Multiplexer

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Nomor IC	Deskripsi	Jumlah MUX
74150	MUX 16-ke-1	1
74151/152	MUX 8-ke-1	1
74153	dual MUX 4-ke-1	2
74157	quad MUX 2-ke-1, <i>non-inverting</i>	4
74158	quad MUX 2-ke-1, <i>inverting</i>	4

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

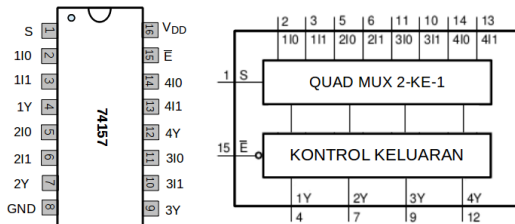
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

74157: Quad MUX-2



$$nY = \begin{cases} 0 & \text{untuk } \bar{E} = 1 \\ nI_0 & \text{untuk } s = 0 \text{ \& } \bar{E} = 0 \\ nI_1 & \text{untuk } s = 1 \text{ \& } \bar{E} = 0 \end{cases}$$

$$\text{atau } nY = \bar{E} \cdot (\bar{S} \cdot nI_0 + S \cdot nI_1)$$

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

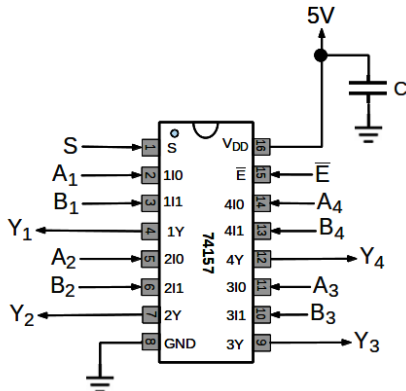
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

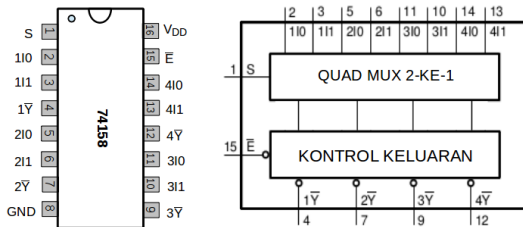
Contoh Rangkaian

- Diinginkan rangkaian untuk memilih data 4 bit dari A dan B



- Analisis rangkaian

74158: Quad MUX-2, Inverting



$$nY = \begin{cases} 0 & \text{untuk } \overline{E} = 1 \\ \overline{nI_0} & \text{untuk } s = 0 \text{ \& } \overline{E} = 0 \\ \overline{nI_1} & \text{untuk } s = 1 \text{ \& } \overline{E} = 0 \end{cases}$$

$$\text{atau } nY = \overline{E} \cdot (\overline{S} \cdot \overline{nI_0} + S \cdot \overline{nI_1})$$

Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux (Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

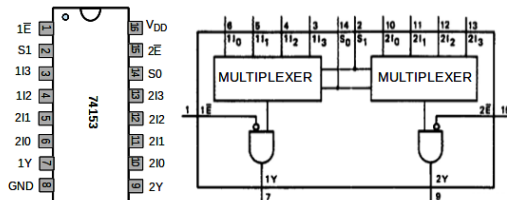
Ringkasan

Lisensi

74157: MUX-4

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

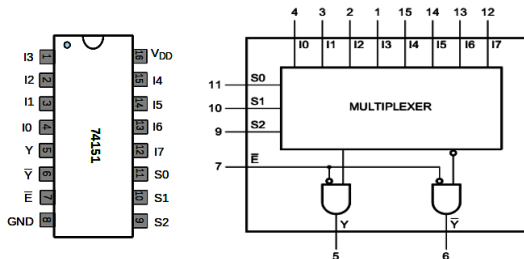
Ringkasan

Lisensi

74151: MUX 1-ke-8

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer (MUX)

Multiplexer 2 Masukan

Multiplexer Banyak
Masukan

Analisis Rangkaian MUX

Aplikasi Multiplexer

Fungsi Logika dengan Mux
(Ekspansi Shannon)

