



Solusi Tutorial 1

Pengantar Sistem Digital

2023-2024 Gasal

RBN

Petunjuk Pengerjaan

- Silahkan mengerjakan soal ini sebagai latihan!
- Usahakan coba kerjakan soal sendiri lebih dahulu, baru lihat solusi atau bertanya kalau benar-benar stuck.
- Semangat semuanya! 🤗🤗🤗

Soal Tutorial

Rilis - 06/09/2023

1. Berapa banyak bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan bilangan desimal berikut ke dalam bilangan biner?
 - a. 58 = bit
 - b. 127 = bit
 - c. 514 = bit

Jawaban:

- a. $\lceil \log_2(58) \rceil = \lceil 5.86 \rceil = 6$ bit
- b. $\lceil \log_2(127) \rceil = \lceil 6.98 \rceil = 7$ bit
- c. $\lceil \log_2(514) \rceil = \lceil 9.006 \rceil = 10$ bit

2. Konversikan kode desimal berikut ini!

- a. $011001_{\text{BCD}} = \dots\dots\dots \text{Excess-3}$
- b. $1101011_{\text{Excess-3}} = \dots\dots\dots 2,4,2,1$
- c. $110010_{2,4,2,1} = \dots\dots\dots 8,4,-2,-1$

Jawaban:

- a. $011001_{\text{BCD}} = 0001_{\text{BCD}} \quad 1001_{\text{BCD}}$
 $\quad \quad \quad 1_{10} \quad \quad \quad 9_{10}$
 $\quad \quad \quad +3_{10} \quad \quad \quad +3_{10}$
 $\quad \quad \quad =4_{10} \quad \quad \quad =12_{10}$
 $\quad \quad \quad 0100_{\text{Excess-3}} \quad 1100_{\text{Excess-3}}$

Didapat $011001_{\text{BCD}} = 01001100_{\text{Excess-3}}$ atau $1001100_{\text{Excess-3}}$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{b. } 1101011_{\text{Excess-3}} & = & 0110_{\text{Excess-3}} \quad 1011_{\text{Excess-3}} \\
 & & 6_{10} \quad 11_{10} \\
 & & -3_{10} \quad -3_{10} \\
 & & = 3_{10} \quad = 8_{10} \\
 & & 0011_{2,4,2,1} \quad 1110_{2,4,2,1}
 \end{array}$$

Didapat $1101011_{\text{Excess-3}} = 00111110_{2,4,2,1}$ atau $111110_{2,4,2,1}$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{c. } 110010_{2,4,2,1} & = & 0011_{2,4,2,1} \quad 0010_{2,4,2,1} \\
 & & 3_{10} \quad 2_{10} \\
 & & 0101_{8,4,-2,-1} \quad 0110_{8,4,-2,-1}
 \end{array}$$

Didapat $110010_{2,4,2,1} = 01010110_{8,4,-2,-1}$ atau $1010110_{8,4,-2,-1}$

3. Konversikan bilangan-bilangan biner di bawah ini dari Binary Code ke Gray Code dan sebaliknya!

a. $001110_2 = \dots\dots\dots_{\text{Gray}}$

b. $101100_{\text{Gray}} = \dots\dots\dots_2$

Jawaban:

a. Binary code \rightarrow Gray code

1. Pertahankan MSB

2. Dari kiri ke kanan, tambahkan setiap pasangan yang berdekatan dari bit Binary Code untuk mendapatkan bit Gray Code berikutnya, dengan membuang carry

$$\begin{array}{rcl}
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & \text{Binary} \\
 \downarrow & & & & & & \\
 0 & & & & & & \text{Gray}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0 & + & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & \text{Binary} \\
 & \downarrow & & & & & & \\
 0 & 0 & & & & & & \text{Gray}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0 & 0 & + & 1 & 1 & 1 & 0 & \text{Binary} \\
 & & \downarrow & & & & & \\
 0 & 0 & 1 & & & & & \text{Gray}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0 & 0 & 1 & + & 1 & 1 & 0 & \text{Binary} \\
 & & & \downarrow & & & & \\
 0 & 0 & 1 & 0 & & & & \text{Gray}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0 & 0 & 1 & 1 & + & 1 & 0 & \text{Binary} \\
 & & & & \downarrow & & & \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & & & \text{Gray}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & + & 0 & \text{Binary} \\
 & & & & & \downarrow & & \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & & \text{Gray}
 \end{array}$$

