



B

A

S

I

S

B

I

L

A

N

G

A

N

#####% % % % % #####



# Basis Bilangan

## Basis Bilangan

Terdapat 4 sistem bilangan yaitu :

- Bilangan Desimal (10)
- Bilangan Biner(2)
- Bilangan Oktal(8)
- Bilangan Hexadesimal(16)

Sistem Bilangan	Basis/Radix	Jml Simbol Bil.	Simbol Bilangan
Desimal <sub>(d)/(10)</sub>	10 (deca=10)	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
Biner <sub>(b)/(2)</sub>	2 (binary=2)	2	0,1
Oktal <sub>(o)/(8)</sub>	8 (octal=8)	8	0,1,2,3,4,5,6,7
Hexadesimal <sub>(h)/(16)</sub>	16 (hexa=6,deca=10)	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

101112131415

### Sistem Bilangan Desimal

Bilangan Desimal : Susunan bilangan yang mempunyai Basis/Radix 10, sebab sistem bilangan ini menggunakan 10 nilai koefisien yang mungkin yaitu : 0,1,2,3,4,5,6,7,8, dan 9

Bentuk nilai suatu bilangan desimal dapat berupa integer desimal (decimal integer) atau pecahan decimal (decimal fraction)

**Integer Desimal** adalah nilai desimal yang bulat

contoh : 357 artinya :

$$\begin{array}{r} 3 \times 10^2 = 300 \\ 5 \times 10^1 = 50 \\ 7 \times 10^0 = 7 \\ \hline + \\ 357 \end{array}$$



**Absolute value** : nilai mutlak dari masing-masing digit.

**Position value** : bobot dari masing-masing digit tergantung dari letak/ posisinya.

**Interger :**

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$10^0 = 1$
2	$10^1 = 10$
3	$10^2 = 100$
4	$10^3 = 1000$
5	$10^4 = 10000$
Dst	dst

**Pecahan :**

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$10^{-1} = 1/10$
2	$10^{-2} = 1/100$
3	$10^{-3} = 1/1000$
dst	dst

atau

$10^2$	$10^1$	$10^0$	titik	$10^{-1}$	$10^{-2}$
ratusan	puluhan	satuan	desimal	sepersepuluh	seperseratus

Pecahan Desimal adalah nilai desimal yang mengandung nilai pecahan di belakang koma.

**Contoh 173,25 artinya :**

$$\begin{aligned} 1 \times 10^2 &= 100 \\ 7 \times 10^1 &= 70 \\ 3 \times 10^0 &= 3 \\ 2 \times 10^{-1} &= 0,2 \\ 5 \times 10^{-2} &= 0,05 \\ \hline &+ \\ &173,25 \end{aligned}$$

**Penjumlahan Sistem Bilangan Desimal**

Contoh :  $458 + 67 = \dots (10)$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 458 \\ 67 \\ \hline 525 \end{array} \begin{array}{l} \rightarrow 8+7=15, 15/10=5 \text{ carry of (di bawa) } 1 \\ \rightarrow 1+5+6=12, 12/10=2 \text{ carry of } 1 \\ \rightarrow 1+4=5 \end{array}$$



### Pengurangan Sistem Bilangan Desimal

Contoh :  $524 - 78 = \dots (10)$

$$\begin{array}{r} 524 \\ - 78 \\ \hline 446 \end{array}$$

4-8=x, borrow of (pinjam) 1  $\rightarrow$  10,  $10+4-8=14-8=6$   
2 diambil 1 tinggal 1  $7-x$ ,  $10+1-7=11-7=4$   
5-1=4

### Perkalian Sistem Bilangan Desimal

Contoh :  $57 \times 24 = \dots (10)$

$$\begin{array}{r} 57 \\ \times 24 \\ \hline 228 \\ 171 \\ \hline 1938 \end{array}$$

4x7=28, 28/10=2 sisa 8  
4x5=20+2=22, 22/10=2 sisa 2  
3x7=21, 21/10=2 sisa 1  
3x5=15+2=17, 17/10=1 sisa 7

