

Pendahuluan

Aritmatika Komputer

Taufiq Ismail, S.T., M.Cs.

taufiq.ismail@tif.uad.ac.id

Ali Tarmuji, S.T., M.Cs.

alitarmuji@tif.uad.ac.id

Ahmad Azhari, S.Kom., M.Eng.

ahmad.azhari@tif.uad.ac.id

Tujuan

- a) Mengetahui pengertian *Arithmetic And Logic Unit* (ALU)
- b) Mengetahui definisi dari konversi bilangan serta hitungan konversi bilangan
- c) Mengetahui proses aritmatika dan logika pada CPU

ALU (Arithemtic And Logic Unit)

- ***Arithmetic Logic Unit*** (ALU) adalah salah satu bagian dalam dari sebuah mikroprosesor yang berfungsi untuk melakukan operasi hitungan aritmatika dan logika.
- Tujuan ALU adalah melakukan keputusan dari operasi logika sesuai dengan instruksi program.

ALU (Arithmetic And Logic Unit)

- Proses ALU merupakan instruksi atau perintah yang dikerjakan oleh computer untuk menjalankan operasi data secara aritmatika dan logika yang dilakukan pada data.
- Selama proses data, data diubah bentuk, urutan, dan strukturnya sehingga mendapatkan hasilnya. Setelah itu hasil tersebut disimpan didalam data. Dalam komputer-komputer modern, kedua unit ini terletak dalam satu sirkuit terpadu (IC – Integrated Circuit), yang biasanya disebut CPU (Central Processing Unit).

Konversi Bilangan

- **Konversi bilangan** adalah suatu proses dimana satu system bilangan dengan basis tertentu akan dijadikan bilangan dengan basis yang lain.
- Sistem Bilangan terdiri dari 4 antara lain :
 - 1. Desimal (Basis 10)** adalah Sistem Bilangan yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sistem bilangan desimal menggunakan basis 10 dan menggunakan 10 macam simbol bilangan yaitu : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9.
 - 2. Biner (Basis 2)** adalah Sistem Bilangan yang terdiri dari 2 simbol yaitu 0 dan 1.

Konversi Bilangan

- 3. Oktal (Basis 8)** adalah Sistem Bilangan yang terdiri dari 8 Simbol yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- 4. Hexadesimal (Basis 16)**, Hexa berarti 6 dan Desimal berarti 10 adalah Sistem Bilangan yang terdiri dari 16 simbol yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A(10), B(11), C(12), D(13), E(14), F(15). Pada Sistem Bilangan Hexadesimal memadukan 2 unsur yaitu angka dan huruf. Huruf **A** mewakili angka **10**, **B** mewakili angka **11** dan seterusnya sampai Huruf **F** mewakili angka **15**.

Konversi Bilangan

Decimal (\times_{10})	Biner (\times_2)	Octal (\times_8)	Hexa (\times_{16})
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
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

Bilangan Desimal

Aritmatika Bilangan Desimal

a. Penjumlahan

misal : 123
 356
 ----- +
 479

b. Pengurangan

misal : 479
 123
 ----- +
 356

c. Perkalian

misal : 25
 10
 ---- x
 00
 25
 ----- +
 250

Konversi Bilangan Desimal

Konversi Bilangan dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut.

1. Konversi dari bilangan Desimal ke biner
2. Konversi bilangan Desimal ke Oktal
3. Konversi bilangan Desimal ke Hexadesimal

Konversi dari bilangan Desimal ke biner

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

Konversi dari bilangan Desimal ke biner

Contoh :

$$254_{10} = \dots\dots\dots_2$$

$$254 : 2 = 127 \text{ sisa } 0$$

$$127 : 2 = 63 \text{ sisa } 1$$

$$63 : 2 = 31 \text{ sisa } 1$$

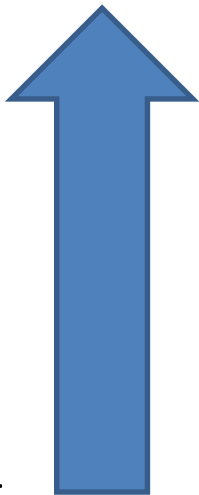
$$31 : 2 = 15 \text{ sisa } 1$$

$$15 : 2 = 7 \text{ sisa } 1$$

$$7 : 2 = 3 \text{ sisa } 1$$

$$3 : 2 = 1 \text{ sisa } 1$$

$$1 : 2 = 0 \text{ sisa } 1$$



- Jadi $254_{10} = 11111110_2$ diurutkan dari sisa pembagian terakhir sebagai MSB (Most Significant Bit)

