

BAB I

SISTEM BILANGAN

1.1. SISTEM BILANGAN BINER

Sistem bilangan biner adalah suatu sistem atau cara menghitung bilangan dengan hanya menggunakan dua simbol angka yaitu **0** dan **1**, bilangan ini sering disebut dengan sistem bilangan berbasis 2 atau bilangan biner. Sistem bilangan biner digunakan untuk mempresentasikan alat yang mempunyai dua keadaan operasi yang dapat dioperasikan dalam dua keadaan ekstrim.

Contoh switch dalam keadaan terbuka atau tertutup, lampu pijar dalam keadaan terang atau gelap, dioda dalam keadaan menghantar atau tidak menghantar, transistor dalam keadaan cut off atau saturasi, fotosel dalam keadaan terang atau gelap, thermostat dalam keadaan terbuka atau tertutup, pita magnetik dalam keadaan magnet atau demagnet.

1.2. SISTEM BILANGAN DESIMAL

Sistem bilangan desimal adalah suatu sistem atau cara menghitung bilangan dengan menggunakan sepuluh simbol angka yaitu **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8** dan **9**. Bilangan ini sering disebut dengan sistem bilangan berbasis 10 atau desimal. Sistem bilangan desimal kurang cocok digunakan untuk sistem digital karena sulit merancang pesawat elektronik yang dapat bekerja dengan 10 level (tiap–tiap level menyatakan desimal mulai dari 0 hingga 9).

Sistem bilangan desimal adalah positional value system dimana nilai dari suatu digit tergantung dari posisinya. Nilai yang terdapat pada tabel 1.1, yaitu A disebut satuan, B disebut puluhan, C disebut ratusan dan seterusnya.

Kolom A, B dan C menunjukkan kenaikan pada eksponen dengan basis 10 yaitu **10^n** yaitu $10^0 = 1$, $10^1 = 10$ dan $10^2 = 100$. Dengan cara yang sama, setiap kolom pada bilangan biner yang berbasis 2 atau 2^n , menunjukkan eksponen dengan basis 2 yaitu $2^0 = 1$, $2^1 = 2$ dan $2^2 = 4$ dan seterusnya.

Tabel 1.1. Nilai bilangan desimal dan biner

Kolom Desimal			Kolom Biner		
C	B	A	C	B	A
$10^2 = 100$ (ratusan)	$10^1 = 10$ (puluhan)	$10^0 = 1$ (satuan)	$2^2 = 4$ (empatan)	$2^1 = 2$ (duaan)	$2^0 = 1$ (satuan)

Setiap digit biner disebut bit, bit paling kanan disebut least significant bit (**LSB**) dan bit paling kiri disebut most significant bit (**MSB**).

Untuk membedakan pada sistem yang berbeda digunakan subskrip. Sebagai contoh **9_{10}** menyatakan bilangan **9** tersebut merupakan sistem bilangan **desimal** dan **01101_2** menunjukkan bahwa bilangan **01101** merupakan sistem bilangan **biner**. Subskrip tersebut sering diabaikan jika sistem bilangan yang digunakan sudah jelas.

1.3. SISTEM BILANGAN OKTAL

Sistem bilangan oktal adalah suatu sistem atau cara menghitung bilangan dengan menggunakan delapan simbol angka yaitu **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6** dan **7**. Bilangan ini sering disebut dengan sistem bilangan berbasis 8 atau bilangan oktal. Sistem bilangan oktal sebagai alternatif

untuk menyederhanakan sistem pengkodean biner. Karena $8 = 2^3$ oleh karena itu 1 digit bilangan oktal dapat mewakili 3 digit bilangan biner. Contoh $27_8 = 010\ 111_2$.