### Pembagian Sistem Bilangan Desimal

Contoh :  $125 : 5 = \dots (10)$

$$\begin{array}{r} 5 \overline{) 125} \\ \underline{10} \phantom{0} \\ 25 \\ \underline{25} \\ 0 \end{array}$$

## Sistem Bilangan Biner

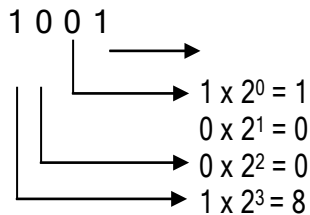
Bilangan Biner : Susunan bilangan yang mempunyai Basis/Radix 2, sebab sistem bilangan ini menggunakan dua nilai koefisien yang mungkin yaitu : 0 dan 1

Bentuk nilai suatu bil. biner dapat berupa integer biner (binary integer) atau pecahan biner (binary fraction). **Integer Biner** adalah nilai biner yang bulat.



contoh 1001 artinya :

$$\begin{aligned} 130^2 0^1 1^0 &= (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\ &= (1 \times 8) + (0 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) \\ &= 8 + 0 + 0 + 1 \\ &= 9_{10} \end{aligned}$$



### Position value biner

Integer :

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$2^0 = 1$
2	$2^1 = 2$
3	$2^2 = 4$
4	$2^3 = 8$
5	$2^4 = 16$
Dst	dst

Pecahan :

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$2^{-1} = \frac{1}{2}$
2	$2^{-2} = \frac{1}{4}$
3	$2^{-3} = \frac{1}{8}$
dst	Dst

atau

$2^2$	$2^1$	$2^0$	titik	$2^{-1}$	$2^{-2}$
empatan	duaan	satuan	biner	seperdua (0.5)	seperempat (0.25)

Posisi digit (dari kiri)	Position value
1	$2^{-1} = 0.5$
2	$2^{-2} = 0.25$
3	$2^{-3} = 0.125$
4	$2^{-4} = 0.0625$
5	$2^{-5} = 0.03125$
dst	dst



## Pecahan biner

contoh 0.111 artinya :

$$1 \times 2^{-1} = 1/2 \text{ atau } 0.5$$

$$1 \times 2^{-2} = 1/4 \text{ atau } 0.25$$

$$1 \times 2^{-3} = 1/8 \text{ atau } 0.125$$

$$\begin{array}{r} \dots\dots\dots + \\ 0.875_{(10)} \end{array}$$

## Penjumlahan Sistem Bilangan Biner

Prinsip :  $0 + 0 = 0$   
 $0 + 1 = 1$   
 $1 + 0 = 1$   
 $1 + 1 = 2/2=0 \text{ carry of } 1 \text{ (1 sisa 0)}$

Contoh :  $1011 + 11 = \dots\dots(2)$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 1011 \\ 11 \\ \hline 1110 \end{array}$$

----- +

1110 ←  $1+1=2/2, 1 \text{ sisa } 0$   
↑↑  $1+1=0, 0+1=1 \text{ co } 1$   
↑  $1+0=1$

## Pengurangan Sistem Bilangan Biner

Prinsip :  $0 - 0 = 0$   
 $1 - 0 = 1$   
 $1 - 1 = 0$   
 $0 - 1 = 1 \text{ borrow of } 1$

Contoh :  $1001 - 11 = \dots\dots(2)$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ 11 \\ \hline 110 \end{array}$$

----- -

110 ←  $1-1=0$   
↑↑  $0-1=x, \text{ borrow of } 1 \rightarrow 2, 2-1=1$   
↑  $-1=x, \text{ bo } 1 \rightarrow 2, 2-1=1$



### Perkalian Sistem Bilangan Biner

Prinsip :  $0 \times 0 = 0$

$0 \times 1 = 0$

$1 \times 0 = 0$

$1 \times 1 = 1$

Contoh :  $101 \times 11 = \dots\dots(2)$

$$\begin{array}{r} 101 \\ 11 \\ \hline 101 \\ 101 \\ \hline 1111 \end{array}$$

### Pembagian Sistem Bilangan Biner

Prinsip :  $0 : 1 = 0$

$1 : 1 = 1$

Contoh :  $11001 : 101 = \dots\dots(2)$

$$\begin{array}{r} 101 \overline{) 11001} \\ \underline{101} \phantom{00} \\ 0010 \phantom{0} \\ \underline{0010} \phantom{0} \\ 0 \phantom{00} \\ \underline{0010} \phantom{0} \\ 0010 \phantom{0} \\ \underline{0010} \phantom{0} \\ 0 \phantom{00} \end{array}$$