Didapat $001110_2 = 001001_{\text{Gray}}$

b. Gray code \rightarrow Binary code

1. Pertahankan MSB

2. Dari kiri ke kanan, tambahkan setiap bit Binary Code yang dihasilkan ke bit Gray Code di posisi berikutnya, dengan membuang carry

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 \downarrow & & & & & & \\
 1 & & & & & & \text{Binary}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 + \downarrow & & & & & & \\
 1 & 1 & & & & & \text{Binary}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 + \downarrow & & & & & & \\
 1 & 1 & 0 & & & & \text{Binary}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 + \downarrow & & & & & & \\
 1 & 1 & 0 & 1 & & & \text{Binary}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 + \downarrow & & & & & & \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & & \text{Binary}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \text{Gray} \\
 + \downarrow & & & & & & \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & \text{Binary}
 \end{array}$$

Didapat $101100_{\text{Gray}} = 110111_2$

4. Konversikan bilangan-bilangan berikut menjadi heksadesimal floating point IEEE-754 32-bit!
- 3114.5625
 - 246.25

Jawaban:

- a. 3114.5625

- Ubah bilangan ke dalam bilangan biner
 $3114.5625_{10} = 110000101010.1001_2$ (.1001 didapat dari $2^{-1} + 2^{-4} = 0.5625$)
- Ubah ke dalam bentuk scientific
 $1.100001010101001 \times 2^{11}$
- Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit
 Sign bit = **0** (karena positif)
 Biased Exponent bits = $127 + 11 = 138 = 10001010_2$
 Fraction bits = **100 0010 1010 1001 0000 0000**

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 1010	100 0010 1010 1001 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

- Konversikan menjadi heksadesimal
 $0100\ 0101\ 0100\ 0010\ 1010\ 1001\ 0000\ 0000 = \mathbf{0x4542A900}$

- b. -246.25

- Ubah bilangan ke dalam bilangan biner
 $246.25_{10} = -11110110.01_2$ (.01 didapat dari $2^{-2} = 0.25$)
- Ubah ke dalam bentuk scientific
 1.111011001×2^7
- Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit
 Sign bit = **1** (karena negatif)
 Biased Exponent bits = $127 + 7 = 134 = 10000110_2$
 Fraction bits = **111 0110 0100 0000 0000 0000**

1 bit	8 bits	23 bits
1	1000 0110	111 0110 0100 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

- Konversikan menjadi heksadesimal
 $1100\ 0011\ 0111\ 0110\ 0100\ 0000\ 0000\ 0000 = \mathbf{0xC3764000}$

5. Konversikan bilangan IEEE 754 32-bit heksadesimal berikut menjadi desimal!
- 0x44F7C400
 - 0xC3935000

Jawaban:

a. 0x44F7C400

1. Ubah ke dalam bentuk biner

0x44F7C400 = 0100 0100 1111 0111 1100 0100 0000 0000

2. Kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 1001	111 0111 1100 0100 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

3. Rincikan hasil dari pengelompokan

Sign bit = **0** -> **Positif**Biased Exponent bits -> **1000 1001 = 137** -> **137 - 127 = 10**Fraction = **111 0111 1100 0100 0000 0000**

4. Konstruksi bilangan desimal dari rincian yang didapat

Bilangan biner yang didapat:

 $1.111011111000100000000000 \times 2^{10} = 11110111110.001_2$

Ubah ke bilangan desimal:

 $11110111110.001_2 = 1982.125_{10}$

b. 0xC3935000

1. Ubah ke dalam bentuk biner

0xC3935000 = 1100 0011 1001 0011 0101 0000 0000 0000

2. Kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

1 bit	8 bits	23 bits
1	1000 0111	001 0011 0101 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