1.4. SISTEM BILANGAN HEKSADESIMAL

Sistem bilangan heksadesimal adalah suatu sistem atau cara menghitung bilangan dengan menggunakan 16 simbol angka yaitu **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E dan F**. Bilangan ini sering disebut bilangan berbasis 16 atau bilangan heksadesimal. Identik dengan sistem bilangan oktal, sistem bilangan heksadesimal juga digunakan untuk alternatif penyederhanaan sistem pengkodean bilangan biner. Karena $16 = 2^4$, maka 1 digit bilangan heksadesimal dapat mewakili empat digit bilangan biner. Contoh $2B_{16} = 0010\ 1011_2$

1.5. KONVERSI BILANGAN DESIMAL KE BINER

Cara untuk mengubah bilangan desimal ke biner adalah dengan membagi bilangan desimal yang akan diubah, secara berturut-turut dengan pembagi 2. Dengan memperhatikan sisa pembagiannya. Sisa pembagian akan bernilai 0 atau 1 yang akan membentuk bilangan biner dengan sisa yang terakhir menunjukkan MSB nya. Sebagai contoh untuk mengubah bilangan desimal 52_{10} menjadi bilangan biner, maka perhatikan langkah-langkah berikut ini :

$\frac{52}{2}$	=	26, sisa 0 (LSB)
$\frac{26}{2}$	=	13, sisa 0
$\frac{13}{2}$	=	6, sisa 1
$\frac{6}{2}$	=	3, sisa 0
$\frac{3}{2}$	=	1, sisa 1
$\frac{1}{2}$	=	0, sisa 1 (MSB)

Sehingga bilangan desimal $52_{10} = 110100_2$. Cara di atas juga bisa digunakan untuk mengubah sistem bilangan yang lain, yaitu oktal atau heksadesimal.

1.6. KONVERSI BILANGAN DESIMAL KE OKTAL

Teknik pembagian yang berurutan dapat digunakan untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan oktal. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut – turut dibagi dengan 8 dan sisa pembagiannya harus selalu dicatat. Sebagai contoh untuk mengubah bilangan 52_{10} ke oktal, berikut langkah-langkahnya :

$$\begin{array}{l} \frac{52}{8} = 6, \text{ sisa } \mathbf{4} \text{ (LSB)} \\ \frac{6}{8} = 0, \text{ sisa } \mathbf{6} \text{ (MSB)} \end{array}$$

Sehingga $52_{10} = 64_8$.

1.7. KONVERSI BILANGAN DESIMAL KE HEKSADESIMAL

Teknik pembagian yang berurutan dapat digunakan untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan heksadesimal. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut – turut dibagi dengan 16 dan sisa pembagiannya harus selalu dicatat. Sebagai contoh untuk mengubah bilangan 52_{10} ke heksadesimal, berikut langkah–langkahnya :

$$\begin{array}{l} \frac{52}{16} = 3, \text{ sisa } \mathbf{4} \text{ (LSB)} \\ \frac{3}{16} = 0, \text{ sisa } \mathbf{3} \text{ (MSB)} \end{array}$$

Sehingga $52_{10} = 34_{16}$.

1.8. KONVERSI BILANGAN BINER KE DESIMAL

Sistem bilangan biner adalah suatu sistem posisional dimana setiap bit (digit) bilangan biner mempunyai bobot tertentu berdasarkan posisinya terhadap titik nol bilangan biner. Contoh 110100_2 dapat dikonversikan ke bilangan desimal dengan cara menjumlahkan bobot dari masing–masing posisinya yang bernilai 1.

1	1	0	1	0	0	Biner
2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
32	16	8	4	2	1	
32	16	0	4	0	0	
$32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 0 = 52$						Desimal

1.9. KONVERSI BILANGAN OKTAL KE DESIMAL

Sistem bilangan oktal adalah suatu sistem posisional dimana setiap digit bilangan oktal mempunyai bobot tertentu berdasarkan posisinya terhadap titik nol bilangan oktal. Contoh 64_8 dapat dikonversikan ke bilangan desimal dengan cara menjumlahkan bobot dari masing–masing posisinya yang tidak bernilai 0.

6	4	Oktal
8^1	8^0	
8	1	
48	4	
$48 + 4 = 52$		Desimal

1.10. KONVERSI BILANGAN HEKSADesimal KE DESIMAL

Sistem bilangan heksadesimal adalah suatu sistem posisional dimana setiap digit bilangan heksadesimal mempunyai bobot tertentu berdasarkan posisinya terhadap titik nol bilangan heksadesimal. Contoh 34_8 dapat dikonversikan ke bilangan desimal dengan cara menjumlahkan bobot dari masing-masing posisinya yang tidak bernilai 0.