### Sistem Bilangan Oktal

- Bentuk nilai suatu bil. oktal dapat berupa integer oktal (oktal integer) atau pecahan oktal (oktal fraction)
- **Integer Oktal** adalah nilai oktal yang bulat.



contoh  $326_{(8)}$  artinya :

$$\begin{array}{r} 3 \quad 2 \quad 6 \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 3 \times 8^2 = 192 \\ 2 \times 8^1 = 16 \\ 6 \times 8^0 = 6 \\ \hline 214_{(10)} \end{array}$$

$$\begin{aligned} 326_{(8)} &= (3 \times 8^2) + (2 \times 8^1) + (6 \times 8^0) \\ &= (3 \times 64) + (2 \times 8) + (6 \times 1) \\ &= 192 + 16 + 6 \\ &= \underline{214}_{(10)} \end{aligned}$$

### Position value oktal

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$8^0 = 1$
2	$8^1 = 8$
3	$8^2 = 64$
4	$8^3 = 512$
5	$8^4 = 4096$
dst	dst

Posisi digit (dari kiri)	Position value
1	$8^{-1} = 0.125$
2	$8^{-2} = 0.015625$
dst	Dst





### Penjumlahan Sistem Bilangan Oktal

Contoh :  $376_{(8)} + 45_{(8)} = \dots_{(8)}$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 376 \\ 45 \\ \hline 443 \end{array} \quad \begin{array}{l} 5+6=11, 11/8=1 \text{ sisa } 3 \\ 1+7+4=12, 12/8=1 \text{ sisa } 4 \\ 1+3=4 \end{array}$$

### Pengurangan Sistem Bilangan Oktal

Contoh :  $4352_{(8)} - 764_{(8)} = \dots_{(8)}$

$$\begin{array}{r} 4352 \\ 764 \\ \hline 3366 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2-4=x, \text{ bo } 1, 1 \rightarrow 8, 8+2-4=10-4=6 \\ 5-1=4, 4-6=x, \text{ bo } 1, 1 \rightarrow 8, 8+4-6=12-6=6 \\ 3-1=2, 2-7=x, \text{ bo } 1, 1 \rightarrow 8, 8+2-7=10-7=3 \\ 4-1=3 \end{array}$$

### Perkalian Sistem Bilangan Oktal

Contoh :  $56_{(8)} \times 43_{(8)} = \dots_{(8)}$

$$\begin{array}{r} 56 \\ 43 \\ \hline 212 \\ 270 \\ \hline 3112 \end{array} \quad \begin{array}{l} 3 \times 6 = 18, 18/8 = 2 \text{ sisa } 2 \\ 3 \times 5 = 15 + 2 = 17, 17/8 = 2 \text{ sisa } 1 \\ 4 \times 6 = 24, 24/8 = 3 \text{ sisa } 0 \\ 4 \times 5 = 20 + 3 = 23, 23/8 = 2 \text{ sisa } 7 \end{array}$$

## Pembagian Sistem Bilangan Oktal

Contoh :  $250_{(8)} : 14_{(8)} = \dots\dots_{(8)}$

$$\begin{array}{r}
 14 \text{ / } 250 \setminus \\
 \underline{14} \qquad \qquad 6 \\
 110 \qquad \qquad \text{----- } \times \\
 110 \qquad \qquad 110 \leftarrow 6 \times 4 = 24, 24 / 8 = 3 \text{ sisa } 0 \\
 \underline{110} \qquad \qquad 6 \times 1 = 6 + 3 = 9, 9 / 8 = 1 \text{ sisa } 1 \\
 0
 \end{array}$$

Cttn : Bilangan Oktal : Susunan bilangan yang mempunyai Basis/Radix 8, sebab sistem bilangan ini menggunakan 8 nilai koefisien yang mungkin yaitu : 0,1,2,3,4,5,6, dan 7

