

# Representasi Data Digital (Bagian 1)

## Kuliah#9 TKC-205 Sistem Digital

Eko Didik Widianto

Departemen Teknik Sistem Komputer, Universitas Diponegoro

11 Maret 2017

- ▶ Rangkaian digital membutuhkan masukan bernilai digital dan menghasilkan keluaran digital (biner)
  - ▶ Nilai digital ini merepresentasikan suatu bilangan atau huruf hanya dengan simbol 0 dan 1
- ▶ Dalam sistem komputer dikenal bilangan utuh dan bilangan pecahan, yang bisa bernilai negatif maupun positif
- ▶ Huruf dinyatakan dalam kode yang dikenali oleh sistem
- ▶ Representasi digital dari bilangan dan huruf digunakan dalam operasi sistem
- ▶ Operasi bilangan yang dapat dilakukan oleh sistem meliputi operasi penjumlahan dan pengurangan
  - ▶ Dilakukan secara digital oleh unit aritmetika dan logika (ALU, *arithmetic logic unit*)

- ▶ Sebelumnya telah dibahas tentang sintesis rangkaian logika dan teknologi implementasi menggunakan CMOS. Dalam rangkaian logika, diimplementasikan variabel-variabel (masukan dan keluaran) yang menyatakan suatu keadaan switch atau kondisi atau sistem
  - ▶ Nilai keadaan yang diberikan ke rangkaian dan yang diperoleh di keluaran rangkaian dalam simulasi dan pengujian adalah nilai digital
- ▶ Selanjutnya akan dibahas tentang **representasi nilai digital** untuk variabel sistem digital/komputer ini

- ▶ Komputer secara umum tersusun atas antarmuka masukan/keluaran, prosesor, memori dan media penyimpan (misalnya harddisk)
  - ▶ Dari peripheral masukan, komputer mendapatkan masukan data karakter berupa huruf, angka, simbol dan kontrol dari keyboard, misalnya *A*, *b*, *1*, *&*, *\**, dan LF (*line feed*, ganti baris)
  - ▶ Ke peripheral masukan, komputer menampilkan data karakter di layar monitor berupa teks
- ▶ Operasi aritmetika menggunakan sistem bilangan untuk menyatakan bilangan bulat dan pecahan, positif dan negatif, bilangan sangat besar dan bilangan sangat kecil
- ▶ Karakter dan bilangan harus dinyatakan ke dalam nilai digital yang dimengerti komputer

- ▶ Representasi posisional: bilangan tak bertanda (*unsigned*), desimal, biner, oktal dan heksadesimal
- ▶ Konversi bilangan
- ▶ Bilangan bertanda (*signed*): *sign-magnitude*, *1's complement* dan *2's complement*

- ▶ Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa akan mampu:
  1. [C2] menuliskan sistem bilangan digital tak bertanda (*unsigned*), dalam bentuk bilangan posisional, biner, heksadesimal, oktal dengan tepat
  2. [C2] menuliskan sistem bilangan digital bertanda (*signed*) dengan tepat
- ▶ Link
  - ▶ Website: <http://didik.blog.undip.ac.id/2017/03/06/tkc205-sistem-digital-2016-genap/>
  - ▶ Email: [didik@live.undip.ac.id](mailto:didik@live.undip.ac.id)

Eko Didik Widiyanto, Sistem Digital: Analisis, Desain dan Implementasi, Edisi Pertama, Graha Ilmu, 2014 (**Bab 8: Representasi Data Digital**)

- ▶ Materi:
  - ▶ 8.1 Representasi Posisional: Desimal, Biner, Oktal, Heksadesimal dan Konversi Bilangan
  - ▶ 8.2 Bilangan Bertanda: sign-magnitude, 1's complement dan 2's complement
- ▶ Website:
  - ▶ <http://didik.blog.undip.ac.id/buku/sistem-digital/>