IC 74LS151

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

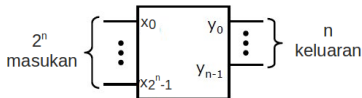
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Enkoder (ENC)

- ▶ Enkoder biner mengkodekan informasi (data) dari masukan 2^n ke dalam kode keluaran n-bit



- ▶ Tipe enkoder: one-hot dan prioritas
 - ▶ enkoder *one-hot*: hanya ada 1 masukan yang bernilai 1
 - ▶ enkoder prioritas: masukan yang bernilai 1 bisa lebih dari 1 sehingga pengkodean dilakukan berdasarkan prioritas masukan
- ▶ Kegunaan
 - ▶ sebagai konverter kode
 - ▶ untuk mengurangi jumlah bit data yang diperlukan. Misalnya, encoding keyboard
 - ▶ mengontrol permintaan interupsi (enkoder prioritas)

Multiplekser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Salah satu masukan (dan hanya satu masukan) harus mempunyai nilai '1' → **one-hot encoding**
 - ▶ Keluaran merepresentasikan bilangan biner yang mengidentifikasi masukan mana yang mempunyai nilai '1'
- ▶ Enkoder mengurangi jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan suatu informasi (data)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

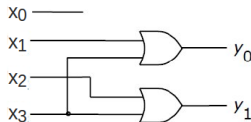
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Enkoder 4-ke-2 (ENC 4-ke-2)

x_3	x_2	x_1	x_0	y_1	y_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1



$$y_1 = x_2 + x_3$$

$$y_0 = x_1 + x_3$$

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Salah satu kelas enkoder: **enkoder prioritas**
 - ▶ Sinyal masukan mempunyai level prioritas
 - ▶ Keluaran enkoder menunjukkan masukan aktif yang mempunyai prioritas tertinggi
 - ▶ Jika masukan dengan prioritas tinggi 'assert', masukan dengan prioritas lebih rendah diabaikan

- ▶ Asumsi: w_3 mempunyai prioritas lebih tinggi daripada w_0

- ▶ Keluaran z menunjukkan bahwa tidak ada masukan bernilai '1'
- ▶ Persamaan fungsi y_0 , y_1 dan z ?

w_3	w_2	w_1	w_0	y_1	y_0	z
0	0	0	0	D	D	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	X	0	1	0
0	1	X	X	1	0	0
1	X	X	X	1	1	0

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

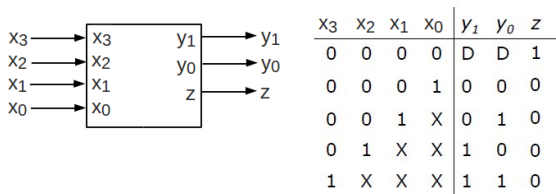
Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

ENC Prio 4-Ke-2



$$y_1 = x_2 + x_3$$

$$y_0 = x_1 + x_3$$

$$z = \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \overline{x_0} = \overline{x_3 + x_2 + x_1 + x_0}$$

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian ENC Prio 4-Ke-2

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

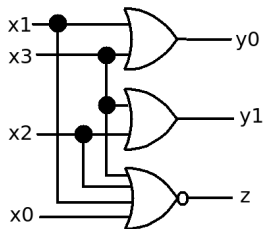
IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplek

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



Multiplekser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

IC TTL Enkoder

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplekser
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplek

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Nomor IC	Deskripsi
74148/748	enkoder prioritas 8-ke-3
74348/848	enkoder prioritas 8-ke-3 dengan keluaran 3 keadaan
74147	enkoder prioritas 10-ke-4

IC 74148: Enkoder Prioritas 8-ke-3

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

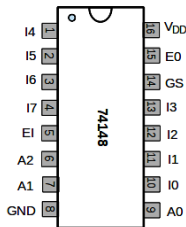
IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



Masukan								Keluaran					
EI	I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	A2	A1	A0	GS	E0
H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