## Sistem Bilangan Hexadesimal

- Bentuk nilai suatu bil.hexa dapat berupa integer hexa (hexa integer) atau pecahan hexa (hexa fraction)
- Integer Hexa adalah nilai hexa yang bulat.

contoh :  $^{152}_{16}\text{B}$  artinya :

$$\begin{aligned} 152B_{(16)} &= (1 \times 16^3) + (5 \times 16^2) + (2 \times 16^1) + (B \times 16^0) \\ &= (1 \times 4096) + (5 \times 256) + (2 \times 16) + (11 \times 1) \\ &= 4096 + 1280 + 32 + 11 \\ &= 5419_{(10)} \end{aligned}$$



### Position value Hexa

Posisi digit (dari kanan)	Position value
1	$16^0 = 1$
2	$16^1 = 16$
3	$16^2 = 256$
4	$16^3 = 4096$
5	$16^4 = 65536$
dst	dst

### Penjumlahan Sistem Bilangan Hexa

Contoh :  $176_{(16)} + 8C_{(16)} = \dots\dots(16)$

$$\begin{array}{r} 176 \\ 8C \\ \hline \end{array} +$$

202       $6+C=6+12=18, 18/16=1$  sisa 2  
 $7+8=15+1=16, 16/16=1$  sisa 0  
 $1+1=2$

### Pengurangan Sistem Bilangan Hexa

Contoh :  $B435_{(16)} - A7D_{(16)} = \dots\dots(16)$

$$\begin{array}{r} B435 \\ A7D \\ \hline \end{array} -$$

A9B8       $5-D=5-13=x, \text{bo } 1, 1 \rightarrow 16, 16+5-13=21-13=8$   
 $3-1=2, 2-7=x, \text{bo } 1, 1 \rightarrow 16, 16+2-7=18-7=11(B)$   
 $4-1=3, 3-A=3-10=x, \text{bo } 1, 1 \rightarrow 16, 16+3-10=19-10=9$   
 $B-1=11-1=10(A)$



## Perkalian Sistem Bilangan Hexa

Contoh :  $5C_{(16)} \times 76_{(16)} = \dots\dots(16)$

$$\begin{array}{r} 5C \\ 76 \\ \hline \end{array} \times$$

228	$6 \times C = 6 \times 12 = 72, 72/16 = 4$ sisa 8
284	$6 \times 5 = 30 + 4 = 34, 34/16 = 2$ sisa 2
----- +	$7 \times C = 7 \times 12 = 84, 84/16 = 5$ sisa 4
2A68	$7 \times 5 = 35 + 5 = 40, 40/16 = 2$ sisa 8

Cttn : Bilangan Heksadesimal : Susunan bilangan yang mempunyai Basis/Radix 16, sebab sistem bilangan ini menggunakan 16 nilai koefisien yang mungkin yaitu :  
0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,dan F.

## Pembagian Sistem Bilangan Hexa

Contoh :  $1224_{(16)} : 1B_{(16)} = \dots\dots(16)$

$$\begin{array}{r} 1B \overline{) 1224} \backslash AC \quad \rightarrow 1B \\ 10E \quad \quad A \\ \hline 144 \quad \quad 10E \leftarrow A \times B = 10 \times 11 = 110, 110/16 = 6 \text{ sisa } 14(E) \\ 144 \quad \quad A \times 1 = 10 + 6 = 16, 16/16 = 1 \text{ sisa } 0 \\ \hline 0 \quad \quad \rightarrow 1B \\ \quad \quad C \\ \hline \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 144 \leftarrow C \times B = 12 \times 11 = 132, 132/16 = 8 \text{ sisa } 4 \\ C \times 1 = 12 + 8 = 20, 20/16 = 1 \text{ sisa } 4 \end{array}$$



## Tabel Sistem Bilangan

Sistem	Basis	Himpunan/elemen Digit	Contoh
Desimal	10	{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}	255 <sub>10</sub>
Biner	2	{0,1}	11111111 <sub>2</sub>
Oktal	8	{0,1,2,3,4,5,6,7}	377 <sub>8</sub>
Heksadesimal	16	{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A, B, C, D, E, F}	FF <sub>16</sub>

Desimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Heksa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Biner	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

Latihan :

1.  $1110_2 + 1011_2 = \dots\dots\dots_2$

2.  $10011_2 - 1011_2 = \dots\dots\dots_2$

3.  $110_2 \times 11_2 = \dots\dots\dots_2$

4.  $100011_2 : 101_2 = \dots\dots\dots_2$

5.  $467_8 + 56_8 = \dots\dots\dots_8$

6.  $2431_8 - 75_8 = \dots\dots\dots_8$

7.  $76_8 \times 43_8 = \dots\dots\dots_8$

8.  $360_8 : 14_8 = \dots\dots\dots_8$

9.  $4AB_{16} + 78_{16} = \dots\dots\dots_{16}$

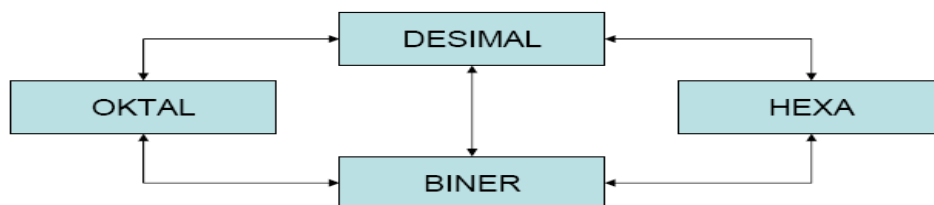
10.  $2364_{16} - FA_{16} = \dots\dots\dots_{16}$

11.  $97_{16} \times A4_{16} = \dots\dots\dots_{16}$

12.  $D1A_{16} : 2B_{16} = \dots\dots\dots_{16}$

# KONVERSI BILANGAN

- Konversi bilangan adalah suatu proses dimana satu system bilangan dengan basis tertentu akan dijadikan bilangan dengan basis yang lain.



## Konversi dari bilangan Desimal

### 1. Desimal ke Biner

- Yaitu dengan cara membagi bilangan desimal dengan 2 kemudian diambil sisa pembagiannya.

$$45_{(10)} = \dots_{(2)}$$

$$\begin{array}{l} 45 : 2 = 22 + \text{sisa } 1 \\ 22 : 2 = 11 + \text{sisa } 0 \\ 11 : 2 = 5 + \text{sisa } 1 \\ 5 : 2 = 2 + \text{sisa } 1 \\ 2 : 2 = 1 + \text{sisa } 0 \end{array}$$

101101<sub>(2)</sub> ditulis dari bawah ke atas

### 2. Desimal ke Oktal

- Yaitu dengan cara membagi bilangan desimal dengan 8 kemudian diambil sisa pembagiannya
- 385<sub>(10)</sub> = ....<sub>(8)</sub>?

$$\begin{array}{l} 385 : 8 = 48 + \text{sisa } 1 \\ 48 : 8 = 6 + \text{sisa } 0 \end{array}$$

601<sub>(8)</sub>



### 3. Desimal ke Hexadesimal

- Yaitu dengan cara membagi bilangan desimal dengan 16 kemudian diambil sisa pembagiannya

$$1583_{(10)} = \dots_{(16)}$$

$$\begin{array}{rcl} 1583 : 16 & = & 98 + \text{sisa } 15 \\ 98 : 16 & = & 6 + \text{sisa } 2 \end{array} \quad \uparrow \quad 62F_{(16)}$$

## Konversi dari bilangan Biner

### 1. Konversi ke desimal

- Yaitu dengan cara mengalikan masing-masing bit dalam bilangan dengan position valuenya.

$$\begin{array}{rcl} 1 & 0 & 0 & 1 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 \times 2^0 & = & 1 \\ 0 \times 2^1 & = & 0 \\ 0 \times 2^2 & = & 0 \\ 1 \times 2^3 & = & 8 \\ \hline & & 9 &_{(10)} \end{array}$$

### 2. Konversi ke Oktal

- Dapat dilakukan dengan mengkonversikan tiap-tiap tiga buah digit biner yang dimulai dari bagian belakang

$$11010100_{(2)} = \dots_{(8)}$$

$$\begin{array}{ccc} \underbrace{11} & \underbrace{010} & \underbrace{100} \\ 3 & 2 & 4 \end{array} \quad \begin{array}{l} 100 = 0 \times 2^0 = 0 \\ 0 \times 2^1 = 0 \\ 1 \times 2^2 = 4 \\ \hline 4 \end{array}$$