# Bahasan

## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi



# Bilangan Integer Desimal

- ▶ Dua tipe bilangan
  1. Tak bertanda (**unsigned**): bilangan yang hanya memuat nilai positif
  2. Bertanda (**signed**): bilangan yang memuat nilai positif dan negatif
- ▶ Bilangan bulat tak bertanda desimal, *unsigned integer*
  - ▶ bilangan memuat digit yang mempunyai nilai 0-9
  - ▶ Bilangan desimal n-digit dapat dinyatakan sebagai
$$\mathbf{D = d_{n-1}d_{n-2} \cdots d_1d_0}$$
  - ▶ Bilangan D tersebut mewakili nilai integer
$$V(D) = d_{n-1} \times 10^{n-1} + d_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + d_1 \times 10^1 + d_0 \times 10^0$$
Misalnya: 8547 mewakili
$$8 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$
  - ▶ Representasi bilangan tersebut disebut **representasi posisional**
- ▶ Bilangan desimal disebut bilangan **radix-10** atau **base-10**, karena digitnya mempunyai 10 nilai yang mungkin dan tiap digit berbobot pangkat 10

## Representasi Posisional

### Bilangan Biner

### Bilangan Oktal dan Hexadesimal

### Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

### Bilangan Sign-magnitude

### Bilangan 1's Complement

### Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi

# Bilangan Biner

- ▶ Dalam sistem digital, digunakan bilangan **biner** atau **base-2**

- ▶ Tiap digit (bit, *binary digit*) mempunyai nilai 0 atau 1
- ▶ Sebuah variabel mewakili satu bit

- ▶ Representasi posisional bilangan biner n-digit:

$$\mathbf{B} = \mathbf{b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_1b_0}$$

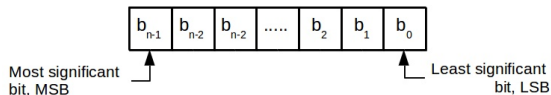
- ▶ Bilangan B tersebut mewakili nilai integer  $V(B)$

$$V(B) = b_{n-1} \times 2^{n-1} + b_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 = \sum_{i=0}^{n-1} b_i \times 2^i$$

- ▶ Misalnya:

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

- ▶ Bilangan n-bit mewakili bilangan integer positif dari  $0 \dots 2^n - 1$



## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

Representasi  
Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan  
Hexadesimal

Konversi Bilangan

Bilangan Bertanda  
(Signed)

Ringkasan

Lisensi

Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

Ringkasan

Lisensi

# Bilangan Oktal dan Hexadesimal

- ▶ Representasi posisional dapat digunakan untuk sebarang radix

- ▶ Untuk radix  $r$ , maka untuk bilangan

$$\mathbf{K} = \mathbf{k}_{n-1}\mathbf{k}_{n-2} \cdots \mathbf{k}_1\mathbf{k}_0 \text{ mempunyai nilai integer } \sum_{i=0}^{n-1} \mathbf{k}_i \times \mathbf{r}^i$$

- ▶ Bilangan dengan radix 8 disebut **oktal**
  - ▶ Digit bernilai dari 0 . . . 7
- ▶ Bilangan dengan radix 16 disebut **hexadesimal (hex)**
  - ▶ Digit bernilai dari 0 . . . 9 dan A . . . F

# Representasi Bilangan dan Nilai Ekuivalennya

Desimal	Biner	Oktal	Hexa
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7

Desimal	Biner	Oktal	Hexa
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

## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi

Representasi  
Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan  
Hexadesimal

Konversi Bilangan

Bilangan Bertanda  
(Signed)

Ringkasan

Lisensi

# Konversi Bilangan

## ► Konversi bilangan biner ke desimal atau sebaliknya

### ► Biner ke desimal

$$\begin{aligned}V(B) &= b_{n-1} \times 2^{n-1} + b_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 \\ &= \sum_{i=0}^{n-1} b_i \times 2^i\end{aligned}$$

Contoh:

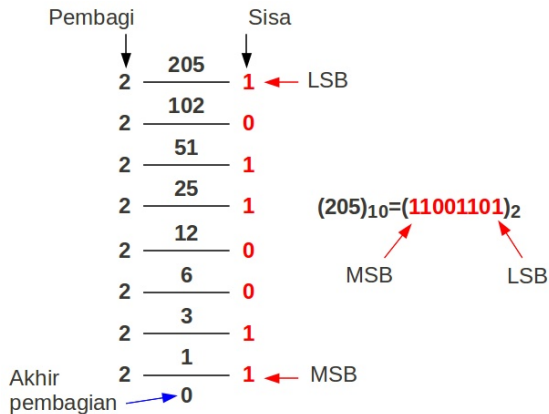
$$\begin{aligned}(111101011)_2 &= 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^1 + 2^0 \\ &= (235)_{10} = 235\end{aligned}$$

