

Sistem Digital

Sistem Bilangan dan Pengkodean

-2-



Sistem Bilangan

- # Bilangan Decimal
- # Bilangan Biner
- # Decimal -> biner
- # Aritmatika Binar
- # Komplemen 1 dan 2
- # Sign Bit
- # Operasi aritmatik dengan sign bilangan
- # Bilangan hexadecimal
- # Bilangan octal



Sistem Bilangan dan Pengkodean

- Binary code decimal (BCD)
- Digital code & Parity
- Konversi bilangan
- Operasi Aritmatik dasar
- ASCII Code
- Excess-3 Code
- Gray Code



Sistem Bilangan

- # Bilangan decimal : bilangan yang memiliki basis 10 ($r=10$), yaitu : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- # Bilangan biner : bilangan yang memiliki basis 2 ($r=2$), yaitu : 0 dan 1
- # Bilangan oktal : bilangan yang memiliki basis 8 ($r=8$), yaitu : 0, 1,2,3,4,5,6,7
- # Bilangan hexadecimal : bilangan yang memiliki basis 16 ($r=16$), yaitu : 0, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F





Konversi Bilangan - Decimal ke Biner -

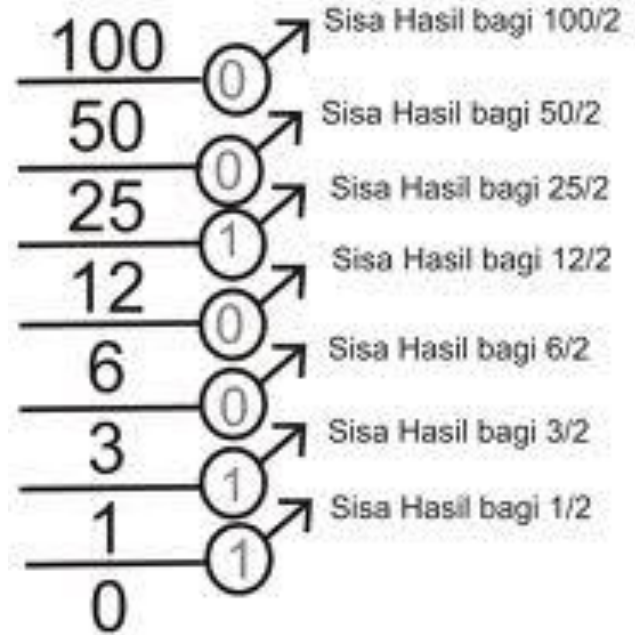
- ✚ Nilai bilangan decimal dibagi dengan 2, pembacaan nilai akhir pembagian dan urutan sisa hasil pembagian adalah bentuk bilangan biner dari nilai decimal.
- ✚ Contoh : $9 = 1001$

9_{10}	:	2	=	4	sisa 1			
4_{10}	:	2	=	2	sisa 0			
2_{10}	:	2	=	1	sisa 0			
9_{10}	=			1	0	0	1	



Konversi Bilangan - Decimal ke Biner -

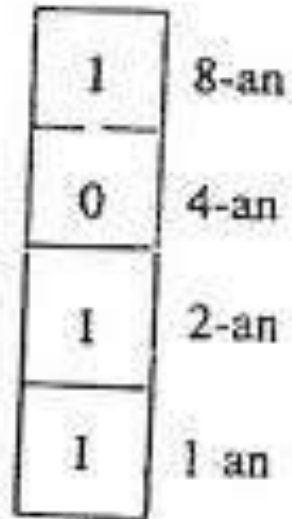
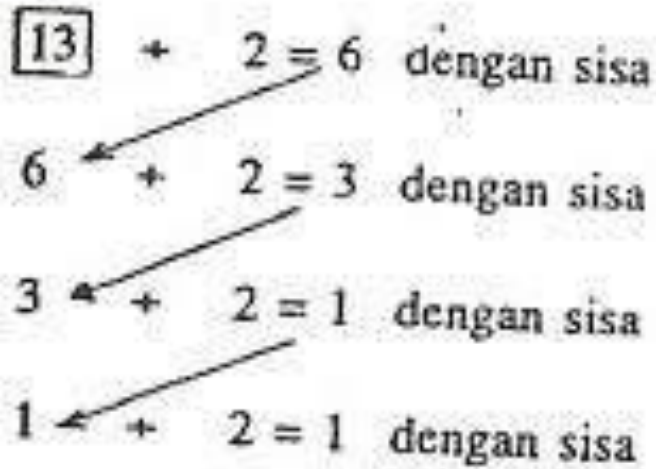
Desimal → Biner