### **3. Konversi ke Hexademial**

- Dapat dilakukan dengan mengkonversikan tiap-tiap empat buah digit biner yang dimulai dari bagian belakang

- 11010100

$\underbrace{1101}_{D} \quad \underbrace{0100}_{4}$

## Konversi dari bilangan Oktal

### **1. Konversi ke Desimal**

- Yaitu dengan cara mengalikan masing-masing bit dalam bilangan dengan position valuenya

- $12_{(8)} = \dots\dots (10)$   
 $\begin{array}{rcl} & 2 \times 8^0 & = 2 \\ & 1 \times 8^1 & = 8 \\ \hline & & 10_{(10)} \end{array}$

### **2. Konversi ke Biner**

- Dilakukan dengan mengkonversikan masing-masing digit octal ke tiga digit biner

$6502_{(8)} = \dots\dots (2)$

2 = 010

0 = 000

5 = 101

6 = 110

jadi 110101000010





### **3. Konversi ke Hexadesimal**

- Dilakukan dengan cara merubah dari bilangan octal menjadi bilangan biner kemudian dikonversikan ke hexadesimal

$$2537_{(8)} = \dots\dots_{(16)}$$

$$2537_{(8)} = 010.101.011.111$$

$$0101.0101.1111_{(2)} = 55F_{(16)}$$

## Konversi dari bilangan Hexadesimal

### **1. Konversi ke Desimal**

- Yaitu dengan cara mengalikan masing-masing bit dalam bilangan dengan position valuenya

$$\begin{array}{rcl} C7_{(16)} = \dots\dots_{(10)} & & \\ \begin{array}{l} \text{---} 7 \times 16^0 = 7 \\ \text{---} C \times 16^1 = 192 \end{array} & & \\ & & \hline & & 199_{(10)} \end{array}$$

### **2. Konversi ke Oktal**

- Dilakukan dengan cara merubah dari bilangan hexadesimal menjadi biner terlebih dahulu kemudian dikonversikan ke octal

$$55F_{(16)} = \dots\dots_{(8)}$$

$$55F_{(16)} = 0101.0101.1111_{(2)}$$

$$010.101.011.111_{(2)} = 2537_{(8)}$$

### 3. Konversi ke Biner

Dilakukan dengan cara merubah semua bilangan heksa menjadi bilangan biner dengan 4 digit biner.

$$9 \text{ A F}_{(16)} = \dots_{(2)}$$

$$9 \text{ A F}_{(16)} = 1001.1010.1111_{(2)}$$

## Komplemen

Salah satu metoda yang dipergunakan dalam pengurangan pada komputer yang ditransformasikan menjadi penjumlahan adalah dengan menggunakan *minus-radiks-komplemen satu* atau *komplemen radiks*. Komplemen di dalam sistem desimal, secara berurutan disebut dengan *komplemen sembilan* dan *komplemen sepuluh* sedangkan komplemen di dalam sistem biner disebut dengan *komplemen satu* dan *komplemen dua*).

⁀Komplemen sembilan dari bilangan desimal diperoleh dengan mengurangi masing-masing digit desimal tersebut ke bilangan 9, sedangkan komplemen sepuluh adalah komplemen sembilan ditambah 1⁀

Contoh :

893 321 ---- - 572	→	893 678 (komp. 9) ---- + 1571 1 ---- + 572 → angka 1 dihilangkan!	→	893 679 (komp. 10) ---- + 1572
-----------------------------	---	---	---	---

Analogi yang bisa diambil dari perhitungan komplemen di atas adalah, komplemen satu dari bilangan biner diperoleh dengan jalan mengurangi masing-masing digit biner tersebut ke bilangan 1, atau dengan bahasa sederhananya mengubah masing-masing 0 menjadi 1 atau sebaliknya mengubah masing-masing 1 menjadi 0. Sedangkan komplemen dua adalah satu plus satu.



