

Number System

Rismaniyati, B.Eng, M.Cs

Outline

- Review bilangan decimal
- Bilangan Biner, Octal dan Hexa decimal
- Konversi bilangan
 - Desimal ke biner, octal, hexa dan sebaliknya
 - Biner ke octal, hexa dan sebaliknya
 - Octal ke hexa
- Aritmatika Dasar bilangan biner
 - Pertambahan pengurangan
 - Perkalian Pembagian
- Signed binary
 - 2's complement
 - Pengurangan dengan 2's complement
- ASCII code



Review Bilangan Desimal

Review Bilangan Desimal

- 724.5
 - 7 Ratusan
 - 2 Puluhan
 - 4 satuan
 - 5 persepuluh
- Atau bisa dinyatakan dengan
 - $7 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$

Review Bilangan Desimal

- Bilangan decimal disebut berbasis 10 karena mempunyai 10 digit (0,1,...,9)
- Secara umum bilangan dalam basis r bisa dinyatakan dalam bentuk umum

$$A_{n-1}r^{n-1} + A_{n-2}r^{n-2} + \dots + A_1r^1 + A_0r^0 + A_{-1}r^{-1} + A_{-2}r^{-2} + \dots + A_{-m+1}r^{-m+1} + A_{-m}r^{-m}$$

- Ditulis juga

$$A_{n-1}A_{n-2}\dots A_1A_0.A_{-1}A_{-2}\dots A_{-m+1}A_{-m}$$

“.” : radix point

A_{n-1} : Most significant digit

A_{-m} : Least Significant digit



Binary Number, Octal, Hexadecimal

Binary Number

- Sistem bilangan biner adalah bilangan dengan basis 2
- Hanya mempunyai 2 digit, 0 dan 1
- Nilai bilangan biner dalam desimal
 - $11010_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$
- MSB
- LSB
- Konversi decimal ke biner
 - Bilangan bulat: Pembagian 2
 - Pecahan: perkalian 2

Urutan angka dalam biner

- | | |
|--------|--------|
| • 0 | • 0000 |
| • 1 | • 0001 |
| • 10 | • 0010 |
| • 11 | • 0011 |
| • 100 | • 0100 |
| • 101 | • 0101 |
| • 110 | • 0110 |
| • 111 | • 0111 |
| • 1000 | • 1000 |

Menambahkan 0 di sebelah kiri angka biner tidak berpengaruh (untuk bilangan bulat)
Untuk pecahan, menambahkan di sebelah kanan tidak berpengaruh

Desimal ke Biner (Bilangan Bulat)

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)625} \end{array} \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)312} \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)156} \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)78} \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)39} \end{array} \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)19} \end{array} \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)9} \end{array} \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)4} \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)2} \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{array}$$

1
(MSB)



=1001110001

Desimal ke Biner (Pecahan)

$$0.6875 \times 2 = 1.3750$$

$$0.3750 \times 2 = 0.750$$

$$0.750 \times 2 = 1.500$$

$$0.500 \times 2 = 1.000$$

MSB



$$= 0.1011$$

$$= 0.5 + 0.125 + 0.0625$$

Bilangan Oktal

- Oktal adalah bilangan berbasis 8 (0-7)
- Hexa decimal adalah bilangan berbasis 16 (0-9, A-F)
- Kedua basis bilangan ini digunakan dalam merepresentasikan bilangan biner secara tidak langsung
 - Bilangan octal terdiri dari 3 digit biner
 - 1 digit hexa decimal ($16 = 2^4$) : 4 digit biner

Bilangan Oktal

Decimal (base 10)	Binary (base 2)	Octal (base 8)	Hexadecimal (base 16)
00	0000	00	0
01	0001	01	1
02	0010	02	2
03	0011	03	3
04	0100	04	4
05	0101	05	5
06	0110	06	6
07	0111	07	7
08	1000	10	8
09	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