3	4	Heksadesimal
16^1	16^0	
16	1	
48	4	
$48 + 4 = 52$		Desimal

1.11. KONVERSI BILANGAN BINER KE OKTAL

Konversi dari bilangan biner ke bilangan oktal dilakukan dengan mengelompokkan setiap 3 digit biner dimulai dari digit yang paling kanan (LSB), kemudian setiap kelompok diubah secara terpisah ke dalam bilangan oktal.

Sebagai contoh, bilangan 11110011001_2 dapat dikelompokkan menjadi: $11\ 110\ 011\ 001$, sehingga:

11	=	3 (<i>MSB</i>)
110	=	6
011	=	3
001	=	1 (<i>LSB</i>)

Jadi bilangan biner $011\ 110\ 011\ 001_2 = 3631_8$

1.12. KONVERSI BILANGAN BINER KE HEKSADesimal

Konversi dari bilangan biner ke bilangan heksadesimal dilakukan dengan mengelompokkan setiap 4 digit biner dimulai dari digit yang paling kanan (LSB), kemudian setiap kelompok diubah secara terpisah ke dalam bilangan oktal.eksadesimal.

Sebagai contoh, bilangan 11110011001_2 dapat dikelompokkan menjadi: $111\ 1001\ 1001$, sehingga:

111	=	7 (MSB)
1001	=	9
1001	=	9 (LSB)

Jadi bilangan biner $11110011001_2 = 799_{16}$

1.13. KONVERSI BILANGAN OKTAL KE BINER

Konversi dari bilangan oktal ke bilangan biner dilakukan dengan cara mengubah setiap digit pada bilangan oktal secara terpisah menjadi ekuivalen 3 digit bilangan biner.

Sebagai contoh, bilangan 3631_8 dapat dikelompokkan menjadi: $3\ 6\ 3\ 1$, sehingga:

3	=	11 (MSB)
6	=	110
3	=	011
1	=	001 (LSB)

Jadi bilangan oktal $3631_8 = 11110011001_2$

1.14. KONVERSI BILANGAN HEKSADESIMAL KE BINER

Konversi dari bilangan heksadesimal ke bilangan biner dilakukan dengan cara mengubah setiap digit pada bilangan heksadesimal secara terpisah menjadi ekuivalen 4 digit bilangan biner.

Sebagai contoh, bilangan 799_{16} dapat dikelompokkan menjadi: $7\ 9\ 9$, sehingga:

7	=	111 (MSB)
9	=	1001
9	=	1001 (LSB)

Jadi bilangan heksadesimal $799_{16} = 11110011001_2$

1.15. KONVERSI BILANGAN OKTAL KE HEKSADESIMAL

Konversi dari bilangan oktal ke bilangan heksadesimal dapat dilakukan dengan cara setiap digit bilangan oktal dirubah menjadi bilangan biner terlebih dahulu. Sebagai contoh bilangan oktal 327_8 dapat diubah menjadi bilangan heksadesimal dengan cara merubah bilangan oktal tersebut ke bilangan biner 11010111 setelah itu dikelompokkan menjadi 4 digit bilangan biner $1101\ 0111$ kemudian baru dirubah menjadi bilangan heksadesimal $D7$.

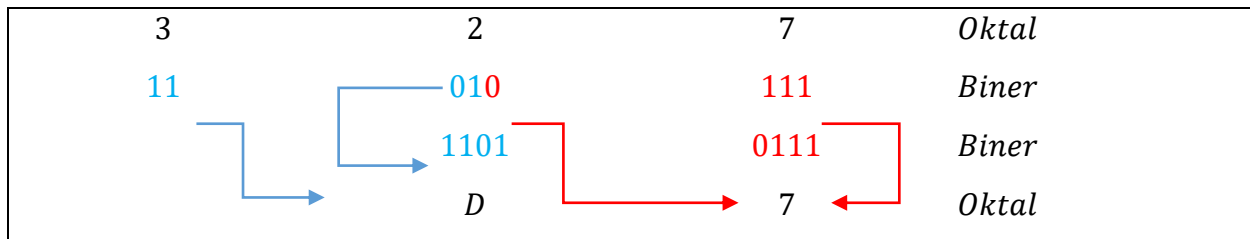
Konversi bilangan oktal ke biner :

3	=	11 (MSB)
2	=	010
7	=	111 (LSB)

Konversi bilangan biner ke heksadesima :