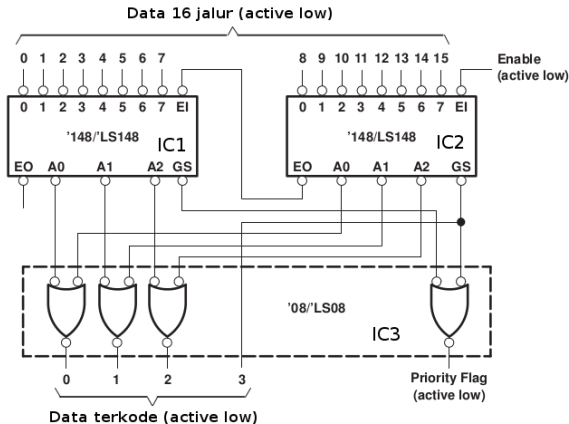
H: level HIGH, L: level LOW
X: apapun (prioritas), level H (one-hot)

Susunan Kaskade

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

- Menghasilkan enkoder 16-ke-4, aktif rendah



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

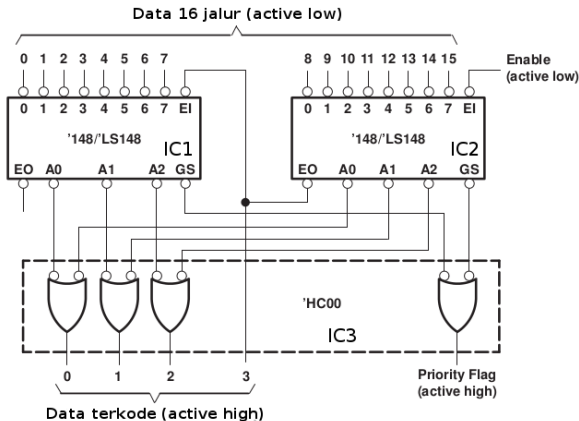
Lisensi

Susunan Kaskade

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

- Menghasilkan enkoder 16-ke-4, aktif tinggi



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

IC 74348: Enkoder Prioritas 8-ke-3, 3 State

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

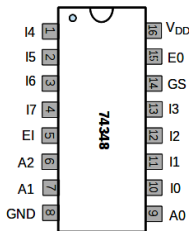
IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



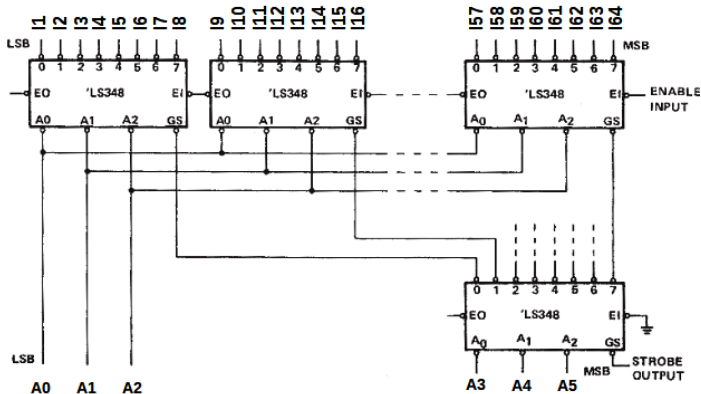
Masukan								Keluaran					
EI	I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	A2	A1	A0	GS	E0
H	X	X	X	X	X	X	X	X	Z	Z	Z	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	Z	Z	Z	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	L	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	X	L	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

H: level HIGH, L: level LOW, Z: high impedance
X: apapun (prioritas), level H (one-hot)

Enkoder 64 Jalur

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Enkoder One-Hot

Enkoder Prioritas

IC TTL Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplek

Blok Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Konverter Kode

Ringkasan

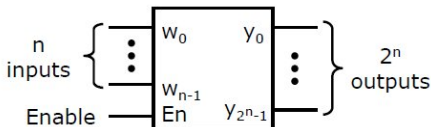
Ringkasan

Lisensi

Lisensi

Dekoder (DEC)

