



# Perancangan Sistem Digital

W2

Sistem bilangan dan konversi

Reza Diharja, S.Si., M.T. | Prodi Teknik Elektro | Universitas Jayabaya

# Outline Presentasi

## 2.1 Sistem Bilangan

2.1.1 Sistem Bilangan Puluhan (Desimal)

2.1.2 Sistem Bilangan Biner

2.1.3 Sistem Bilangan Oktal

2.1.4 Sistem Bilangan Heksadesimal

2.2 Konversi Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal ke Sistem Desimal

2.3 Konversi Sistem Biner, ke Oktal dan Heksadesimal

2.4 Konversi Sistem Oktal dan Heksadesimal ke Biner

---

## Sistem bilangan

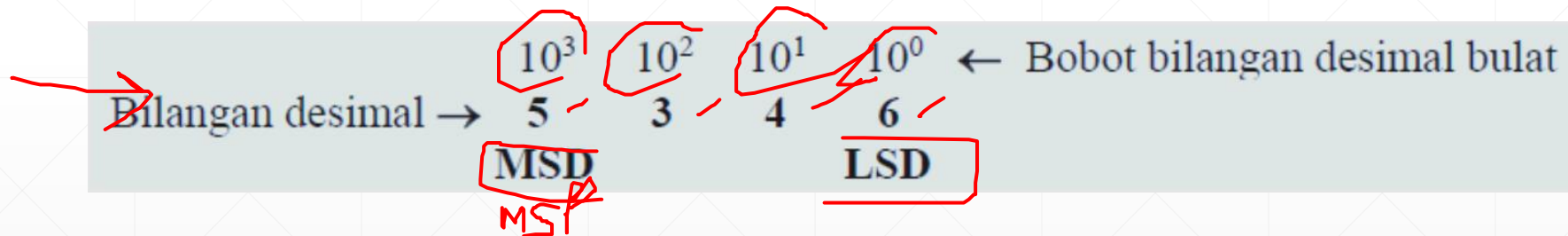
Pada data digital, data yang tersedia mengikuti logika biner yang mensyaratkan dua kondisi berbeda HIGH-LOW, ON-OFF, 1-0, OPEN-CLOSE, dlsb. Keadaan tersebut bila diteruskan dan dilakukan secara berulang-ulang akan membentuk untaian pulsa.

Saat ini telah diketahui macam-macam sistem bilangan dengan :

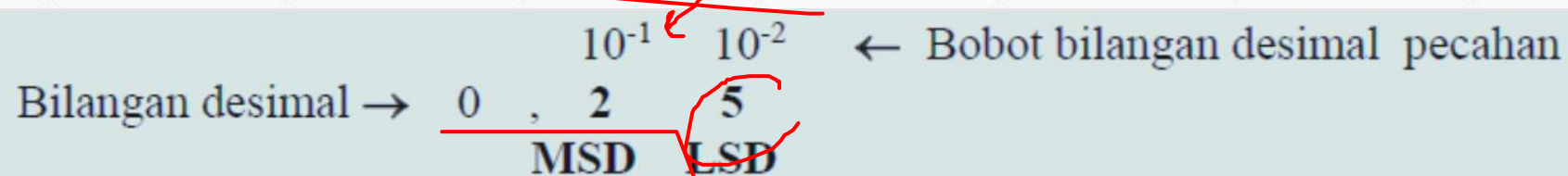
- Basis 10, Puluhan (Desimal)
  - Basis 2, Biner
  - Basis 8, Oktal
  - Basis 16, Heksadesimal
-

## Sistem Bilangan Puluhan (Desimal)

Angka-angka penyusun bilangan decimal disebut digit. Digit yang menempati posisi paling kiri yakni 5 memiliki bobot terbesar sehingga dinamakan **Most Significant Digit (MSD)** sedangkan digit paling kanan dinamakan **Least Significant Digit (LSD)** yang berarti digit dengan bobot terkecil. Untuk bilangan decimal bulat 5346, hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya dapat disajikan seperti berikut ini.