3. Rincikan hasil dari pengelompokan

Sign bit = **1** -> **Negatif**Biased Exponent bits -> **1000 0111 = 135** -> **135 - 127 = 8**Fraction = **001 0011 0101 0000 0000 0000**

4. Konstruksi bilangan desimal dari rincian yang didapat

Bilangan biner yang didapat:

 $1.00100110.1010000000000000 \times 2^8 = 100100110.101_2$

Ubah ke bilangan desimal:

 $100100110.101_2 = -294.625_{10}$

6. Lakukan operasi aritmatika terhadap IEEE 754 32-bit heksadesimal berikut dan tuliskan hasilnya dalam IEEE 754 32-bit heksadesimal!

- $0x42B88000 + 0xC23E0000$
- $0x4381A000 - 0x43E65000$
- $0x41880000 * 0xC2580000$
- $0xC2F00000 / 0x41400000$

Jawaban:

- $0x42B88000 + 0xC23E0000$

- Ubah ke biner dan kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

$$N1 = 0x42B88000 = 0100\ 0010\ 1011\ 1000\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000$$

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 0101	011 1000 1000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

$$N2 = 0xC23E0000 = 1100\ 0010\ 0011\ 1110\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$$

1 bit	8 bits	23 bits
1	1000 0100	011 1110 0000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

- Samakan exponent dengan shifting

$$N1 = 1000\ 0101 = 133 - 127 = 6 \rightarrow -1.01110001 \times 2^6$$

$$N2 = 1000\ 0100 = 132 - 127 = 5 \rightarrow 1.011111 \times 2^5 \rightarrow 0.1011111 \times 2^6$$

- Lakukan operasi aritmatika

Karena N2 negatif, dilakukan operasi $N1 - N2$

$$1.01110001 \times 2^6$$

$$0.1011111 \times 2^6$$

$$0.10110011 \times 2^6$$

- Ubah ke dalam bentuk scientific

$$0.10110011 \times 2^6 \rightarrow 1.0110011 \times 2^5$$

- Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit

Sign bit = **0** (karena positif)

$$\text{Biased Exponent bits} = 127 + 5 = 132 = \mathbf{1000\ 0100}$$

$$\text{Fraction bits} = \mathbf{011\ 0011\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000}$$

6. Ubah ke dalam heksadesimal

0100 | 0010 | 0011 | 0011 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000
4 2 3 3 0 0 0 0
0x42330000

- b. 0x4381A000 - 0x43E65000

1. Ubah ke biner dan kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

N1 = 0x4381A000 = 0100 0011 1000 0001 1010 0000 0000 0000

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 0111	000 0001 1010 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

N2 = 0x43E65000 = 0100 0011 1110 0110 0101 0000 0000 0000

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 0111	110 0110 0101 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

2. Samakan exponent dengan shifting

N1 = 1000 0111 = 135 - 127 = 8 → 1.0000001101×2^8

N2 = 1000 0111 = 135 - 127 = 8 → 1.11001100101×2^8

Exponent sudah sama

3. Lakukan operasi aritmatika

Dilakukan operasi N1-N2

1.0000001101×2^8

1.11001100101×2^8

$-0.11001001011 \times 2^8$

4. Ubah ke dalam bentuk scientific

$0.11001001011 \times 2^8 \rightarrow 1.1001001011 \times 2^7$

5. Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit

Sign bit = **1** (karena negatif)

Biased Exponent bits = $127 + 7 = 134 = \mathbf{1000\ 0110}$

Fraction bits = **100 1001 0110 0000 0000 0000**

6. Ubah ke dalam heksadesimal

1100 | 0011 | 0100 | 1001 | 0110 | 0000 | 0000 | 0000
C 3 4 9 6 0 0 0
0xC3496000

- c. $0x41880000 * 0xC2580000$

1. Ubah ke biner dan kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

$N1 = 0x41880000 = 0100\ 0001\ 1000\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 0011	000 1000 0000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

$N2 = 0xC2580000 = 1100\ 0010\ 0101\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

1 bit	8 bits	23 bits
1	1000 0100	101 1000 0000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

2. Ubah ke dalam bentuk Mantissa

$N1 = 1000\ 0011 = 131 - 127 = 4 \rightarrow 1.0001 \times 2^4$

$N2 = 1000\ 0100 = 132 - 127 = 5 \rightarrow 1.1011 \times 2^5$

3. Lakukan operasi aritmatika

Dilakukan operasi $N1 * N2$. Pada operasi perkalian, exponent dijumlahkan.