$$100_{(10)} = 01100100_{(2)}$$

Blogmaxpc.blogspot.com

Bilangan desimal



bilangan biner



Konversi Bilangan - Decimal ke Biner -

Biner	ekuivalen				Desimal
	8 (2^3)	4 (2^2)	2 (2^1)	1 (2^0)	
0				0×2^0	0
1				1×2^0	1
10			1×2^1	0×2^0	2
11			1×2^1	1×2^0	3
100		1×2^2		0×2^0	4
101		1×2^2		1×2^0	5
110		1×2^2	1×2^1	0×2^0	6
111		1×2^2	1×2^1	1×2^0	7
1000	1×2^3			0×2^0	8
1001	1×2^3			1×2^0	9
1010	1×2^3		1×2^1	0×2^0	10



Konversi Bilangan - Decimal ke Biner -

		2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
		256	128	64	32	16	8	4	2	1
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0



Konversi Bilangan

- Biner ke Decimal -

✚ Masing-masing digit dalam sistem biner disebut bit (*binary digit*) dan hanya mempunyai dua harga, 0 dan 1

✚ Misalnya : 110011_2 adalah :

$$\begin{array}{ccccccccccc} 1 \times 2^5 & + & 1 \times 2^4 & + & 0 \times 2^3 & + & 0 \times 2^2 & + & 1 \times 2^1 & + & 1 \times 2^0 \\ \underbrace{\hspace{1.5em}} & & \underbrace{\hspace{1.5em}} & & \underbrace{\hspace{1.5em}} & & \underbrace{\hspace{1.5em}} & & \underbrace{\hspace{1.5em}} & & \underbrace{\hspace{1.5em}} \\ 32 & + & 16 & + & 0 & + & 0 & + & 2 & + & 1 & = & 51 \end{array}$$



Konversi Bilangan - Biner ke Decimal -

Biner ke Desimal

$$\begin{array}{l} \begin{array}{cccc} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \\ \begin{array}{l} \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\ = 1.2^7 + 1.2^6 + 1.2^5 + 1.2^4 + 1.2^3 + 1.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0 \\ = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 \\ = 255 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \begin{array}{cccc} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \\ \begin{array}{l} \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\ = 1.2^7 + 1.2^6 + 0.2^5 + 0.2^4 + 0.2^3 + 0.2^2 + 0.2^1 + 1.2^0 \\ = 128 + 64 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \\ = 193 \end{array} \end{array}$$



Konversi Bilangan - Decimal ke Oktal -

✚ Nilai bilangan decimal dibagi dengan 8, pembacaan nilai akhir pembagian dan urutan sisa hasil pembagian adalah bentuk bilangan oktal dari nilai decimal.

✚ Contoh : $529_{10} = 1021_8$

529_{10}	:	8	=	66	sisa 1		
66_{10}	:	8	=	8	sisa 2		
8_{10}	:	8	=	1	sisa 0		
=				1	0		2



Konversi Bilangan - Decimal ke Oktal -

		8^8	8^7	8^6	8^5	8^4	8^3	8^2	8^1	8^0
		16777216	2097152	262144	32768	4096	512	64	8	1
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0



Konversi Bilangan - Oktal ke Decimal -

✚ Setiap urutan nilai bilangan oktal dijumlahkan, dengan terlebih dahulu nilai oktal tersebut dikalikan dengan bobot bilangan oktal masing-masing

✚ Misalnya : 1021_8 adalah :

$$\begin{array}{ccccccc} 1 \times 8^3 & + & 0 \times 8^2 & + & 2 \times 8^1 & + & 1 \times 8^0 \\ \underbrace{} & & \underbrace{} & & \underbrace{} & & \underbrace{} \\ 512 & + & 0 & + & 16 & + & 1 & = & 529 \end{array}$$