Contoh lain, bilangan decimal 0,25 memiliki arti:



## Sistem Bilangan Puluhan (Contd)

Basis = 10, komponen angka 0 s.d 9

Contoh bilangan desimal : 5758 dan terdiri dari...

5 ribuan + 7 ratusan + 5 puluhan + 8 satuan

Komponen penyusun bilangan 5758 merupakan pemangkatan dari 10 dan menunjukkan posisi serta koefisien-koefisinnya. Penulisan cara lainnya dapat dilakukan sbb:

$$5758 = 5 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

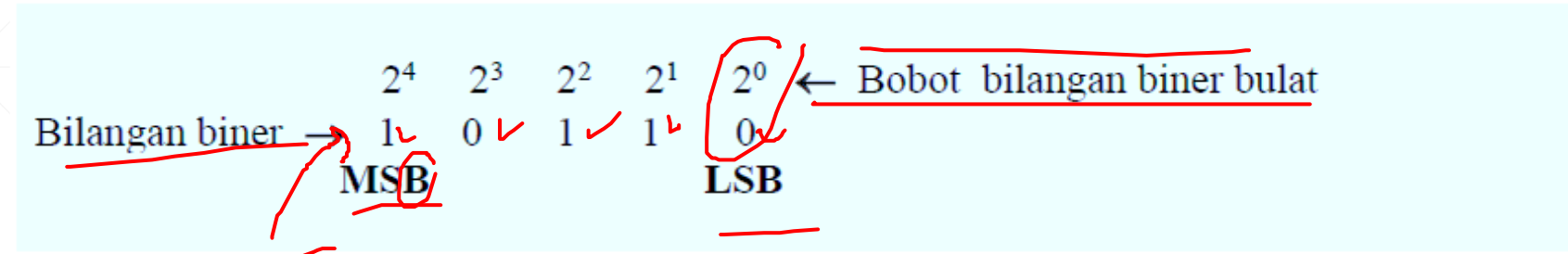
Bilangan di atas mengikuti bentuk umum sbb:

$$N = a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + a_{n-2} \cdot 10^{n-2} + a_{n-3} \cdot 10^{n-3} + \dots + a_0 \cdot 10^0 + a_{-1} \cdot 10^{-1} + a_{-2} \cdot 10^{-2} + a_{-3} \cdot 10^{-3} + \dots + a_{-m} \cdot 10^{-m}$$

$n = 4$

# Sistem Bilangan Biner

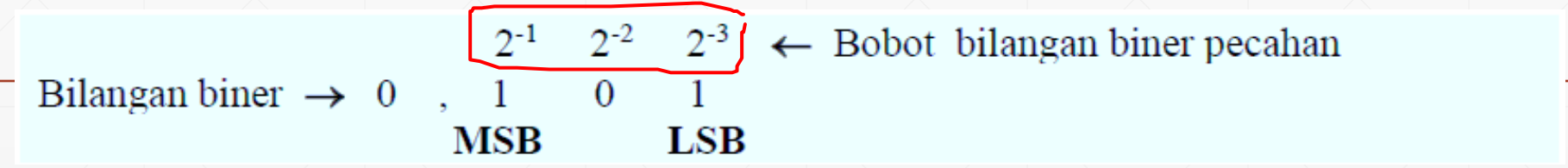
Bit dengan bobot terbesar dinamakan Most Significant Bit (MSB) dan bit paling kanan dengan bobot terkecil dinamakan Least Significant Bit (LSB). Bobot bilangan biner ditunjukkan sebagai berikut:



Untuk bilangan biner pecahan, bobot bit MSB dimulai dari  $2^{-1}$ . Contoh bilangan biner  $0,101_2$  memiliki arti:

$$0,101_2 = 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 0,5 + 0 + 0,125 = 0,525_{10}$$

dan hubungan antara bit-bit penyusunnya dengan bobotnya adalah sebagai berikut.



## Sistem Bilangan Biner

Sistem bilangan biner memiliki susunan bilangan yang mempunyai basis 2. Pada sistem bilangan ini, dua nilai koefisien yang mungkin digunakan yakni 0 dan 1. Bilangan biner sendiri digunakan untuk manipulasi data pada hardware.