1101	=	D (MSB)
0111	=	7 (LSB)

Jadi bilangan oktal $327_8 = D7_{16}$



1.16. KONVERSI BILANGAN HEKSADESIMAL KE OKTAL

Konversi dari bilangan heksadesimal ke bilangan oktal dapat dilakukan dengan cara setiap digit bilangan heksadesimal dirubah menjadi bilangan biner terlebih dahulu. Sebagai contoh bilangan heksadesimal $D7_{16}$ dapat diubah menjadi bilangan oktal dengan cara merubah bilangan heksadesimal tersebut ke bilangan biner **1101 0111** setelah itu dikelompokkan menjadi 3 digit bilangan biner **011 101 111** kemudian baru dirubah menjadi bilangan oktal **327**.

Konversi bilangan heksadesimal ke biner :

D	=	1101 (MSB)
7	=	0111 (LSB)

Konversi bilangan biner ke oktal :

11	=	3 (MSB)
010	=	2
111	=	7 (LSB)

Jadi bilangan oktal $D7_{16} = 327_8$

D	7	Heksadesimal
1101	0111	Biner
11	010	Biner
3	2	Oktal

1.17. BILANGAN PECAHAN

Dalam sistem bilangan desimal, bilangan pecahan disajikan dengan menggunakan titik desimal. Digit–digit yang berada di sebelah kiri titik desimal mempunyai nilai eksponen yang semakin besar dan digit–digit yang berada di sebelah kanan titik desimal mempunyai nilai eksponen yang semakin kecil, sehingga :

$$\begin{aligned} 0.1_{10} &= \frac{1}{10^1} \\ 0.01_{10} &= \frac{1}{10^2} \\ 0.001_{10} &= \frac{1}{10^3} \end{aligned}$$

Cara yang sama juga bisa digunakan untuk menyajikan bilangan biner, oktal maupun heksadesimal pecahan, sehingga:

$0.1_2 = \frac{1}{2^1}$	$0.1_8 = \frac{1}{8^1}$	$0.1_{16} = \frac{1}{16^1}$
$0.01_2 = \frac{1}{2^2}$	$0.01_8 = \frac{1}{8^2}$	$0.01_{16} = \frac{1}{16^2}$
$0.001_2 = \frac{1}{2^3}$	$0.001_8 = \frac{1}{8^3}$	$0.001_{16} = \frac{1}{16^3}$

Sebagai contoh :

$$0.1101_2 = 1x2^{-1} + 1x2^{-2} + 0x2^{-3} + 1x2^{-4}$$

$$\frac{1}{2^1} + \frac{1}{2^2} + \frac{0}{2^3} + \frac{1}{2^4}$$

$$0.5 + 0.25 + 0 + 0.0625$$

$$0.8125_{10}$$

$$101.101_2 = 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 + 1x2^{-1} + 0x2^{-2} + 1x2^{-3}$$

$$1x4 + 0x2 + 1x1 + 1x0.5 + 0x0.25 + 1x0.125$$

$$5.625_{10}$$

$$17.45_8 = 1x8^1 + 7x8^0 + 4x8^{-1} + 5x8^{-2}$$

$$1x8 + 7x1 + 4x0.125 + 1x0.015625$$

$$15.515625_{10}$$

$$17.45_{16} = 1x16^1 + 7x16^0 + 4x16^{-1} + 5x16^{-2}$$

$$1x16 + 7x1 + 4x0.0625 + 1x0.00390625$$

$$23.25390625_{10}$$

1.18. SISTEM BILANGAN BCD

Rangkaian digital dan peralatan – peralatan digital pada umumnya menggunakan sistem bilangan biner dalam pengoperasiannya, sedangkan manusia lebih terbiasa dengan menggunakan sistem bilangan desimal. Selain itu, jumlah digit yang digunakan oleh sistem bilangan biner untuk mewakili suatu nilai lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah digit pada sistem bilangan desimal. Sebagai manusia, lebih mudah bagi kita untuk mengingat jumlah digit yang sedikit seperti pada bilangan desimal daripada harus mengingat jumlah digit yang banyak seperti pada bilangan biner.