Konversi bilangan Desimal ke Oktal

Yaitu dengan cara membagi bilangan desimal dengan 8 kemudian diambil sisa pembagiannya.

Konversi bilangan Desimal ke Oktal

Contoh :

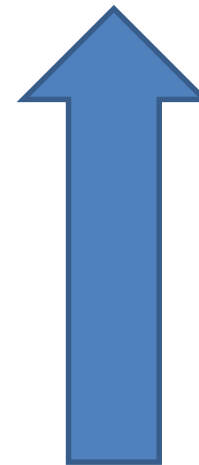
$1368 : 8 = 171$, sisa 0 (akhir)

$171 : 8 = 21$, sisa 3

$21 : 8 = 2$, sisa 5

$2 : 8 = 0$, sisa 2 (awal)

jadi $1368_{10} = 2530_8$



Konversi Oktal Ke Desimal

$$001_8 = \dots_{10}$$

Caranya:

$$\begin{aligned} 001_8 &= 0 \times 8^0 + 0 \times 8^1 + 1 \times 8^2 \\ &= (0) + (0) + (64) \\ &= 64_{10} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } 001_8 = 64_{10}$$

Konversi bilangan Desimal ke Hexadesimal

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

Konversi bilangan Desimal ke Hexadesimal

- Contoh :

$$3888_{10} = \dots_{16}$$

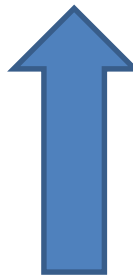
Caranya:

$$3888 : 16 = 243 \text{ sisa } 0$$

$$243 : 16 = 15 \text{ sisa } 3$$

$$15 : 16 = 0 \text{ sisa } 15$$

$$0 : 16 = 0$$



(ingat 15 diganti dengan F)

$$\text{Sehingga } 3888_{10} = \text{F30}_{16}$$

Konversi bilangan Hexadesimal ke Desimal

$$B6A_{16} = \dots_{10}$$

Caranya:

$$\begin{aligned} B6A &= (11 \times 16^0) + (6 \times 16^1) + (10 \times 16^2) \\ &= (176) + (96) + (2560) \\ &= 2832_{10} \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga } B6A_{16} = 2832_{10}$$

Bilangan Biner

Aritmatika Bilangan Biner

a. Penjumlahan

penjumlahan bilangan biner tentu saja berbeda dengan penjumlahan bilangan desimal sebelumnya, ada beberapa aturan dalam penjumlahan bilangan biner, yaitu:

- $0 + 0 = 0$
- $0 + 1 = 1 + 0 = 1$
- $1 + 1 = 10$ (1 akan berupa carry bila penjumlahan belum selesai)
- $1 + 1 + 1 = 11$ (1 akan berupa carry bila penjumlahan belum selesai)

Penjumlahan Bilangan Biner

- Contoh Penjumlahan Bilangan Biner

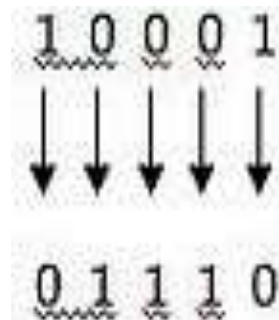
$$\begin{array}{r} 111 \\ 11011 \\ 11011 \\ \hline 110110 \end{array} + \begin{array}{r} 111 \\ 11,011 \\ 10,110 \\ \hline 110,001 \end{array}$$

Pengurangan Bilangan Biner

dalam bilangan biner ada dua cara dalam pengurangan yaitu dengan 1s complement atau 2s complement

