

## **BAB VII**

### **SISTEM BILANGAN (Lanjutan)**

#### **A. Bilangan Biner**

Sebagai contoh dari bilangan desimal, untuk angka  
 $157:157_{(10)} = (1 \times 100) + (5 \times 10) + (7 \times 1)$

Perhatikan! bilangan desimal ini sering juga disebut basis 10. Hal ini dikarenakan perpangkatan 10 yang didapat dari 100, 101, 102, dst.

#### **1. Mengenal Konsep Bilangan Biner dan Desimal**

Perbedaan mendasar dari metoda biner dan desimal adalah berkenaan dengan basis. Jika desimal berbasis 10 ( $X_{10}$ ) berpangkatan  $10x$ , maka untuk bilangan biner berbasiskan 2 ( $X_2$ ) menggunakan perpangkatan  $2x$ . Sederhananya perhatikan contoh di bawah ini!

Untuk Desimal:

$$\begin{aligned}14_{(10)} &= (1 \times 10^1) + (4 \times 10^0) \\&= 10 + 4 \\&= 14\end{aligned}$$

Untuk Biner:

$$\begin{aligned}1110_{(2)} &= (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0) \\&= 8 + 4 + 2 + 0 \\&= 14\end{aligned}$$

Bentuk umum dari bilangan biner dan bilangan desimal adalah :

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |           |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Biner   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 11111111  |
| Desimal | 128   | 64    | 32    | 16    | 8     | 4     | 2     | 1     | 255       |
| Pangkat | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ | $X^{1-7}$ |

Sekarang kita balik lagi ke contoh soal di atas! Darimana kita dapatkan angka desimal 14(10) menjadi angka biner 1110(2)?

Mari kita lihat lagi pada bentuk umumnya!

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |           |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Biner   | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 00001110  |
| Desimal | 0     | 0     | 0     | 0     | 8     | 4     | 2     | 0     | 14        |
| Pangkat | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ | $X^{1-7}$ |

Mari kita telusuri perlahan-lahan!

- Pertama sekali, kita jumlahkan angka pada desimal sehingga menjadi 14. anda lihat angka-angka yang menghasilkan angka 14 adalah 8, 4, dan 2!
- Untuk angka-angka yang membentuk angka 14 (lihat angka yang diarsir), diberi tanda biner "1", selebihnya diberi tanda "0".
- Sehingga kalau dibaca dari kanan, angka desimal 14 akan menjadi 00001110 (terkadang dibaca 1110) pada angka biner nya.

## 2. Mengubah Angka Biner ke Desimal

Perhatikan contoh!

a.  $11001101_{(2)}$

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |           |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Biner   | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 1     | 11001101  |
| Desimal | 128   | 64    | 0     | 0     | 8     | 4     | 0     | 1     | 205       |
| Pangkat | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ | $X^{1-7}$ |

*Note:*

- Angka desimal 205 didapat dari penjumlahan angka yang di arsir ( $128+64+8+4+1$ )
- Setiap biner yang bertanda “1” akan dihitung, sementara biner yang bertanda “0” tidak dihitung, alias “0” juga.

b.  $00111100_{(2)}$

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |           |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Biner   | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 00111100  |
| 0       | 0     | 0     | 32    | 16    | 8     | 4     | 0     | 0     | 60        |
| Pangkat | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ | $X^{1-7}$ |

## 3. Mengubah Angka Desimal ke Biner

Untuk mengubah angka desimal menjadi angka biner digunakan metode pembagian dengan angka 2 sambil memperhatikan sisanya.

Perhatikan contohnya!

a.  $205_{(10)}$

$$205 : 2 = 102 \text{ sisa } 1$$

$$102 : 2 = 51 \text{ sisa } 0$$

$$51 : 2 = 25 \text{ sisa } 1$$

$25 : 2 = 12$  sisa 1  
 $12 : 2 = 6$  sisa 0  
 $6 : 2 = 3$  sisa 0  
 $3 : 2 = 1$  sisa 1  
 1 → sebagai sisa akhir "1"

*Note:*

Untuk menuliskan notasi binernya, pembacaan dilakukan dari bawah yang berarti 11001101(2)

b.  $60_{(10)}$   
 $60 : 2 = 30$  sisa 0  
 $30 : 2 = 15$  sisa 0  
 $15 : 2 = 7$  sisa 1  
 $7 : 2 = 3$  sisa 1  
 $3 : 2 = 1$  sisa 1  
 1 → sebagai sisa akhir "1"

*Note:*

Dibaca dari bawah menjadi 111100(2) atau lazimnya dituliskan dengan 00111100(2). Ingat bentuk umumnya mengacu untuk 8 digit! Kalau 111100 (ini 6 digit) menjadi 00111100 (ini sudah 8 digit).