Basis = 2, komponen angka 0 dan 1.

Bentuk umum sbb:

$$N = a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + a_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \dots + a_0 \cdot 2^0 + a_{-1} \cdot 2^{-1} + a_{-2} \cdot 2^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot 2^{-m}$$

Contoh:

$$\begin{aligned} \rightarrow 101 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 4 + 0 + 1 = 5 \end{aligned}$$

## Sistem Bilangan Biner (contd)

Contoh lainnya:

Bilangan  $(10110)_2$  atau  $10110_2$  dalam konteks bilangan decimal memiliki arti:

$$10110_2 = \underbrace{1 \times 2^4}_{16_{10}} + \underbrace{0 \times 2^3}_{0} + \underbrace{1 \times 2^2}_{4_{10}} + \underbrace{1 \times 2^1}_{2_{10}} + \underbrace{0 \times 2^0}_{0} = 22_{10}$$

## Sistem Bilangan Oktal

Oktal merupakan sistem bilangan dengan basis 8. Dalam sistem ini digit yang digunakan berjumlah 8 buah yakni: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7, serta bobot yang dimiliki oleh setiap digit penyusunnya adalah ke pangkatan  $8^n$  dengan  $n$  merupakan bilangan bulat positif dan negatif.

Contoh:

Bilangan (215)<sub>8</sub> atau 215<sub>8</sub> dalam konteks bilangan decimal memiliki arti:

$$215_8 = \underbrace{2}_{\downarrow} \times \underbrace{8^2}_{\downarrow} + \underbrace{1}_{\downarrow} \times \underbrace{8^1}_{\downarrow} + \underbrace{5}_{\downarrow} \times \underbrace{8^0}_{\downarrow} = 141_{10}$$

128<sub>10</sub>      8<sub>10</sub>      5<sub>10</sub>      ↗

## Sistem Bilangan Oktal (contd)

Digunakan pada sistem pemrograman komputer generasi awal.

Bentuk umum

$$N = a_{n-1} \cdot 8^{n-1} + a_{n-2} \cdot 8^{n-2} + \dots + a_0 \cdot 8^0 + a_{-1} \cdot 8^{-1} + a_{-2} \cdot 8^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot 8^{-m}$$

Contoh :

$$\begin{aligned} \underline{235} \text{ (oktal)} &= 2 \times \underline{8^2} + 3 \times \underline{8^1} + 5 \times \underline{8^0} \\ &= \underline{2 \times 64} + \underline{3 \times 8} + \underline{5} = \underline{128} + \underline{24} + \underline{5} = 157 \end{aligned}$$

---

## Sistem Bilangan Oktal (contd)

Setiap bilangan penyusun pada sistem oktal disebut digit dan bobotnya ditunjukkan sebagai berikut:

	$8^2$	$8^1$	$8^0$	← Bobot bilangan oktal bulat
Bilangan oktal →	2	1	5	
	<b>MSD</b>		<b>LSD</b>	

Untuk bilangan oktal pecahan bobotnya merupakan ke pangkatan negatif dari 8, contoh bilangan oktal  $0,14_8$  memiliki arti:

$$0,14_8 = 1 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = \frac{1}{8} + \frac{4}{64} = \frac{2}{16} + \frac{1}{16} = \frac{3}{16}$$

dan hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya adalah:

	$8^2$	$8^1$	← Bobot bilangan oktal pecahan
Bilangan oktal →	0	, 1	4
	<b>MSD</b>		<b>LSD</b>

## Sistem Bilangan Heksadesimal

Bilangan heksadesimal memiliki basis 16 atau 16 digit yang dinyatakan dengan 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. Penggunaan huruf A s.d F untuk menyatakan angka 10 s.d 15.

Umumnya digunakan untuk manipulasi data pada software di operasi mikroprosesor.