Konversi octal dan hexa decimal ke desimal

- Seperti pada sistem biner

Konversi octal dan hexa decimal ke biner (dan sebaliknya)

- 1 octal : 3 digit biner
- 1 hexa decimal : 4 digit biner

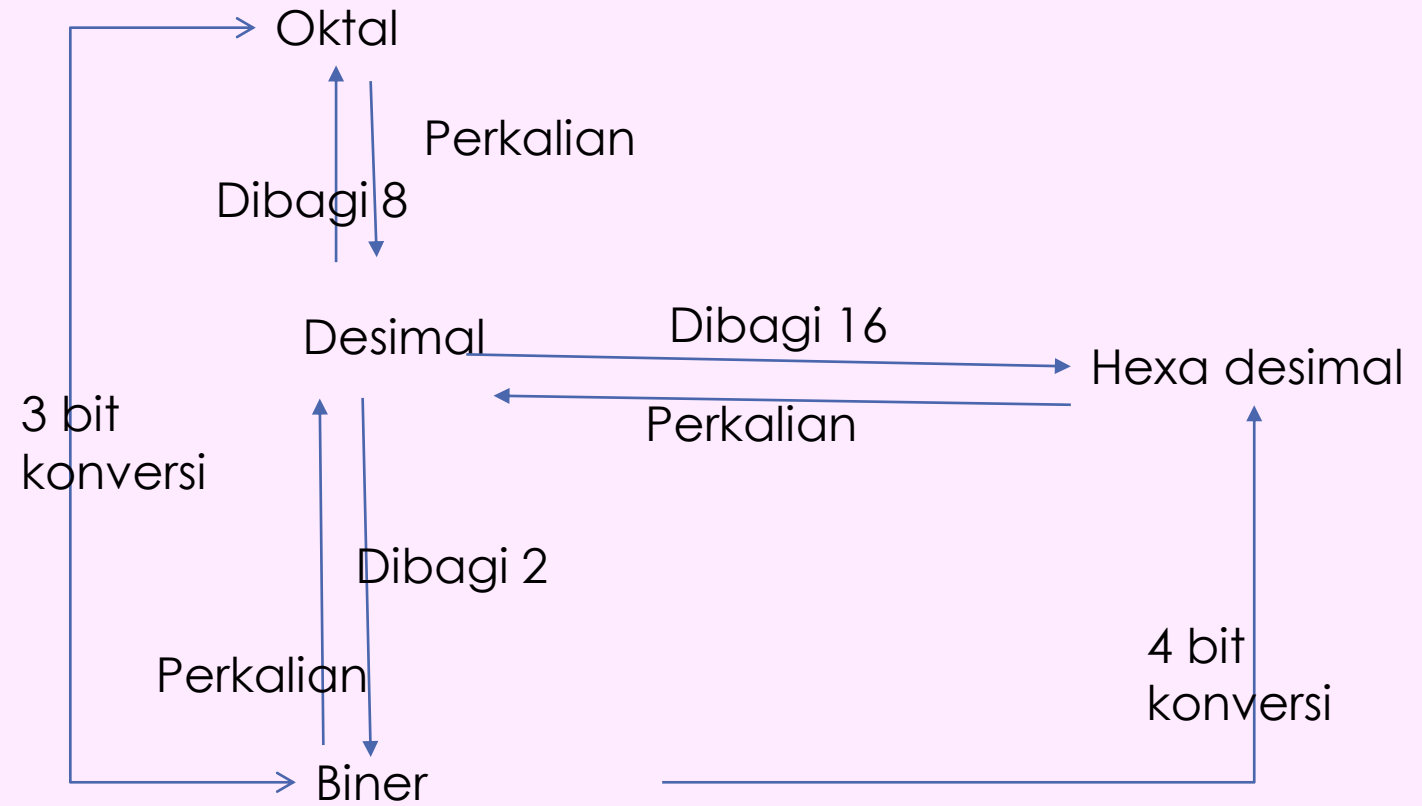
Octal	biner
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Hexa	Biner	Hexa	Biner
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	A	1010
3	0011	B	1011
4	0100	C	1100
5	0101	D	1101
6	0110	E	1110
7	0111	F	1111