Contoh :

Bilangan Biner	110011	101010	011100
Komplemen Satu	001100	010101	100011
Komplemen Dua	001101	010110	100100

Pengurangan biner 110001 - 1010 akan kita telaah pada contoh di bawah ini!

110001 001010 ----- - 100111	110001 110101 ----- + 100111	110001 110110 ----- + 1100111 → dihilangkan!
---------------------------------------	---------------------------------------	--

Alasan teoritis mengapa cara komplemen ini dilakukan, dapat dijelaskan dengan memperhatikan sebuah *speedometer* mobil/motor dengan empat digit sedang membaca nol!

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Jika sekarang kita tambahkan -1 pada pembacaan tersebut; yakni jika *speedometer* kita putar kembali 1 mil, maka pembacaan akan berubah menjadi!

9	9	9	9	9	9
---	---	---	---	---	---

Lihat contoh

Bilangan Desimal	123	651	914	□
Komplemen Sembilan	876	348	085	□
Komplemen Sepuluh	877	349	086	→ ditambah dengan 1

Perhatikan hubungan diantara bilangan dan komplemennya adalah simetris. Jadi, dengan memperhatikan contoh di atas, komplemen 9 dari 123 adalah 876 dengan simple menjadikan jumlahnya=9 (1+8=9, 2+7=9, 3+6=9)! Sementara komplemen 10 didapat dengan menambahkan 1 pada komplemen 9, berarti 876+1=877

Pengurangan desimal dapat dilaksanakan dengan penjumlahan komplemen sembilan plus satu, atau penjumlahan dari komplemen sepuluh!



# Aritmatika Biner

- Operasi aritmatika untuk bilangan biner dilakukan dengan cara hampir sama dengan operasi aritmatika untuk bilangan desimal. Penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian dilakukan digit per digit.
- Kelebihan nilai suatu digit pada proses penjumlahan dan perkalian akan menjadi bawaan (carry) yang nantinya ditambahkan pada digit sebelah kirinya.

## Penjumlahan

Aturan dasar penjumlahan pada sistem bilangan biner :

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0, \text{ simpan (carry) } 1$$

## Penjumlahan Desimal

	$10^3$ (1000)	$10^2$ (100)	$10^1$ (10)	$10^0$ (1)
		8 3	2 3	3 8
Simpan (carry)	1		1	
Jumlah	1	1	6	1

## Penjumlahan Biner

	$2^5$ 32	$2^4$ 16	$2^3$ 8	$2^2$ 4	$2^1$ 2	$2^0$ 1
		1 1	1 1	0 0	0 1	1 1
Simpan (carry)	1	1		1	1	
Jumlah	1	1	0	1	0	0



### Bit Bertanda

Bit 0 menyatakan bilangan positif

Bit 1 menyatakan bilangan negatif

A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	
0	1	1	0	1	0	0	= + 52

↑  
Bit Tanda

Magnitude

B <sub>6</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	
1	1	1	0	1	0	0	= - 52

↑  
Bit Tanda

Magnitude

### Komplemen ke 2

Metode untuk menyatakan bit bertanda digunakan sistem komplement kedua (2's complement form)

### Komplemen ke 1

Biner 0 diubah menjadi 1

Biner 1 diubah menjadi 0

Misal :

1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1

Biner Awal

Komplemen pertama

## Membuat Komplemen ke 2

1. Ubah bit awal menjadi komplemen pertama
2. Tambahkan 1 pada bit terakhir (LSB)

Misal

1	0	1	1	0	1	Biner Awal = 45
0	1	0	0	1	0	Komplemen 1
					1	Tambah 1 pada LSB
0	1	0	0	1	1	Komplemen 2

## Menyatakan Bilangan Bertanda dengan Komplemen ke 2

1. Apabila bilangannya positif, magnitude dinyatakan dengan biner aslinya dan bit tanda (0) diletakkan di depan MSB.
2. Apabila bilangannya negatif, magnitude dinyatakan dalam bentuk komplemen ke 2 dan bit tanda (1) diletakkan di depan MSB

0	1	0	1	1	0	1	Biner = + 45
---	---	---	---	---	---	---	--------------

↑  
Bit Tanda

└──────────────────┘  
Biner asli

1	0	1	0	0	1	1	Biner = - 45
---	---	---	---	---	---	---	--------------

↑  
Bit Tanda

└──────────────────┘  
Biner asli

## Negasi

Operasi mengubah sebuah bilangan negatif menjadi bilangan positif ekuivalennya, atau mengubah bilangan positif menjadi bilangan negatif ekuivalennya.