Konversi Bilangan

- Decimal ke Hexadecimal -

- Nilai bilangan decimal dibagi dengan 16, pembacaan nilai akhir pembagian dan urutan sisa hasil pembagian adalah bentuk bilangan hexadecimal dari nilai decimal.
- Contoh : $2476_{10} = 9AC$

$$\begin{array}{rcl} 2476_{10} & : 16 & = 154 \text{ sisa } 12=C \\ 154_{10} & : 16 & = 9 \text{ sisa } 10=A \\ 2476_{10} & & = 9 \quad A \quad C \end{array}$$

The diagram illustrates the conversion of the decimal number 2476 to hexadecimal. It shows two division steps: 2476 divided by 16 yields a quotient of 154 and a remainder of 12 (which is C in hexadecimal), and 154 divided by 16 yields a quotient of 9 and a remainder of 10 (which is A in hexadecimal). The final result is shown as 2476₁₀ = 9AC, where the remainder 9 from the second step is the most significant digit, and the remainders A and C from the first and second steps are the next two digits. Blue arrows indicate the flow of information: one arrow points from the remainder 10=A of the second step to the digit A in the final result, and another arrow points from the remainder 12=C of the first step to the digit C in the final result.



Konversi Bilangan

- Hexadecimal ke Decimal -

- Setiap urutan nilai bilangan hexa dijumlahkan, dengan terlebih dahulu nilai hexa tersebut dikalikan dengan bobot bilangan hexadecimal masing-masing

- Misalnya : $9AF_{16}$ adalah :

$$9 \times 16^2 + A \times 16^1 + F \times 16^0$$

$$\underbrace{9 \times 16^2}_{2304} + \underbrace{A \times 16^1}_{160} + \underbrace{F \times 16^0}_{15} = 2479$$



Konversi Bilangan - Oktal ke Biner -

✚ Setiap digit bilangan oktal dapat dipresentasikan ke dalam 3 digit bilangan biner. Setiap digit bilangan oktal diubah secara terpisah

✚ Misalnya bilangan oktal : 3527_8 adalah :

3	5	2	7
011	101	010	111
011101010111			



Konversi Bilangan - Biner ke Oktal -

- ✚ Pengelompokkan setiap tiga digit bilangan biner mulai dari LSB hingga MSB. Setiap kelompok akan menandakan nilai oktal dari bilangan tersebut
- ✚ Misalnya bilangan biner : 11110011001_2 adalah
 11110011001_2
011 110 011 001
3 6 3 1 = 3631



Konversi Bilangan - Hexadecimal ke Biner -

✚ Setiap digit bilangan hexa dapat dipresentasikan ke dalam 4 digit bilangan biner. Setiap digit bilangan hexa diubah secara terpisah

✚ Misalnya bilangan hexa : $2AC_{16}$ adalah :

2	A	C
0010	1010	1100
001010101100		



Konversi Bilangan - Biner ke Hexa -

✚ Pengelompokkan setiap empat digit bilangan biner mulai dari LSB hingga MSB. Setiap kelompok akan menandakan nilai kexa dari bilangan tersebut

✚ Misalnya bilangan biner : 010011110101_2
adalah :

01001111 0101

4 F 5 = 4F5



Perhitungan Aritmatika

+ Perhitungan aritmatika yang dilakukan adalah :

- +** Penjumlahan
- +** Pengurangan
- +** Perkalian
- +** Pembagian



Penjumlahan Cara Aritmatika

- ✚ Penjumlahan dapat dilakukan dengan aritmatika biasa atau logika Boolean (fungsi exclusive OR dan AND)
- ✚ Aturan dasar penjumlahan biner :
 - $0 + 0 = 0$
 - $0 + 1 = 1$
 - $1 + 0 = 1$
 - $1 + 1 = 0, \text{ simpan } 1$