Bentuk umum:

$$N = a_{n-1} \cdot 16^{n-1} + a_{n-2} \cdot 16^{n-2} + \dots + a_0 \cdot 16^0 + a_{-1} \cdot 16^{-1} + a_{-2} \cdot 16^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot 16^{-m}$$

Contoh :

$$\begin{aligned}
 \boxed{3D5} &= 3 \times \boxed{16^2} + \boxed{13} \times 16^1 + \boxed{5} \times 16^0 \\
 &= 3 \times 256 + 13 \times 16 + 5 \times 1 \\
 &= 768 + 208 + 5 = \boxed{981}
 \end{aligned}$$

## Sistem Bilangan Heksadesimal (contd)

$$D = 13 \\ E = 14$$

Bobot digit-digit heksadesimal pada contoh ditunjukkan sebagai berikut:

Bilangan heksadesimal  $\rightarrow$   $\begin{array}{ccc} 16^2 & 16^1 & 16^0 \\ \boxed{B} & \boxed{E} & \boxed{5} \\ \text{MSD} & & \text{LSD} \end{array}$   $\leftarrow$  Bobot bilangan heksadesimal bulat

Untuk bilangan heksadesimal pecahan, bobot terbesar dimulai dari  $16^{-1}$ . Contoh bilangan heksadesimal pecahan adalah  $0,C8_{16}$ . Bilangan heksadesimal tersebut memiliki nilai decimal:

$$0,C8_{16} = 12 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} = \frac{12}{16} + \frac{8}{256} = \frac{24}{32} + \frac{1}{32} = \frac{25}{32}$$

dan hubungan antara digit-digit penyusunnya dengan bobotnya dapat dituliskan sebagai berikut:

Bilangan heksadesimal  $\rightarrow$   $0, \begin{array}{c} 16^{-1} \\ C \\ \text{MSD} \end{array}, \begin{array}{c} 16^{-2} \\ 8 \\ \text{LSD} \end{array}$   $\leftarrow$  Bobot bilangan heksadesimal pecahan

## Konversi Sistem Biner, Oktal, dan Heksadesimal ke Sistem Desimal

Uraian tentang pengertian sistem bilangan biner, oktal, dan heksadesimal dalam konteks bilangan desimal yang telah dikemukakan di depan pada dasarnya merupakan penjelasan cara melakukan konversi dari semua sistem bilangan ke sistem bilangan desimal. Prinsip dari konversi ini adalah menjumlahkan nilai dari setiap digit/bit suatu bilangan yang telah dikalikan dengan bobotnya.

### 1. Konversi sistem biner ke desimal

#### a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$1101_2 = \dots_{10}$$

$$1101_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

#### b. Untuk Bilangan Pecahan

Contoh:

$$1101,11_2 = \dots_{10}$$

$$1101,11_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$1101,11_2 = 8 + 4 + 0 + 1 + 0,5 + 0,25 = 13,75_{10}$$

## 2. Konversi sistem oktal ke desimal

### a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$154_8 = \dots_{10}$$

$$154_8 = 1 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = 64 + 40 + 4 = 108_{10}$$

### b. Bilangan Pecahan

Contoh:

$$154,67_8 = \dots_{10}$$

$$154,67_8 = 1 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2}$$

$$154,67_8 = 64 + 40 + 4 + \frac{6}{8} + \frac{7}{64} = 92,86_{10}$$

## 3. Konversi sistem heksadesimal ke desimal

### a. Bilangan Bulat

Contoh:

$$5B_{16} = \dots_{10}$$

$$5B_{16} = 5 \times 16^1 + 11 \times 16^0 = 80 + 11 = 91_{10}$$

### b. Bilangan Pecahan

Contoh:

$$A7,C1_{16} = \dots_{10}$$

$$A7,C1_{16} = 10 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2}$$

$$A7,C1_{16} = 160 + 7 + \frac{12}{16} + \frac{1}{256} = 167,75_{10}$$

$$\frac{6}{8} + \frac{7}{64}$$

$$\frac{6}{8} + \frac{7}{64} = \frac{48}{64} + \frac{7}{64} = \frac{55}{64}$$

## Konversi Sistem Desimal ke Biner, Oktal, dan Heksadesimal

Konversi sistem desimal ke sistem bilangan lain dapat dilakukan dengan dua cara yakni metode nilai digit dan metode bagi. Pemilihan terhadap metode yang digunakan tergantung pada kebiasaan seseorang...