Pengurangan Bilangan Biner

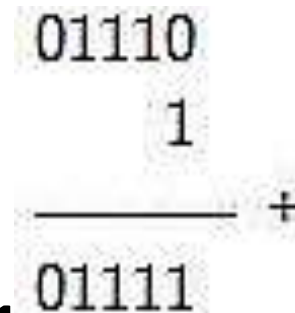
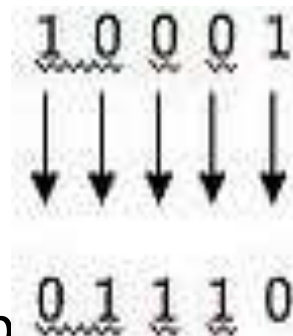
- **1s complement** adalah suatu cara untuk membalikkan bilangan negatif menjadi positif (karena sebetulnya dalam bahasa komputer tidak dikenali pengurangan) sehingga pengurangan ini menjadi penjumlahan. 1s complement dari suatu bilangan dilakukan dengan mengubah 0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0.
- Misalnya:



Pengurangan Bilangan Biner

- **2s complement** kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan 1s complement yaitu membuat suatu bilangan negatif menjadi positif, namun cara 2s complement agak sedikit berbeda yaitu 1s complement yang ditambah dengan 1.

- Misalnya: Kemudian



- jadi 2s complement dari **10001** adalah **01111** dan 1s complement-nya adalah **01110**.

Pengurangan Bilangan Biner

- sekarang mari kita beralih ke aplikasi 1s complement dan 2s complement dalam pengurangan bilangan biner.

contoh :

dengan 2s complement hitunglah $(10101_2 - 10001_2)$ dan $(10001_2 - 10101_2)$.

1. bilangan pengurang yaitu 10001 diubah ke 2s complement-nya yaitu 01111, kemudian layaknya seperti penjumlahan biner:

$$\begin{array}{r} 10101 \\ 01111 \\ \hline 100100 \end{array} +$$

*perhatikan angka 1 yang diberi warna merah itu adalah carrier (siswa simpanan akhir) dengan metode 2s complement bila ditemukan hal seperti itu maka hasil pengurangan pada contoh diatas adalah **100***

Pengurangan Bilangan Biner

2. bilangan pengurang yaitu 10101 diubah ke 2s complement-nya yaitu 01011, kemudian layaknya seperti penjumlahan biner:

$$\begin{array}{r} 10001 \\ 01011 \\ \hline 011100 \end{array} +$$

*perhatikan angka 0 yang diberi warna merah dengan metode 2s complement bila ditemukan hal seperti itu (tidak ada carrier) maka hasil pengurangan pada contoh diatas maka **11100** di 2s complement-kan menjadi **00100**, jadi hasil akhir dari contoh soal kedua ini adalah **-100**.*

konversi bilangan biner

- **konversi biner ke desimal**

caranya dengan menjumlahkan hasil hasil perkalian setiap digit pada biner (0 atau 1) dengan bilangan pangkat 2, pangkat 2 ini ditentukan oleh posisi bilangan. Agar lebih jelas langsung saja ke contoh berikut:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 0 & 1 & _2 & = & (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) = 8 + 4 + 1 = 13_{10} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & & \\ & & & & & & 3 \ 2 \ 1 \ 0 \end{array}$$

konversi bilangan biner

kemudian contoh berikut untuk bilangan biner yang berkoma:

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & , & 0 & 1 & _2 & = (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (0 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-2}) = 2 + 1 + 0,25 = 3,25_{10} \\ \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & & \\ & & & 1 & 0 & -1 & -2 \end{array}$$

konversi bilangan biner

b. konversi biner ke octal

- konversi ini dilakukan dengan membagi setiap 3 digit bilangan biner dimulai dari LSB / Least Significant Bit (bit paling belakang) kemudian diubah ke desimal, bila ada digit yang tidak berjumlah 3 digit maka ditambahkan 0 pada MSB / Most Significant Bit (bit paling depan).
- Misalnya:

$$11011_2 \longrightarrow \underbrace{011}_3 \underbrace{011}_3 = 33_8$$

$$101110_2 \longrightarrow \underbrace{101}_5 \underbrace{110}_6 = 56_8$$

konversi bilangan biner

c. konversi biner ke hexadecimal

- konversi biner ke hexa, caranya sama dengan ke octal hanya saja bilangan biner tersebut dibagi menjadi 4 digit.
- Contoh:

$$101110_2 \longrightarrow \begin{array}{cc} \underline{0010} & \underline{1110} \\ 2 & E \end{array} = 2E_{16}$$