## B. Aritmatika Biner

Pada bagian ini akan membahas penjumlahan dan pengurangan biner. Perkalian biner adalah pengulangan dari penjumlahan; dan juga akan membahas pengurangan biner berdasarkan ide atau gagasan komplemen.

## 1. Penjumlahan Biner

Penjumlahan biner tidak begitu beda jauh dengan penjumlahan desimal. Perhatikan contoh penjumlahan desimal antara 167 dan 235.

$1 \rightarrow 7 + 5 = 12$ , tulis "2" di bawah dan angkat "1" ke atas!

$$\begin{array}{r} 167 \\ 235 \\ ---- + \\ 402 \end{array}$$

Seperti bilangan desimal, bilangan biner juga dijumlahkan dengan cara yang sama. Pertama-tama yang harus dicermati adalah aturan pasangan digit biner berikut:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \rightarrow \text{dan menyimpan 1}$$

*sebagai catatan* bahwa jumlah dua yang terakhir adalah :

$$1 + 1 + 1 = 1 \rightarrow \text{dengan menyimpan 1}$$

Dengan hanya menggunakan penjumlahan-penjumlahan di atas, kita dapat melakukan penjumlahan biner seperti ditunjukkan di bawah ini:

1 1111  $\rightarrow$  "simpanan 1" ingat kembali aturan di atas!

01011011  $\rightarrow$  bilangan biner untuk 91

01001110  $\rightarrow$  bilangan biner untuk 78

----- +

10101001  $\rightarrow$  Jumlah dari  $91 + 78 = 169$

Silahkan pelajari aturan-aturan pasangan digit biner yang telah disebutkan di atas! Contoh penjumlahan biner yang terdiri dari 5 bilangan!

```

11101  bilangan 1)
10110  bilangan 2)
  1100  bilangan 3)
11011  bilangan 4)
  1001  bilangan 5)
----- +

```

Untuk menjumlahkannya, kita hitung berdasarkan aturan yang berlaku, dan untuk lebih mudahnya perhitungan dilakukan bertahap.

```

      11101  bilangan 1)
      10110  bilangan 2)
      ----- +
    110011
      1100   bilangan 3)
      ----- +
    111111
      11011  bilangan 4)
      ----- +
    011010
      1001   bilangan 5)
      ----- +
    110011  → Jumlah Akhir =

```

Berapakah  
bilangan  
desimal

Sekarang coba tentukan berapakah bilangan 1,2,3,4 dan 5! Apakah memang perhitungan di atas sudah benar?

## 2. Pengurangan Biner

Pengurangan bilangan desimal 73426 - 9185 akan menghasilkan:

73426 → lihat! Angka 7 dan angka 4 dikurangi dengan 1

9185 → digit desimal pengurang.

----- -

64241 → Hasil pengurangan akhir .

Bentuk Umum pengurangan :

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 1 \rightarrow \text{dengan meminjam '1' dari digit disebelah kirinya!}$$

Untuk pengurangan biner dapat dilakukan dengan cara yang sama. Coba perhatikan bentuk pengurangan berikut:

$$1111011 \rightarrow \text{desimal } 123$$

$$101001 \rightarrow \text{desimal } 41$$

----- -

$$1010010 \rightarrow \text{desimal } 82$$

Pada contoh di atas tidak terjadi “konsep peminjaman”. Perhatikan contoh berikut!

$$0 \rightarrow \text{kolom ke-3 sudah menjadi '0', sudah dipinjam!}$$

$$111101 \rightarrow \text{desimal } 61$$

$$10010 \rightarrow \text{desimal } 18$$

----- -

$$101011 \rightarrow \text{Hasil pengurangan akhir } 43 .$$

Pada soal yang kedua ini kita pinjam '1' dari kolom 3, karena ada selisih 0-1 pada kolom ke-2. Lihat Bentuk Umum!