Penjumlahan Cara Aritmatika

- Penjumlahan dengan aritmatika dilakukan seperti penjumlahan pada desimal, jika ada *carry* maka angka ini ditambahkan dengan angka sebelah kirinya

$$\begin{array}{r} 225 \rightarrow \quad 1^1 1^1 1 0 0 0^1 0^1 1 \\ 43 \rightarrow \quad \quad 1 0 1 0 1 1 \quad \quad \quad + \\ \hline 268 \rightarrow \quad 1 0 0 0 0 1 1 0 0 \end{array}$$

- Pengurangan juga dilakukan persis seperti sistem digital



Pengurangan Cara Aritmatika

✚ Aturan dasar pengurangan biner :

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

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



Penjumlahan Basis 10

✚ Misalkan : $3_{10} + 6_{10} = 9_{10}$

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13



Penjumlahan Basis 8

✚ Misalkan : $3_8 + 6_8 = 11_8$

+	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	10
2	2	3	4	5	6	7	10	11
3	3	4	5	6	7	10	11	12
4	4	5	6	7	10	11	12	13
5	5	6	7	10	11	12	13	14
6	6	7	10	11	12	13	14	15
7	7	10	11	12	13	14	15	16



Perkalian Basis 10

✚ Misal : $3_{10} \times 6_{10} = 18_{10}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63



Perkalian Basis 8

✚ Misal : $3_8 \times 6_8 = 22_8$

+	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	2	4	6	10	12	14	16
3	0	3	6	11	14	17	22	25
4	0	4	10	14	20	24	30	34
5	0	5	12	17	24	31	36	43
6	0	6	14	22	30	36	44	52
7	0	7	16	25	34	43	52	61



Contoh Pengurangan Biner

$$1\ 0 \rightarrow 2$$

$$1\ - \rightarrow 1$$

$$1 \rightarrow 1$$

$$1\ 0\ 0\ 0\ 1 \rightarrow 17$$

$$1\ 1\ 1\ - \rightarrow 7$$

$$1\ 0\ 1\ 0 \rightarrow 10$$

$$1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \rightarrow 39$$

$$1\ 0\ 1\ 1\ - \rightarrow 11$$

$$1\ 1\ 1\ 0\ 0 \rightarrow 28$$

- ✚ Dari ketiga contoh diatas, jika bilangan yang dikurangi lebih kecil dari bilangan yang mengurangi maka bilangan yang dikurangi akan meminjam angka didepannya.



Perkalian

- ✚ Perkalian dapat dilakukan dengan 2 cara :
 - ✚ Perkalian aritmatika biasa
 - ✚ Menggunakan logika boolean
- ✚ Perkalian dengan cara aritmatika dilakukan seperti pada perkalian desimal. Disini hasil perkalian diletakkan sesuai posisi pengali.



Perkalian

$$1\ 1\ 0\ 1\ 0 \rightarrow 26$$

$$1\ 1\ 1\ x \rightarrow 7$$

$$1\ 1\ 0\ 1\ 0$$

$$1\ 1\ 0\ 1\ 0$$

$$1\ 1\ 0\ 1\ 0$$

$$1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \rightarrow 182$$



Perkalian

✚ Misalkan : $31 \times 9 = 279$

$$\begin{array}{r} 11111 \rightarrow 31 \\ 1001 \times \rightarrow 9 \\ \hline 11111 \\ 00000 \\ 00000 \\ 11111 \\ \hline 100010111 \rightarrow 279 \end{array}$$



Konversi antara Sistem Bilangan

- Konversi dari suatu sistem bilangan ke sistem desimal dapat dilakukan dengan 2 cara :

Cara pertama

$$\begin{aligned} 13754_8 &= 1 \times 8^4 + 3 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 4 \times 8^0 \\ &= 4096 + 1536 + 448 + 40 + 4 \\ &= 6124_{10} \end{aligned}$$