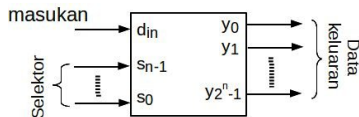
- ▶ Rangkaian dekoder: mendekode informasi (data) terkode
- ▶ Mempunyai N masukan data dan 2^N keluaran (mis: dekoder 3 masukan mempunyai 8 jalur keluaran)



- ▶ Hanya satu keluaran yang di-assert (diaktifkan) dalam satu waktu (**one-hot encoded**)
 - ▶ Assert: ke nilai 1 (logika positif/*active-high*) atau 0 (logika negatif/*active-low*)
 - ▶ Tiap keluaran ditentukan oleh satu valuasi nilai masukan
- ▶ Masukan ENABLE (En) digunakan untuk mematikan (disable) keluaran
 - ▶ Asumsi keluaran *active-high*:
 - ▶ Jika En=0, tidak ada keluaran dekoder yang di-assert
 - ▶ Jika En=1, satu keluaran di-assert sesuai valuasi masukan

Demultiplexer (DEMUX)

- ▶ Melakukan fungsi kebalikan dari multiplexer
 - ▶ Multiplexer memilih satu dari sejumlah masukan data menjadi satu keluaran
 - ▶ Demultiplexer menempatkan nilai satu masukan ke salah satu keluaran dari sejumlah jalur keluaran



- ▶ Masukan d_{in} akan disalurkan ke salah satu keluaran y_i sesuai dengan nilai selektor $s_{n-1} s_{n-2} \cdots s_1 s_0$

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

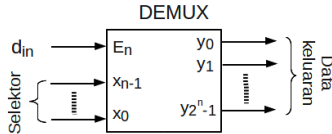
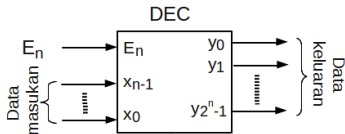
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Dekoder/Demultiplexer

- ▶ Demultiplexer dapat diperoleh dari dekoder $n - ke - 2^n$ dan sebaliknya, sehingga rangkaian ini disebut juga dekoder/demultiplexer
 - ▶ Sebagai dekoder, $x_{n-1} \cdots x_0$ digunakan sebagai masukan data dan E_n sebagai kontrol *enable*
 - ▶ Sebagai demultiplexer, $x_{n-1} \cdots x_0$ digunakan sebagai kontrol selektor dan E_n sebagai masukan data



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Bahasan

Multiplexser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

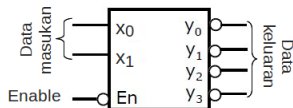
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Dekoder 2-ke-4 (DEC 2-ke-4)



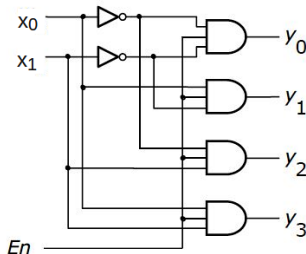
$$y_3 = E_n x_1 x_0$$

$$y_2 = E_n x_1 \bar{x}_0$$

$$y_1 = E_n \bar{x}_1 x_0$$

$$y_0 = E_n \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

En	x ₁	x ₀	y ₀	y ₁	y ₂	y ₃
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1
0	X	X	0	0	0	0



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
n-ke-2ⁿ

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

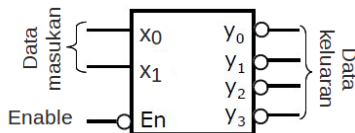
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

DEC 2-ke-4, Kontrol Enable, Aktif Rendah



- ▶ Kontrol *Enable* yang aktif-rendah mengaktifkan salah satu keluaran jika $En = 0$
 - ▶ Data keluaran akan menghasilkan nilai 0 untuk jalur yang aktif, sedangkan yang tidak aktif bernilai 1
- ▶ Jika $En = 1$ maka semua keluaran tidak aktif Data keluaran akan menghasilkan nilai 0 untuk jalur yang aktif, sedangkan yang tidak aktif bernilai 1.