Namun pada saat komunikasi antara rangkaian digital dengan penggunanya yaitu manusia diperlukan interface atau antarmuka yang dimengerti oleh kedua pihak (rangkaiannya digital dan manusia). Interface atau antarmuka tersebut biasanya akan menerima data dalam bentuk bilangan desimal kemudian rangkaian digital harus menggunakan beberapa kode biner agar dapat lebih mudah untuk mewakili bilangan tersebut. Kode yang digunakan untuk tujuan ini biasanya disebut dengan kode BCD (*Binary Coded Decimal*). Dalam kode BCD, setiap bilangan desimal diwakili oleh bilangan biner 4 bit, jadi dapat dikatakan bahwa kode BCD adalah sistem pengkodean biner dari angka desimal dimana setiap digit desimal diwakili oleh sejumlah bit, biasanya terdiri dari 4 bit.

1. Cara Konversi Bilangan Desimal ke Kode Bilangan BCD (*Binary Coded Decimal*)

Dalam proses konversinya, setiap dari bilangan desimal dikonversikan satu per satu menjadi 1 kelompok bilangan biner (4 bit) seperti contoh dibawah ini:

- Pertama, pisahkan angka desimal sesuai dengan botbotnya kemudian tuliskan kode BCD yang ekuivalen untuk mewakili setiap digit desimal yang bersangkutan..
- Konversikan bilangan desimal misalkan 489_{10} menjadi kode BCD.

$$4 = 0100$$

$$8 = 1000$$

$$9 = 1001$$

- Dengan demikian bilangan desimal 489_{10} bila dikonversikan ke bilangan BCD akan menjadi kode – kode 0100 1000 1001 atau **010010001001**_{BCD}

2. Cara Konversi Kode Bilangan BCD menjadi Bilangan Desimal

Untuk dapat mengkonversikan kode bilangan BCD ke bilangan desimal, cukup dengan membagikan bilangan biner ke dalam kelompok 4 bit kemudian tuliskan angka bilangan desimal yang diwakilkan oleh masing – masing kelompok 4 bit tersebut.

- a. Misalkan konversikan kode bilangan BCD 1001 0011 menjadi bilangan desimal.

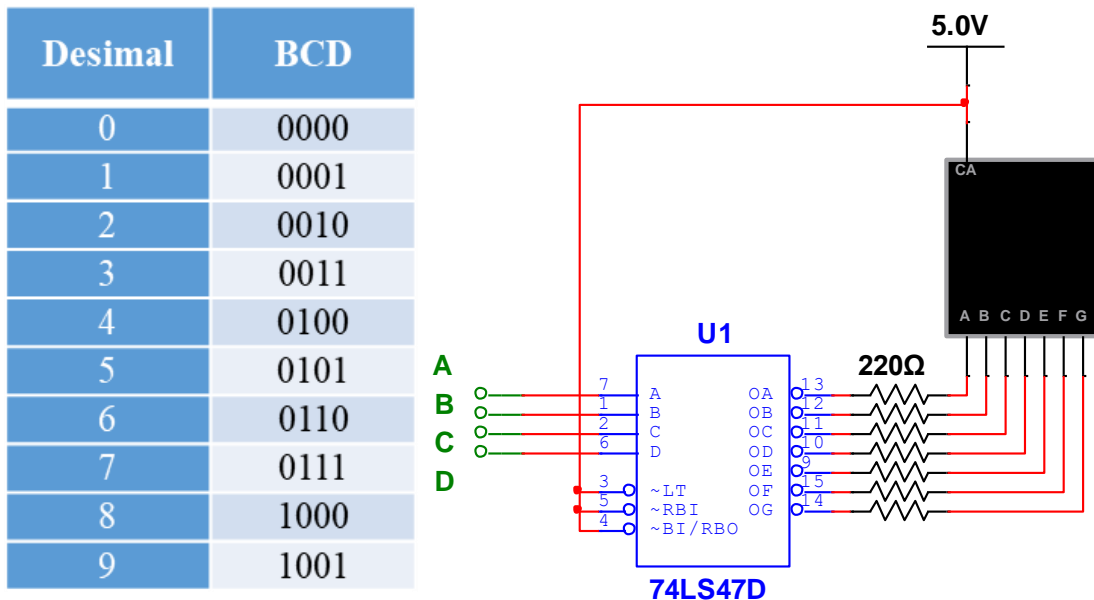
Bilangan BCD **1001** **0011**

Bilangan Desimal **9** **3**

- b. Jadi kode bilangan BCD 1001 0011 akan dikonversikan menjadi bilangan desimal menjadi 93_{10} atau $(\mathbf{10010011}_{BCD} = \mathbf{93}_{10})$

Cara pengkonversian ini sedikit berbeda dengan cara konversi bilangan desimal ke bilangan biner pada umumnya.