CONTOH

- $673_8 = 110\ 111\ 011$
- $256_8 = 010\ 101\ 110$
- $E102_{16} = 1110\ 0001\ 0000\ 0010$
- $110101011011010110001 =$
 - $110\ 101\ 011\ 011\ 010\ 110\ 001 : 6533261_8$
 - $0001\ 1010\ 1011\ 0110\ 1011\ 0001 : 1AB6B1_{16}$

Jembatan penghubung



Latihan

1. Rubah bilangan berikut ke decimal:
 - a) 1001101
 - b) 1010011.101,
 - c) 10101110.1001
2. Rubah bilangan desimal berikut ke binary, octal dan hexa
 - a) 87.25
 - b) 891
 - c) 2014
3. Lengkapi tabel berikut

<u>Decimal</u>	<u>Binary</u>	<u>Octal</u>	<u>Hexadecimal</u>
369.3125	?	?	?
?	10111101.101	?	?
?	?	326.5	?
?	?	?	F3C7A

Rentang Nilai bilangan

- Angka tertinggi yang bisa di capai oleh suatu sistem numerik bergantung pada bit yang digunakan pada hardware
- Jumlah bit ini biasanya dalam bentuk bilangan pangkat dua
 - 8, 16, 32, 64
- Bilangan yang bisa dihandle oleh n bit




Operasi Aritmatika

Operasi aritmatika

- Arithmetic operations with numbers in base r follow the same rules as for decimal numbers.
- However, must be careful to use only r allowable digits and perform all computations with base r digits.

Carries:	00000	101100
Augend:	01100	10110
Addend:	+10001	+10111
Sum:	<u>11101</u>	<u>101101</u>

Borrows:	00000	00110		00110
Minuend:	10110	10110	10011	11110
Subtrahend:	-10010	-10011	-11110	-10011
Difference:	<u>00100</u>	<u>00011</u>	<u> </u>	<u>-01011</u>



Aritmatika pertambah an

EXAMPLE 1-2 Hexadecimal Addition

Perform the addition $(59F)_{16} + (E46)_{16}$:

Hexadecimal

$$\begin{array}{r} 59F \\ E46 \\ \hline 13E5 \end{array}$$

Equivalent Decimal Calculation

$$\begin{array}{r} 1 \leftarrow \text{Carry} \\ 5 \quad 9 \quad 15 \\ 14 \quad 4 \quad 6 \\ \hline 1 \quad 19 = 16 + 3 \quad 14 = E \quad 21 = 16 + 5 \end{array}$$

Aritmatika : perkalian oktal

EXAMPLE 1-3 Octal Multiplication

Perform the multiplication $(762)_8 \times (45)_8$:

<u>Octal</u>	<u>Octal</u>	<u>Decimal</u>	<u>Octal</u>
$\begin{array}{r} 762 \\ 45 \\ \hline 4672 \\ 3710 \\ \hline 43772 \end{array}$	$\begin{array}{r} 5 \times 2 \\ 5 \times 6 + 1 \\ 5 \times 7 + 3 \\ 4 \times 2 \\ 4 \times 6 + 1 \\ 4 \times 7 + 3 \end{array}$	$\begin{array}{r} = 10 = 8 + 2 \\ = 31 = 24 + 7 \\ = 38 = 32 + 6 \\ = 8 = 8 + 0 \\ = 25 = 24 + 1 \\ = 31 = 24 + 7 \end{array}$	$\begin{array}{r} = 12 \\ = 37 \\ = 46 \\ = 10 \\ = 31 \\ = 37 \end{array}$

Aritmatika: Perkalian biner

Multiplicand:	1011
Multiplier:	$\times 101$
	<hr/>
	1011
	0000
	1011
Product:	<hr/>
	110111



Bilangan Biner Bertanda

SIGNED BINARY

Unsigned Binary

- Dalam kehidupan sehari-hari, sering hanya berinteraksi dengan angka positif, termasuk 0
- Karena terbiasa, maka tidak pernah menulis tanda + di depan angka
 - Konsep unsigned binary
- Dalam memanggil angka negative, tanda (-) diberikan sebelum angka
 - - 5
- Dalam logika, bagaimana merepresentasikan bilangan negative tersebut?