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Bahasan

Multiplexser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

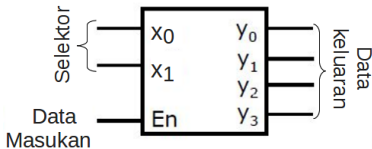
Ringkasan

Lisensi

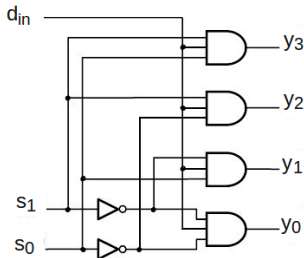
Demultiplexer 1-ke-4 (DEMUX 1-ke-4)

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto



d_{in}	s_1	s_0	y_0	y_1	y_2	y_3
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1
0	X	X	0	0	0	0



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Bahasan

Multiplexser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplekser

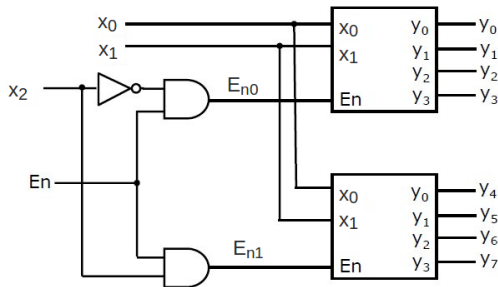
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian Dekoder 3-ke-8

- ▶ Dekoder 3-ke-8 dapat tersusun dari 2 buah dekoder 2-ke-4 (mis: asumsi *active-high*)



- ▶ Dekoder 4-ke-16 dapat tersusun dari 5 dekoder 2-ke-4. Bagaimana?
 - ▶ Susunan tersebut disebut pohon dekoder

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

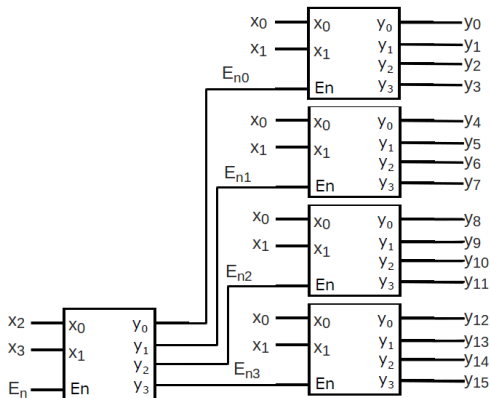
Ringkasan

Lisensi

DEC 4-ke-16

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 $n\text{-ke-}2^n$

Blok Dekoder/Demultiplexer

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Konverter Kode

Ringkasan

Ringkasan

Lisensi

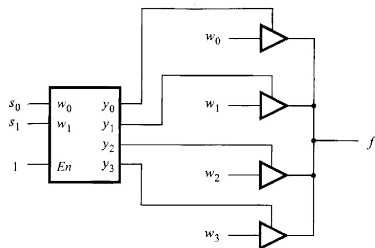
Lisensi

Aplikasi Dekoder: Pemilih Jalur yang Aktif

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

- ▶ Multiplexer 4-ke-1 dengan satu dekoder dan 4 buah buffer tiga-keadaan
- ▶ Misalnya sebagai dekoder alamat untuk mengaktifkan devais



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

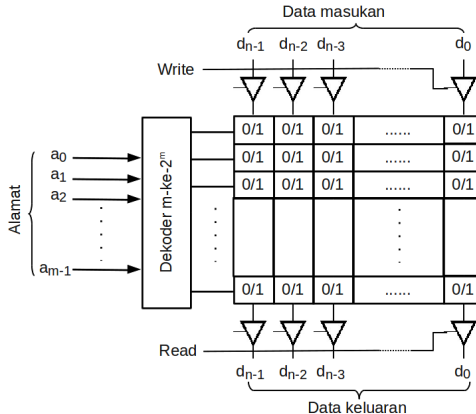
Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Aplikasi Dekoder: Pengalamatan Memori