Hal tersebut dilakukan dengan meng-komplemenkan ke 2 dari biner yang dikehendaki

Misal : negasi dari + 9 adalah - 9



+ 9 = 01001 Biner awal  
- 9 = 10111 Negasi (Komplemen ke 2)  
+ 9 = 01001 Di negasi lagi

### Penjumlahan di Sistem Komplemen ke 2

Dua bilangan positif → Dilakukan secara langsung.

Misal : penjumlahan +9 dan +4

+9	→	0	1	0	0	1
+4	→	0	0	1	0	0
<hr/>						
		0	1	1	0	1

↑  
Bit tanda ikut dalam operasi penjumlahan

### Bilangan positif dan sebuah bilangan negatif yang lebih kecil

Misal : penjumlahan +9 dan -4.  
Bilangan -4 diperoleh dari komplemen ke dua dari +4

+9	→	0	1	0	0	1
-4	→	1	1	1	0	0
<hr/>						
		0	0	1	0	1

→ array diabaikan, hasilnya adalah 00101 (= +5)

### Bilangan positif dan sebuah bilangan negatif yang lebih Besar

Misal : penjumlahan -9 dan +4.  
Bilangan -9 diperoleh dari komplemen ke dua dari +9

-9	→	1	0	1	1	1
+4	→	0	0	1	0	0
<hr/>						
		1	1	0	1	1

→ Bit tanda ikut dalam operasi penjumlahan



## Dua Bilangan Negatif

Misal : penjumlahan -9 dan -4.

Bilangan -9 dan -4 masing - masing diperoleh dari komplemen ke dua dari +9 dan -4

-9	→	1	0	1	1	1
-4	→	1	1	1	0	0
<hr/>						
	1	1	0	0	1	1
	↓	└─→	Bit tanda ikut dalam operasi penjumlahan			
Carry diabaikan						

## Operasi Pengurangan

Aturan Umum

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 1, \text{ pinjam } 1$$

Misal

1	1	1	0	
1	0	1	1	
		1	1	Pinjam
0	0	1	1	Hasil

## Operasi Pengurangan

Operasi pengurangan melibatkan komplemen ke 2 pada dasarnya melibatkan operasi penjumlahan tidak berbeda dengan contoh - contoh operasi penjumlahan sebelumnya.

### Prosedur pengurangan

1. Negasikan pengurang.
2. Tambahkan pada yang dikurangi
3. Hasil penjumlahan merupakan selisih antara pengurang dan yang dikurangi





Misal : +9 dikurangi +4

+9 → 01001

+4 → 00100 -

Operasi tersebut akan memberikan hasil yang sama dengan operasi

+9 → 01001

-4 → 11100 +

+9	→	0	1	0	0	1
-4	→	1	1	1	0	0
<hr/>						
		1	0	0	1	0
		1	0	1	0	1
		↓				

Carry diabaikan, hasilnya adalah 00101 (= +5)

### Perkalian Biner

Perkalian biner dilakukan sebagaimana perkalian desimal

				1	0	0	1	9
				1	0	1	1	11
				<hr/>				
				1	0	0	1	
		1	0	0	0	1		
	0	0	0	0	0			
1	0	0	1					
<hr/>								
1	1	0	0	0	1	1	99	

### Pembagian bilangan biner

Caranya hampir sama dengan bilangan desimal

	10
11	110
<hr/>	
11	
<hr/>	
000	

	11
10	110
<hr/>	
10	
<hr/>	
10	
<hr/>	
00	



## TUGAS

- Kerjakan operasi matematis berikut

- a.  $10010 + 10001$
- b.  $00100 + 00111$
- c.  $10111 - 00101$
- d.  $10011 \times 01110$
- e.  $10001 \times 10111$

MASIMBANGAN HERAWATI