Konversi antara Sistem Bilangan

✚ Cara kedua : $1\ 3\ 7\ 5\ 4_8$

①

$$\begin{array}{r} \text{x } 8 \\ \hline \end{array}$$

$$8 + \textcircled{3} = 11$$

$$\begin{array}{r} \text{x } 8 \\ \hline \end{array}$$

$$88 + \textcircled{7} = 95$$

$$\begin{array}{r} \text{x } 8 \\ \hline \end{array}$$

$$760 + \textcircled{5} = 765$$

$$\begin{array}{r} \text{x } 8 \\ \hline \end{array}$$

$$6120 + \textcircled{4} = 6124_{10}$$



Konversi antara Sistem Bilangan

✚ Konversi dari suatu sistem desimal ke sistem lainnya dapat dilakukan dengan cara :

✚ Misalkan $6124_{10} = 143444_5$

5)	6124	(4)
5)	1224	(4)
5)	244	(4)
5)	48	(3)
5)	9	(4)
5)	1	(1)
	0	



di tulis dari
bawah ke
atas



Konversi antara Sistem Bilangan

✚ Untuk sistem bilangan yang lebih besar dari 10, maka digunakan huruf abjad

✚ Misalkan :

$$\begin{aligned} 2A4F_{16} &= 2 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 15 \times 16^0 \\ &= 10831_{10} \end{aligned}$$

✚ Misalkan :

$$\begin{aligned} 11010111011000 &= 11 \quad 0101 \quad 1101 \quad 1000 \\ &= 3 \quad 5 \quad D \quad 8 \quad 16 \\ &= 35D8_{16} \end{aligned}$$



Konversi antara Sistem Bilangan

✚ Misalkan :

$$\begin{aligned} 275331_8 &= 2 \quad 7 \quad 5 \quad 3 \quad 3 \quad 1 \\ &= 010 \quad 111 \quad 101 \quad 011 \quad 011 \quad 001_2 \\ &= 010111101011011001_2 \end{aligned}$$



Pecahan

- Decimal ke biner -

✚ Untuk konversi pecahan dari basis 10 ke basis lain dilakukan dengan cara :

✚ Misalkan : 0.828125_{10} ke basis 2

$$.828125 \times 2 = 1.656250$$

$$0.656250 \times 2 = 1.312500$$

$$0.312500 \times 2 = 0.625000$$

$$0.625000 \times 2 = 1.250000$$

$$0.250000 \times 2 = 0.500000$$

$$0.500000 \times 2 = 1.000000$$

Hasilnya dibaca sebagai hasil nilai overlownya dari atas ke bawah yaitu : 0.110101_2



Pecahan

- biner ke decimal -

- ✚ Konversi pada pecahan sama dengan pada bilangan bulat, hanya saja pangkat dari basisnya akan meningkat ke kanan

- **Misalkan :**

$$0.101011_2$$

$$= 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 0 \times 2^{-4} + 1 \times 2^{-5} + 1 \times 2^{-6}$$

$$= 0.5 + 0 + 0.125 + 0 + 0.03125 + 0.015625$$

$$= 0.671875_{10}$$



Pecahan

✚ Misalkan :

$$0.101011_2$$

✚ Mencari pembagi sebagai pembilang

$$101011_2 = 32 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = 43$$

✚ Mencari penyebut dari pangkat jumlah angka yaitu $2^6 = 64$

✚ Sehingga didapat :

$$43/64 = 0.671875_{10}$$



Pecahan

- ✚ Untuk konversi dari basis 2 ke basis 8 atau 16 atau sebaliknya dapat dilakukan secara langsung seperti pada integer yaitu dengan melakukan pengelompokkan sesuai dengan basis yang di tuju.
- ✚ Tetapi pengelompokkan dilakukan dari kiri ke kanan (berbeda dengan bilangan bulat yang dilakukan dari kanan ke kiri)
- ✚ Misalkan : 0.1011_2 ke basis 8

$$0.101 \quad 100_2 = 0.54_8$$



Bilangan Campuran

- ✚ Untuk bilangan campuran maka konversi bilangan bulat dan bilangan pecahan dilakukan secara terpisah
- ✚ Misalkan : 1101.101100_2 ke basis 8, maka
 - ✚ $001\ 101_2 = 15_8$
 - ✚ $101\ 100_2 = 54_8$
- ✚ Sehingga : $1101.101100_2 = 15.54_8$



Alhamdulillah....

Thanks!