- ▶ Dekoder seringkali digunakan untuk mendekodekan jalur alamat chip memori
 - ▶ Misalnya di ROM (Read-only Memory) $2^m \times n$



@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer (MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

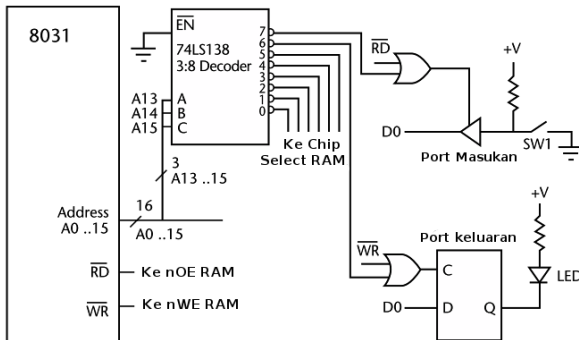
Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



Aplikasi Dekoder: Memory-mapped I/O

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Address Range (hex)	Address bits A15 A14 A13	Decoder Outputs 76543210	Active Select: Memory I/O
0000 - 1FFF	0 0 0	11111110	RAM 0
2000 - 3FFF	0 0 1	11111101	RAM 1
4000 - 5FFF	0 1 0	11111011	RAM 2
6000 - 7FFF	0 1 1	11110111	RAM 3
8000 - 9FFF	1 0 0	11101111	RAM 4
A000 - BFFF	1 0 1	11011111	RAM 5
C000 - DFFF	1 1 0	10111111	Output Port
E000 - FFFF	1 1 1	01111111	Input Port

Bahasan

Multiplexser (MUX)

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

IC TTL Dekoder/Demultiplekser

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplekser

Dekoder dan
Demultiplekser

Dekoder 2-ke-4

Demultiplekser 1-ke-4

Dekoder/Demultiplekser
 $n\text{-ke-}2^n$

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL
Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Nomor IC	Deskripsi
74137	Dekoder 3-ke-8 dengan pengunci alamat (<i>address latch</i>)
74138	Dekoder 3-ke-8
74139/74155/74156	Dual dekode 2-ke-4
74237	Dekoder/demux 3-ke-8 dengan <i>address latch</i> , keluaran aktif-tinggi
74238	Dekoder 3-ke-8, keluaran aktif-tinggi
74239	Dual dekode 2-ke-4, keluaran aktif-tinggi
74154/74159	Dekoder 4-ke-16

74139: Dekoder 2-ke-4 Dual

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok

Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

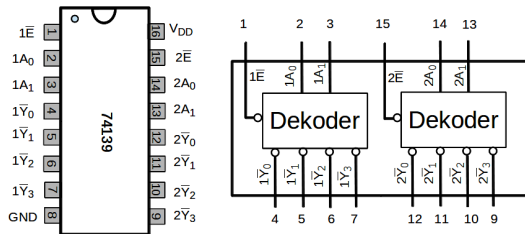
IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi



74139: Fungsi dan Rangkaian

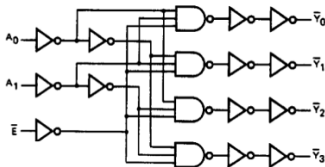
Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Masukan			Keluaran			
\overline{nE}	nA_0	nA_1	\overline{nY}_0	\overline{nY}_1	\overline{nY}_2	\overline{nY}_3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	H	L	H	L	H	H
L	L	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H: level HIGH, L: level LOW

X: don't care



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
n-ke-2ⁿ

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL

Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

74138/74238: Dekoder 3-ke-8

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 $n\text{-ke-}2^n$

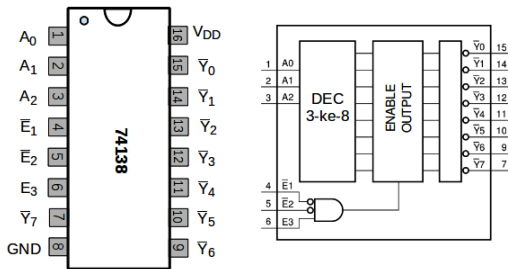
Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