### ► Desimal ke biner

- Bagi bilangan desimal D dengan 2, memberikan hasil bagi (quotient) dan sisa. Sisa nilainya 0 atau 1. Sisa akan menjadi **LSB**
- Bagi quotient dengan 2, memberikan hasil bagi dan sisa. Ulangi pembagian quotient sampai quotient=0
- Untuk setiap pembagian, sisa akan merepresentasikan satu bit bilangan binernya



# Contoh Desimal ke Biner



# Konversi Desimal ke Oktal dan Hexa

Pembagi		Sisa	
8	205	5	← Least significant digit
8	25	1	
8	3	3	← Most significant digit
	0		

Akhir pembagian →

$(205)_{10} = (315)_8$

Pembagi		Sisa	
16	205	13	← Least significant digit
16	12	12	← Most significant digit
	0		

Akhir pembagian →

$(205)_{10} = (CD)_{16}$

# Konversi Biner-Oktal-Heksadesimal

## ► Biner - Oktal

- 1 digit oktal merupakan grup 3 digit biner

- Konversi biner - oktal:

<b>Biner</b>	001	000	110	100
<b>Oktal</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Oktal</b>	2	3	6	7
<b>Biner</b>	<b>010</b>	<b>011</b>	<b>110</b>	<b>111</b>

- Konversi oktal - biner:

## ► Biner - Hexadesimal

- 1 digit hexa merupakan grup 4 digit biner

- Konversi biner - hexa:

<b>Biner</b>	1111	0000	0110	0100
<b>Hexa</b>	<b>F</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

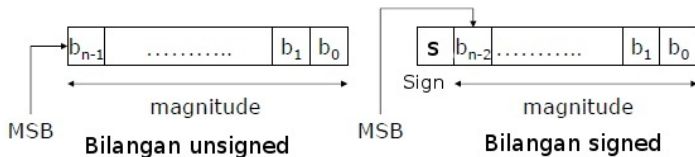
- Konversi hexa - biner:

<b>Hexa</b>	2	A	C	7
<b>Biner</b>	<b>0010</b>	<b>1010</b>	<b>1100</b>	<b>0111</b>

- ▶ Nyatakan bilangan biner 10 bit  $1000110100_2$  ke dalam oktal, heksadesimal dan desimal

# Bilangan Bertanda

- ▶ Dalam sistem biner, representasi bilangan signed berisi: tanda (sign) dan besar nilai (magnitude)
  - ▶ Tanda dinyatakan oleh bit paling kiri (**0**: bilangan positif, **1**: bilangan negatif)
- ▶ Bilangan n-bit: 1 bit paling kiri menyatakan tanda, n-1 bit berikutnya menunjukkan besar nilai bilangan



# Bilangan Bertanda

- ▶ Di bilangan signed, terdapat 3 format yang umum digunakan untuk representasi bilangan negatif
  1. Sign-Magnitude
  2. 1's Complement
  3. 2's Complement

# Bahasan

## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi

# Bilangan Sign-magnitude

- ▶ Bilangan sign-magnitude menggunakan 1 bit paling kiri untuk menyatakan tanda (0: positif, 1: negatif) dan bit sisanya menyatakan magnitude (besar nilai bilangan). Bilangan 4-bit:

	0	1	2	3	4	5	6	7
Positif	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Negatif	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

- ▶ Walaupun ini mudah dipahami, tapi ini **tidak cocok** digunakan di sistem komputer (dibahas di Operasi Bilangan)
- ▶ Latihan: Nyatakan bilangan  $A=-71$  ke dalam bilangan *sign-magnitude* 8 bit



# Bahasan

## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi

# Bilangan 1's Complement

- ▶ Skema 1's Complement:

Bilangan n-bit negatif K dapat diperoleh dari mengurangi  $2^n - 1$  dengan bilangan positif ekuivalennya P

$$K = (2^n - 1) - P$$

- ▶ Misalnya untuk bilangan 4-bit (n=4):

$$K = (2^4 - 1) - P = 15 - P = (1111)_2 - P$$

	0	1	2	3	4	5	6	7
Positif	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Negatif	1111	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000

- ▶ Terlihat bahwa 1's complement dapat dibentuk dengan mengkomplemenkan tiap bit bilangan, termasuk bit tanda
- ▶ Masih ada kekurangan dari penggunaan 1's complement (dibahas di Operasi Bilangan)
- ▶ Latihan: nyatakan bilangan A=-71 ke dalam bilangan 1's complement 8 bit