Signed binary

- Signed binary: bilangan biner untuk menyatakan bilangan baik positif maupun negative
- Caranya?
- Terdapat 3 cara:
 1. Menggunakan MSB sebagai tanda, 0 untuk + dan 1 untuk –
 - $3 = 0\ 011$
 - $-3 = 1\ 011$
 - $7 = 0\ 111$
 - $-7 = 1\ 111$
 - $0 = 0\ 000$
 - $-0 = 1\ 000$

Kelemahan : 2 representasi 0

2. Signed binary dengan 1's complement

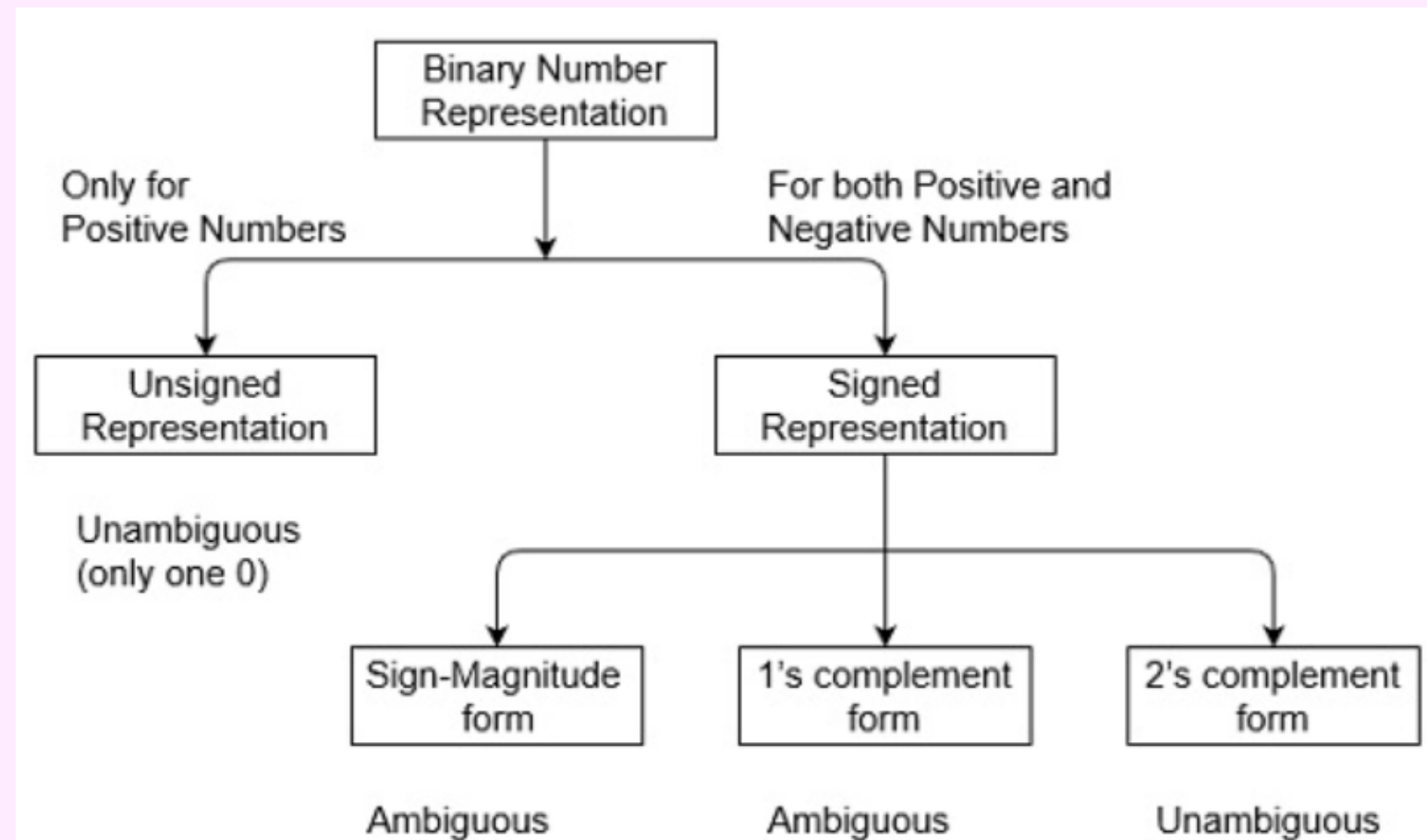
- 1's complement of a number is obtained by inverting each bit of given number.
- $+3 = 0011$
- $-3 = 1100$
- $+5 = 0101$
- $-5 = 1010$
- Range yang bisa dicover : $-2^{n-1} - 1$ sampai $2^{n-1} - 1$