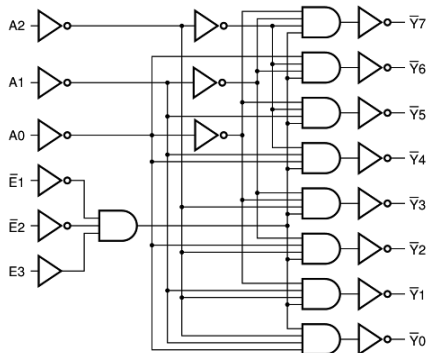
Lisensi



74138/74238: Rangkaian

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

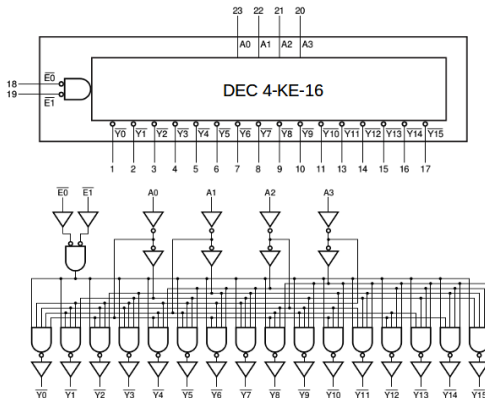
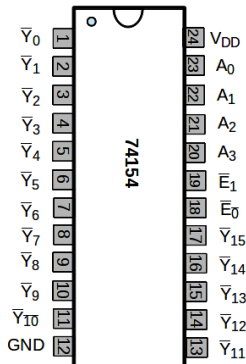
IC TTL
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

74154: Dec/Demux 4-ke-16



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Dekoder dan
Demultiplexer

Dekoder 2-ke-4

Demultiplexer 1-ke-4

Dekoder/Demultiplexer
 n -ke- 2^n

Aplikasi Dekoder/Demux

IC TTL
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Rangkaian konverter kode digunakan untuk mengkonversikan satu tipe encoding masukan ke keluaran dengan tipe encoding lainnya
 - ▶ Dekoder 3-ke-8 mengkonversikan bilangan biner ke satu encoding one-hot di keluarannya
 - ▶ Encoder 8-ke-3 melakukan sebaliknya
- ▶ Beberapa tipe rangkaian konverter kode dapat dibentuk
 - ▶ Contohnya: dekoder BCD-ke-7segmen
 - ▶ Mengkonversikan digit BCD ke 7 sinyal yang digunakan untuk mengaktifkan segmen tampilan
 - ▶ Tiap segmen diimplementasikan dengan sebuah LED

Multiplexer
(MUX)

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

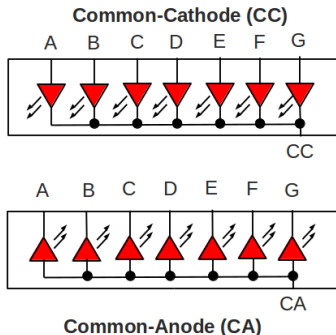
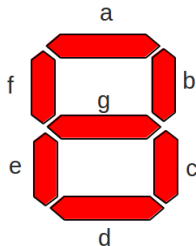
IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Lisensi

Tampilan 7 Segmen

- Tipe: common-cathode (CC) dan common-anode (CA)



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplek

Blok Dekoder/Demultiplekser

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

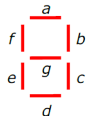
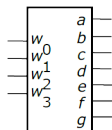
Ringkasan

Lisensi

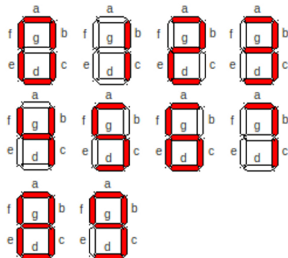
Dekoder BCD-ke-7 Segment

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto



w_3	w_2	w_1	w_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1



Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Lisensi

Multiplexer (MUX)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Blok Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Konverter Kode