Nilai tertinggi dari suatu bilangan desimal adalah angka 9 yang diwakilkan oleh bilangan biner 1001. Dengan demikian, hanya bilangan biner 4 bit dari 0000 hingga 1001 yang digunakan. Tabel dibawah ini menunjukkan kode BCD. Masing – masing digit desimal 0 hingga 9 diwakili oleh bilangan biner ekuivalennya. Karena 1 digit bilangan desimal mencapai nilai tertinggi yaitu angka 9, maka diperlukan 4 bit untuk pengkodean BCD – nya.



Gambar 1.1. Contoh penerapan konversi kode bilangan BCD ke bilangan desimal

Perlu diketahui bahwa setiap digit desimal pasti diberikan 4 bit bilangan biner, meskipun bilangan desimal yang diwakilinya kurang dari 4 bit bilangan biner (contoh bilangan desimal 2 adalah sama dengan bilangan biner 0010). Dengan cara ini, rangkaian digital yang menggunakan kode BCD selalu menangani 1 kelompok bilangan biner yang terdiri dari 4 bit bilangan biner.

Bila menggunakan kode BCD, perlu diingat bahwa semua angka 0 haru dipertahankan, hal ini berbeda dengan bilangan biner yang dapat menghilangkan angka 0 didepannya.

Kode BCD ini digunakan apabila diperlukannya transfer informasi desimal masuk dan keluar dari rangkaian atau peralatan digital. Contoh rangkaian atau peralatan tersebut diantaranya seperti jam digital, kalkulator, multimeter digital dan pencacah frekuensi (*frequency counter*).

1.19. SISTEM BILANGAN BCD

1. Ubahlah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan desimal
 - a. 110
 - b. 1110
 - c. 10101
 - d. 101101
 - e. 111111
2. Ubah bilangan desimal berikut ini menjadi bilangan biner
 - a. 5
 - b. 17
 - c. 42
 - d. 31
 - e. 47
3. Ubah bilangan oktal berikut ini menjadi bilangan desimal
 - a. 32
 - b. 57
 - c. 213
 - d. 156
 - e. 256
4. Ubah bilangan desimal berikut ini menjadi bilangan oktal
 - a. 28
 - b. 137
 - c. 351
 - d. 629
 - e. 1708
5. Ubah bilangan oktal berikut ini menjadi bilangan biner
 - a. 27
 - b. 210
 - c. 555
 - d. 6543
 - e. 1024
6. Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan oktal
 - a. 010
 - b. 110011
 - c. 1011001
 - d. 1010111000

- e. 10110011101
- 7. Ubah bilangan heksadesimal berikut ini menjadi bilangan biner
 - a. 2A
 - b. 8D
 - c. C09
 - d. EF2
 - e. FFF
- 8. Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan heksadesimal
 - a. 11010110
 - b. 110010
 - c. 10010111111
 - d. 1110101100110101
 - e. 111111000001010101
- 9. Ubah bilangan $3F1_{16}$ menjadi bilangan desimal
- 10. Ubah bilangan pecahan berikut ini menjadi bilangan biner
 - a. 0,25
 - b. 0,21875
 - c. 0,46875
 - d. 0,1945
 - e. 0,2020
- 11. Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan desimal
 - a. 0,01
 - b. 0,11101
 - c. 111,0111
 - d. 11,100011
 - e. 1011,0010111
- 12. Hitunglah hasil operasi pada bilangan biner berikut ini
 - a. $11011 + 10110$
 - b. $1011 + 1110 + 1101$
 - c. $1110 - 101$
 - d. $10111 - 1100$
 - e. $111101 - 10110$
- 13. Hitunglah hasil operasi perkalian dari bilangan 1110_2 dengan 1101_2
- 14. Ubah bilangan $25,125_{10}$ menjadi bilangan biner
- 15. Ubah bilangan $3F, 72_{16}$ menjadi bilangan desimal dan biner