### 1. Konversi sistem desimal ke biner

#### a. Metode nilai digit

Konversi sistem desimal ke sistem biner dengan metode ini dilakukan dengan cara menuliskan terlebih dahulu bobot bilangan biner pecahan dan bobot bilangan biner bulat misalnya dimulai dari  $2^{-3}$  sampai dengan  $2^8$ . Penulisan bobot-bobot bilangan biner tersebut diurutkan dari bobot terkecil sampai dengan bobot terbesar dari kanan ke kiri.

Contoh:

$$\rightarrow 21_{10} = \dots_2$$

$$\rightarrow 227_{10} = \dots_2$$

$$227,625_{10} = \dots_2$$

# 1. Konversi sistem desimal ke biner

## a. Metode nilai digit (contd)

Penyelesaian dari contoh di atas dengan metode nilai digit adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$$

**Batas desimal**

	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125
$21_{10} =$					1	0	1	0	1			
$227_{10} =$		1	1	1	0	0	0	1	1			
$227,625_{10} =$		1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1

Dengan cara di atas, maka dapat diperoleh hasil konversi bilangan desimal 21 ke biner sebagai berikut:

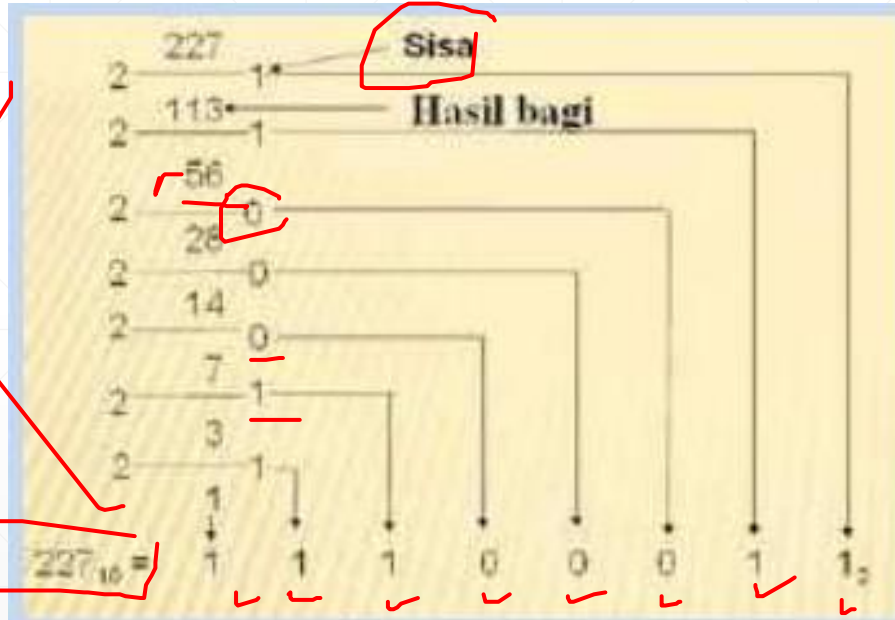
$$21_{10} = 10101_2$$

# 1. Konversi sistem desimal ke biner

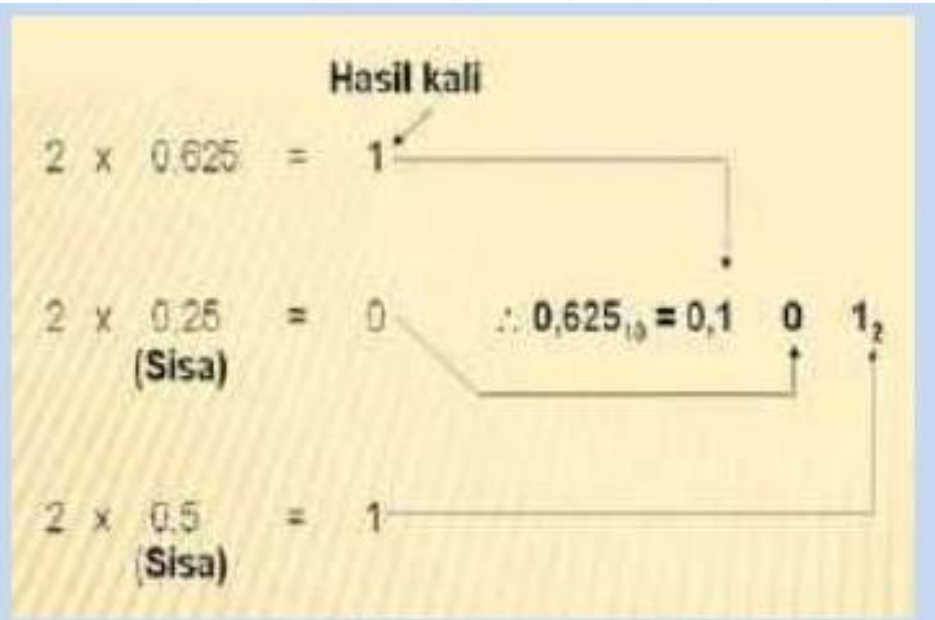
## b. Metode bagi dua

227 Konversi bilangan desimal ke sistem bilangan biner dengan metode bagi dua dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Handwritten notes in red ink:  
227  
2  
113  
226  
56 x  
112



(a)



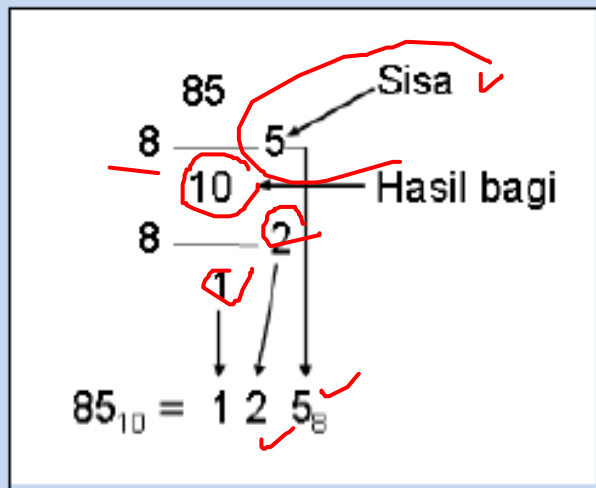
(b)

Konversi bilangan desimal ke sistem biner menggunakan metode bagi dua: (a) bulat; (b) pecahan

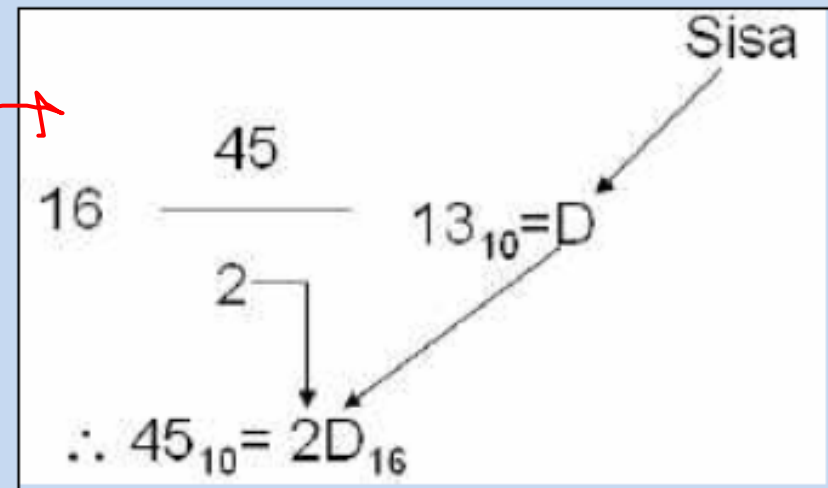
## 2. Konversi **sistem desimal ke** oktal dan heksadesimal