Ringkasan

Ringkasan

Lisensi

Lisensi

Dekoder Hexa-ke-7 Segment

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

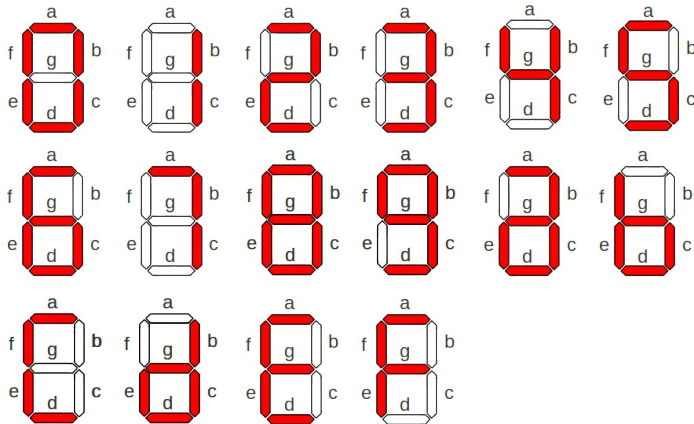
Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Lisensi



Multiplexer (MUX)

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok Enkoder

Blok Dekoder/Demultiplexer

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Ringkasan

Lisensi

Lisensi

IC TTL Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Rangkaian
Kombinasi

@2014,Eko Didik
Widianto

Multiplexer
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

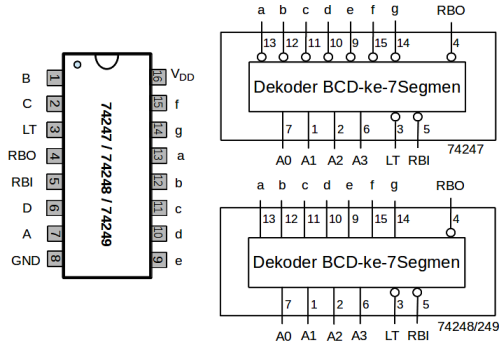
Lisensi

Nomor IC	level aktif	Konfigurasi keluaran
7446	Rendah	<i>open collector</i> , 30V
7447/74247	Rendah	<i>open collector</i> , 15V
7448/74248	Tinggi	<i>pullup</i> internal 2k Ω , 5,5V
7449/74249	Tinggi	<i>open collector</i> , 5,5V
74347	Tinggi	Seperti 7447, <i>open collector</i> , 7V
74447	Tinggi	Seperti 74247, <i>open collector</i> , 7V

74247/74248/74249

Rangkaian
Kombinasional

@2014,Eko Didik
Widianto



Multiplexser
(MUX)

Blok Enkoder

Blok
Dekoder/Demultiplex

Konverter Kode

Dekoder BCD-ke-7 Segmen

Dekoder Hex-ke-7 Segmen

IC TTL Dekoder BCD-ke-7
Segmen

Ringkasan

Lisensi

- ▶ Yang telah kita pelajari hari ini:
 - ▶ Karakteristik rangkaian kombinasional
 - ▶ Multiplexer: fungsi, rangkaian, analisis, aplikasinya dan implementasi TTL
 - ▶ Ekspansi Shannon untuk desain rangkaian logika menggunakan MUX
 - ▶ Encoder: one-hot dan prioritas serta implementasi TTL
 - ▶ Dekoder/Demultiplexer: fungsi, aplikasi dan implementasi TTL
 - ▶ Konverter kode: 7 segmen, dekoder BCD-ke-7Segmen dan dekoder Hexa-ke-7Segmen
- ▶ Yang akan kita pelajari di pertemuan berikutnya adalah elemen rangkaian sekuensial
 - ▶ Pelajari: <http://didik.blog.undip.ac.id/2014/02/25/tkc205-sistem-digital-2013-genap/>

Multiplexer
(MUX)

Blok Encoder

Blok
Dekoder/Demultiplexer

Konverter Kode

Ringkasan

Lisensi

Lisensi

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/>