1.0001×2^4
 1.1011×2^5
 ----- *
 10001
 10001
 00000
 10001
 10001
 ----- +
 $1.11001011 \times 2^{(4+5)}$

4. Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit

Sign bit = **1** (karena negatif, perkalian positif dengan negatif menghasilkan negatif)

Biased Exponent bits = $127 + 9 = 136 = \mathbf{1000\ 1000}$

Fraction bits = **110 0101 1000 0000 0000 0000**

5. Ubah ke dalam heksadesimal

1100 | 0100 | 0110 | 0101 | 1000 | 0000 | 0000 | 0000
C 4 6 5 8 0 0 0
0xC4658000

- d. 0xC2F00000 / 0x41400000

1. Ubah ke biner dan kelompokkan bit ke dalam sign, exponent, dan fraction bits

N1 = 0xC2F00000 = 1100 0010 1111 0000 0000 0000 0000 0000

1 bit	8 bits	23 bits
1	1000 0101	111 0000 0000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

N2 = 0x41000000 = 0100 0001 0100 0000 0000 0000 0000 0000

1 bit	8 bits	23 bits
0	1000 0010	100 0000 0000 0000 0000 0000
Sign	Exponent	Fraction

2. Ubah ke dalam bentuk Mantissa

N1 = 1000 0101 = 133 - 127 = 6 -> 1.111×2^6

N2 = 1000 0010 = 130 - 127 = 3 -> 1.1×2^3

3. Lakukan operasi aritmatika

Dilakukan operasi N1/N2

N1 = $1.111 \times 2^6 = 1111 \times 2^3$

N2 = $1.1 \times 2^3 = 11 \times 2^2$

101

11 / 1111

11

0011

00

0011

11

0

N1/N2 = $101 \times 2^{(3-2)} = 1.01 \times 2^3$

4. Memasukkan sign, exponent, dan fraction bit

Sign bit = **1** (karena negatif, pembagian negatif dengan positif menghasilkan negatif)

Biased Exponent bits = $127 + 3 = 130 = \mathbf{1000\ 0010}$

Fraction bits = **010 0000 0000 0000 0000 0000**

5. Ubah ke dalam heksadesimal

1100 | 0001 | 0010 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000
C 1 2 0 0 0 0 0
0xC1200000

7. Diterima Hamming code dengan even-parity bit 100011100101111, periksalah apakah terdapat error pada kode tersebut! Jika ya, tentukan pada bit ke berapa error tersebut berada kemudian tuliskan perbaikan kode tersebut dalam heksadesimal. Jika tidak, ubahlah data bit dari kode tersebut ke dalam bentuk heksadesimal. (Perhitungan urutan bit dimulai dari LSB).

Jawaban:

Diketahui bahwa pemeriksaan error menggunakan **even-parity bits**. Lalu, posisi bit pertama berada pada **Least Significant Bit/LSB**. Berikut pemeriksaan even parity bit-nya:

Bit ke-	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	
Parity bit position 1	5				4		3						2		1	Jumlah bit '1' = 5 (odd)
Parity bit position 2	6				5	4				3			2	1		Jumlah bit '1' = 6 (even)
Parity bit position 4	3									2		1				Jumlah bit '1' = 3 (odd)
Parity bit position 8	4				3	2	1									Jumlah bit '1' = 4 (even)

Karena pada parity bits 1 dan 4 jumlah bit '1' nya ganjil, maka kita dapatkan error terjadi pada **bit ke-5** ($1+4=5$). Sehingga, kode yang benar adalah **10001110011111 = 0x473F**