E (14 desimal)

$$10101110_2 \longrightarrow \begin{array}{cc} \underline{1010} & \underline{1110} \\ A & E \end{array} = AE_{16}$$

E (14 desimal)
(10 desimal)

Bilangan Hexadesimal

Aritmatika Bilangan Hexa

a. penjumlahan

penjumlahan pada bilangan hexa, ibarat 2 kali kerja karena selain menjumlahkan harus dikonversi juga.

Misalnya:

$$5_{16} + 2_{16} = 7_{16}$$

ini adalah salah satu contoh simpel dari penjumlahan hexa, karena tidak diperlukan konversi

Aritmatika Bilangan Hexa

contoh lain:

$$8_{16} + 2_{16} = A_{16} \text{ (10 desimal)}$$

$$A_{16} + B_{16} = 21_{10} = 15_{16}$$

berikut contoh lain yg agak rumit:

$$\begin{array}{r} 1A \\ 21 \\ \hline 3B \end{array} + \longrightarrow A_{16} = 10_{10} \longrightarrow 10 + 1 = 11 = B_{16}$$

carrier.

Aritmatika Bilangan Hexa

$$\begin{array}{r} 1 \\ 28 \\ 18 \\ \hline 40 \end{array} + \quad \longrightarrow \quad 8 + 8 = 16_{10} = 10_{16}$$

contoh diatas merupakan contoh penjumlahan hexa 2 digit, dengan carrier.

Aritmatika Bilangan Hexa

$$\begin{array}{r} 512 \\ 21A \\ \hline 72C \end{array} \longrightarrow A_{16} = 10_{10} \rightarrow 2 + 10 = 12_{10} = C_{16}$$

contoh diatas merupakan contoh penjumlahan hexa 3 digit, tanpa carrier.

Aritmatika Bilangan Hexa

$$\begin{array}{r} 1 \\ 218 \\ 2BC \\ \hline + \\ 7D4 \end{array}$$

Diagram illustrating the addition of two 3-digit hexadecimal numbers with a carry:

- Carry: $C_{16} = 12_{16} \rightarrow 12 + 8 = 20_{10} = 14_{16}$
- Sum: $B_{16} = 11_{10} \rightarrow 11 + 2 = 13 = D_{16}$

contoh diatas merupakan contoh penjumlahan hexa 3 digit, dengan carrier.

Aritmatika Bilangan Hexa

b. pengurangan

contoh dari penjumlahan tadi :

$$A_{16} - 2_{16} = 8_{16} \longrightarrow 10_{16} = 10 \text{ desimal}$$

$$15_{16} - B_{16} = A_{16} \longrightarrow 15_{16} = 21 \text{ desimal}, B_{16} = 11 \text{ desimal}$$

contoh berikutnya:

3B

1A

—

21

-



$$B_{16} = 11_{10}, A_{16} = 10_{10} \rightarrow 11 - 10 = \underline{1} = 1_{16}$$

Latihan

1. Konversikan bilangan-bilangan berikut :
 - a. $83_{(10)} = \dots (2)$
 - b. $11010001_{(2)} = \dots (10)$
 - c. $1330_{(8)} = \dots (10) = \dots (16)$
2. Kerjakan penjumlahan dan pengurangan berikut, dengan men-konversi ke dalam bentuk biner 8 bit terlebih dahulu
 - a. $(+6) + (+3)$ dan $(-6) + (+3)$
 - b. $(+7) - (+5)$
3. $12C + 3A1$
4. Ubahlah kedalam biner dari kata 'STMIK'

- Konverikan bilangan 1916 (desimal) ke bilangan biner