Konversi sistem desimal ke sistem oktal dan ke sistem heksadesimal dapat dilakukan dengan metode bagi, dan dalam hal ini faktor pembagiya adalah 8 untuk oktal dan 16 untuk heksadesimal. Contoh: konversikan bilangan desimal 85 ke sistem oktal dan sistem heksadesimal! Penyelesaiannya dapat dilakukan dengan cara:

$85_{10}$   
↓  
 $125_8$



(a)



(b)

Gambar 13. Konversi bilangan desimal bulat ke sistem (a) oktal dan (b) heksadesimal

## Konversi Sistem Biner, ke Oktal dan Heksadesimal

### 1. Konversi **biner ke** sistem oktal

Konversi sistem biner ke sistem oktal dilakukan dengan cara mengelompokkan bilangan biner menjadi kelompok 3 bit dimulai dari LSB. Selanjutnya setiap kelompok bilangan biner tersebut dikonversi ke sistem oktal.

**Contoh:**

→ 10100111010001101<sub>2</sub> = .....<sub>8</sub>

Penyelesaian konversinya adalah sebagai berikut:

<u>10</u>	<u>100</u>	<u>111</u>	<u>010</u>	<u>001</u>	<u>101</u> <sub>2</sub>
↓	↓	↓	↓	↓	↓
2	4	7	2	1	5 <sub>8</sub>

Jadi, 10100111010001101<sub>2</sub> = 247215<sub>8</sub>.

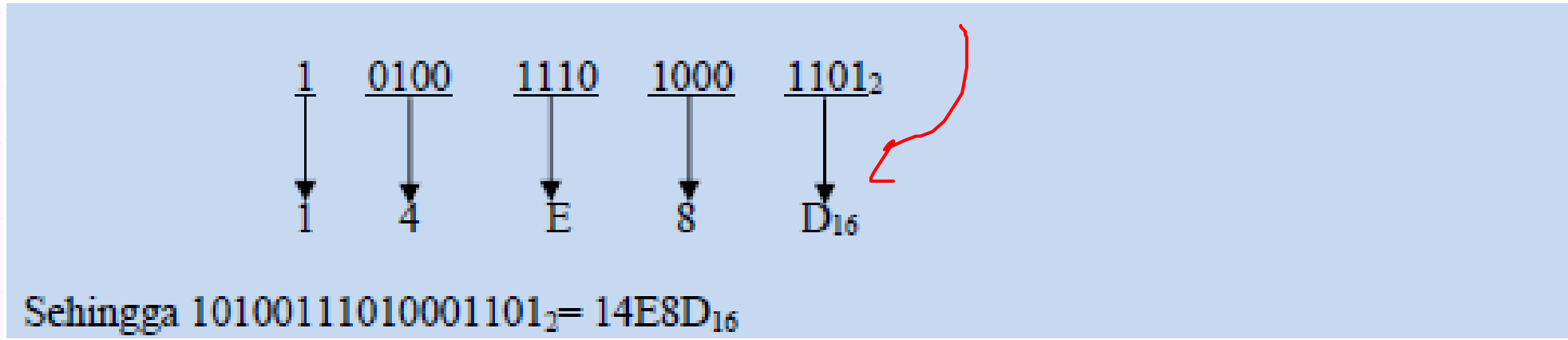
# Konversi Sistem Biner, ke Oktal, dan Heksadesimal (contd)

## 2. Konversi **biner ke** sistem heksadesimal

Konversi dilakukan dengan cara mengelompokkan bilangan biner menjadi kelompok 4bit dimulai dari LSB. Selanjutnya setiap kelompok bilangan biner tersebut dikonversi ke sistem heksadesimal. Contoh

$$\rightarrow 10100111010001101_2 = \dots\dots\dots_{16}$$

Proses konversinya sebagai berikut:

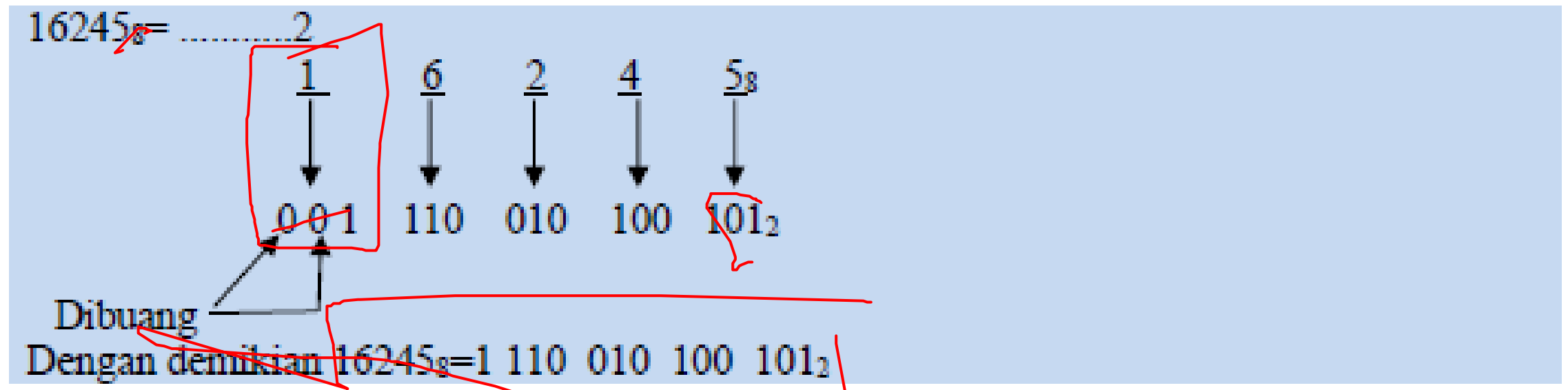


## Konversi Sistem Oktal dan Heksadesimal ke Biner

### 1. Konversi oktal ke sistem biner

Konversi suatu bilangan oktal menjadi bilangan biner dilakukan dengan cara mengubah setiap bilangan oktal ke dalam bilangan biner 3-bit, dan jika ditemukan bit 0 pada MSB, bit tersebut dibuang.

Contoh:

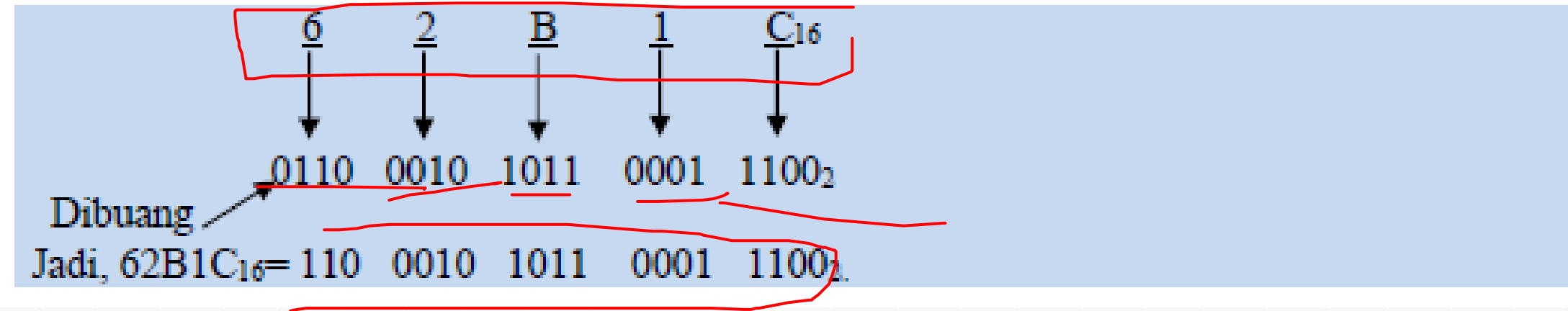


# Konversi Sistem Oktal dan Heksadesimal ke Biner

## 2. Konversi heksadesimal ke sistem biner

Konversi ini dilakukan dengan cara mengubah setiap bilangan heksadesimal kedalam bilangan biner 4-bit. Jika ditemukan bit 0 pada MSB, bit tersebut dibuang. Contoh:

$$62B1C_{16} = \dots\dots\dots_2$$



Tabel  
Konversi  
Bilangan

Desimal	Biner	Oktal	Heksadesimal
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F