# Bahasan

## Representasi Posisional

Bilangan Biner

Bilangan Oktal dan Hexadesimal

Konversi Bilangan

## Bilangan Bertanda (Signed)

Bilangan Sign-magnitude

Bilangan 1's Complement

Bilangan 2's Complement

## Ringkasan

## Lisensi

# Bilangan 2's Complement

- ▶ Skema 2's Complement:

Bilangan n-bit negatif K dapat diperoleh dari mengurangkan  $2^n$  dengan bilangan positif ekuivalennya P

$$K = 2^n - P$$

- ▶ Misalnya untuk bilangan 4-bit (n=4):

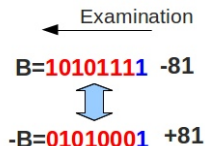
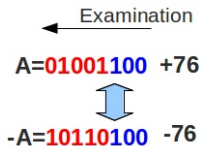
$$K = 2^4 - P = 16 - P = (10000)_2 - P$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Positif	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	-
Negatif	0000	1111	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000

- ▶ Terlihat bahwa 2's complement dapat dibentuk dengan mengkomplemenkan tiap bit bilangan dan menambahkan 1
  - ▶ **(2's complement) = (1's complement) + 1**
- ▶ Bilangan signed 2's complement ini yang **sering digunakan** dalam sistem komputer

# Aturan Mencari 2's Complement

- ▶ Jika diberikan satu bilangan signed  $B = b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_1b_0$  (baik positif maupun negatif) maka 2's complementnya  $K = k_{n-1}k_{n-2} \cdots k_1k_0$  dapat diperoleh dengan
  - ▶ Melihat semua bit B dari kanan ke kiri (mulai  $b_0, b_1, \dots$ ) dan mengkomplemenkan semua bit setelah nilai '1' yang pertama dijumpai
  - ▶ Jika  $B=+76$  (01001100) maka  $K=-76$  (10110100)
  - ▶ Jika  $B=-81$  (10101111) maka  $K=+81$  (01010001)



# Bilangan Integer Bertanda 4-bit

$b_3b_2b_1b_0$	S-M	1'S Comp	2's Comp	$b_3b_2b_1b_0$	S-M	1'S Comp	2's Comp
0111	+7	+7	+7	1000	-0	-7	-8
0110	+6	+6	+6	1001	-1	-6	-7
0101	+5	+5	+5	1010	-2	-5	-6
0100	+4	+4	+4	1011	-3	-4	-5
0011	+3	+3	+3	1100	-4	-3	-4
0010	+2	+2	+2	1101	-5	-2	-3
0001	+1	+1	+1	1110	-6	-1	-2
0000	+0	+0	+0	1111	-7	-0	-1

# Jangkauan Bilangan Signed

#Bit	Nama	Jangkauan
4	nible, semioctet	signed: $-(2^3)$ s/d $2^3 - 1$ unsigned: 0 s/d $2^4 - 1$
8	byte, octet	signed: $-(2^7)$ s/d $2^7 - 1$ unsigned: 0 s/d $2^8 - 1$
16	half-word, word, short	signed: $-(2^{15})$ s/d $2^{15} - 1$ unsigned: 0 s/d $2^{16} - 1$
32	word, long, doubleword, int	signed: $-(2^{31})$ s/d $2^{31} - 1$  unsigned: 0 s/d $2^{32} - 1$
64	doubleword, int64	signed: $-(2^{63})$ s/d $2^{63} - 1$ unsigned: 0 s/d $2^{64} - 1$
n	Integer n-bit (bentuk umum)	signed: $-(2^{n-1})$ s/d $2^{n-1} - 1$  unsigned: 0 s/d $2^n - 1$

- ▶ Yang telah kita pelajari hari ini:
  - ▶ Representasi posisional: biner, oktal, desimal dan heksadesimal
  - ▶ Bilangan tak bertanda dan bertanda (sign-magnitude, 1's complement dan 2's complement)
- ▶ Pertemuan berikutnya akan membahas:
  - ▶ Bilangan pecahan fixed-point
  - ▶ Bilangan pecahan floating-point 32-bit dan 64-bit
  - ▶ Bilangan BCD
  - ▶ Bilangan ASCII
- ▶ Pelajari: <http://didik.blog.undip.ac.id/2017/03/06/tkc205-sistem-digital-2016-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/buku/sistem-digital/>