$$\begin{array}{r}
 7999 \\
 800046 \\
 397261 \\
 \text{-----} - \\
 402705
 \end{array}
 \rightarrow \text{hasil pinjaman}$$

Sebagai contoh pengurangan bilangan biner 110001 - 1010 akan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{array}{r}
 1100101 \\
 1010 \\
 \text{-----} - \\
 100111
 \end{array}$$

### 3. Komplemen

Salah satu metoda yang dipergunakan dalam pengurangan pada komputer yang ditransformasikan menjadi penjumlahan dengan menggunakan *minusradiks-komplemen satu* atau *komplemen radiks*. Pertama-tama kita bahas komplemen di dalam sistem desimal, dimana komplemen-komplemen tersebut secara berurutan disebut dengan *komplemen sembilan* dan *komplemen sepuluh* (komplemen di dalam system biner disebut dengan *komplemen satu* dan *komplemen dua*). Sekarang yang paling penting adalah menanamkan prinsip ini:

“Komplemen sembilan dari bilangan desimal diperoleh dengan mengurangkan masing-masing digit



desimal tersebut ke bilangan 9, sedangkan komplemen sepuluh adalah komplemen sembilan ditambah 1"

*Lihat contoh nyatanya!*

|                    |     |     |                          |
|--------------------|-----|-----|--------------------------|
| 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 menjadikannya jumlah = 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.


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

Analogi yang bisa diambil dari perhitungan komplemen di atas adalah, komplemen satu dari bilangan biner diperoleh dengan jalan mengurangkan 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. Perhatikan 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  | 110001  | 110001  |
| 001010  | 110101  | 110110  |
| ----- - | ----- + | ----- + |
| 100111  | 100111  | 1100111 |


 → dihilangkan!

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

### C. Sistem Oktal dan Heksa Desimal

Bilangan oktal adalah bilangan dasar 8, sedangkan bilangan heksadesimal atau sering disingkat menjadi heks.

ini adalah bilangan berbasis 16. Karena oktal dan heks ini merupakan pangkat dari dua, maka mereka memiliki hubungan yang sangat erat. oktal dan heksadesimal berkaitan dengan prinsip biner!

1. Ubahlah bilangan oktal 63058 menjadi bilangan biner!

|     |     |     |     |         |
|-----|-----|-----|-----|---------|
| 6   | 3   | 0   | 5   | → oktal |
| 110 | 011 | 000 | 101 | → biner |

*Note:*

- Masing-masing digit oktal diganti dengan ekivalens 3 bit (biner)
- Untuk lebih jelasnya lihat tabel Digit Oktal di bawah!

2. Ubahlah bilangan heks 5D9316 menjadi bilangan biner

|      |         |
|------|---------|
| heks | → biner |
| 5    | → 0101  |
| D    | → 1101  |
| 9    | → 1001  |
| 3    | → 0011  |

*Note:*

- Jadi bilangan biner untuk heks 5D9316 adalah 0101110110010011
- Untuk lebih jelasnya lihat tabel Digit Heksadesimal di bawah

3. Ubahlah *bilangan biner* 1010100001101 menjadi *bilangan oktal*

001      010      100      001      101                      → biner

3          2          4          1          5                              → oktal

*Note:*

- Kelompokkan bilangan biner yang bersangkutan menjadi 3-bit mulai dari kanan!

4. Ubahlah *bilangan biner* 101101011011001011 menjadi *bilangan heks* !

0010      1101      0110      1100      1011      → biner

2          D          6          C          B                      → heks

Tabel Digit Oktal

| Digit Oktal | Ekivalens 3-Bit |
|-------------|-----------------|
| 0           | 000             |
| 1           | 001             |
| 2           | 010             |
| 3           | 011             |
| 4           | 100             |
| 5           | 101             |
| 6           | 110             |
| 7           | 111             |

**Tabel Digit Heksadesimal**

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

**Materi Latihan :**

1. Ubalah  $AECDAAFE_{16} = \dots\dots_2$
2.  $10111111010101001101010101001011_2 = \dots\dots\dots_{16}$
3.  $101010 \times 101010$