3. 2's complement

- 2's complement didapatkan dengan membalikkan angka biner bilangan positif kemudian ditambah 1
- Atau sama dengan 1's complement +1
- Misal $+3 = 0\ 011$
- Maka -3
 - 1's complement = 1100
 - Plus 1 1101
 - Maka -3 adalah 1101
- Tidak ada double representasi untuk 0

□ **TABLE 3-13**
Signed Binary Numbers

Decimal	Signed 2s Complement	Signed Magnitude
+ 7	0111	0111
+ 6	0110	0110
+ 5	0101	0101
+ 4	0100	0100
+ 3	0011	0011
+ 2	0010	0010
+ 1	0001	0001
+ 0	0000	0000
− 0	—	1000
− 1	1111	1001
− 2	1110	1010
− 3	1101	1011
− 4	1100	1100
− 5	1011	1101
− 6	1010	1110
− 7	1001	1111
− 8	1000	—



Pengurangan dengan 2's complement

- Pengurangan bisa juga dilakukan dengan 2's complement
- $A - b = A + -b$

EXAMPLE 3-20 Unsigned Binary Subtraction by 2s Complement Addition

Given the two binary numbers $X = 1010100$ and $Y = 1000011$, perform the subtraction $X - Y$ and $Y - X$ using 2s complement operations. We have



Desimal,
alphanumeric
codes

Binary coded Decimal

□ **TABLE 1-4**
Binary-Coded Decimal (BCD)

Decimal Symbol	BCD Digit
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

$$(185)_{10} = (0001 \ 1000 \ 0101)_{\text{BCD}} = (10111001)_2$$

Alphanumeric codes

- Many applications of digital computers require the handling of data consisting not only of numbers, but also of letters
 - Examples: customer name
- Must be able to represent
 - Letters
 - Symbols

Alphanumeric codes

- Any alphanumeric character set for English is a set of elements that includes the ten decimal digits, the 26 letters of the alphabet, and several (more than three) special characters.
- If only capital letters are included, we need a binary code of at least six bits
- if both uppercase letters and lowercase letters are included, we need a binary code of at least seven bits.
- The codes must be in binary because computers can handle only 1s and 0s

Alphanumeric Code ASCII

- ASCII : American Standard Code for Information Interchange
- It uses seven bits to code 128 characters
- The ASCII code contains 94 characters that can be printed and 34 nonprinting characters used for various control functions
- The printing characters consist of the 26 uppercase letters, the 26 lowercase letters, the 10 numerals, and 32 special printable characters such as %, @, and \$.

ASCII tables

B ₇ B ₆ B ₅								
B ₄ B ₃ B ₂ B ₁	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NULL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Exercise

Text book

halaman 34, 36

- 1.9- 1.19
- 1.22 -1.25