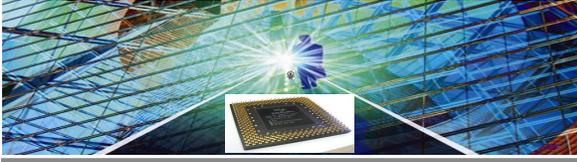




## Microprocessor & Microcontroller Programming



### BAB VIII FORMAT BILANGAN DALAM MIKROPROSESOR

## FORMAT BILANGAN DALAM MIKROPROSESOR



- ❖ Mikroprosesor sebagai bagian dari sistem digital bekerja dalam format biner.
- ❖ Di dalam sistem mikroprosesor operasi yang terjadi diantara register dan memori apakah berupa transfer data atau operasi aritmetika dan logika di dalam ALU semuanya dalam format biner.
- ❖ Pemahaman format biner dengan seluruh pengkodean terutama dalam kode heksadesimal dan juga binary code decimal (BCD) sangat diperlukan dan penting untuk mendukung pemahaman kerja sistem mikroprosesor.

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan



- ❖ Secara umum dalam sistem mikroprosesor sistem bilangan yang digunakan ada empat jenis yaitu:
  - Sistem Bilangan Desimal
  - Sistem Bilangan Biner
  - Sistem Bilangan Heksadesimal, dan
  - Sistem Bilangan Oktal

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan



- ❖ Ke empat sistem bilangan ini satu sama lain dibedakan oleh sebuah nilai posisinya yang disebut dengan BASIS.
  - Sistem bilangan desimal menggunakan basis 10,
  - biner menggunakan basis 2,
  - Heksa-desimal menggunakan basis 16, dan
  - Oktal menggunakan basis 8.

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan



- **Bilangan Desimal**
- ❖ Bilangan desimal adalah bilangan berbasis sepuluh. Dalam desimal dikenal sepuluh simbol bilangan yaitu ; 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Nilai sebuah angka ditentukan oleh posisi angka tersebut. Dalam sistem desimal dikenal nilai posisi sebagai berikut:
  - $10^0 = 1$  = satuan
  - $10^1 = 10$  = puluhan
  - $10^2 = 100$  = ratusan
  - $10^3 = 1000$  = ribuan
  - $10^4 = 10000$  = puluhan ribu
  - $10^5 = 100000$  = ratusan ribu
  - dan seterusnya berdasarkan nilai basis dan pangkat

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan



- **Bilangan Desimal**

contoh 1:

$$1011_{10} = 1 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

$$= 1000 + 0 + 10 + 1 = 1011$$

(dibaca seribu sebelas)

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Biner

❖ Bilangan biner adalah bilangan berbasis dua. Dalam biner dikenal dua simbol bilangan yaitu: 0 dan 1. Nilai sebuah angka ditentukan oleh posisi angka tersebut. Dalam sistem biner dikenal nilai posisi sebagai berikut:

- $2^0 = 1 = \text{satuan}$
- $2^1 = 2 = \text{duaan}$
- $2^2 = 4 = \text{empatan}$
- $2^3 = 8 = \text{delapanan}$
- $2^4 = 16 = \text{enam-belasan}$
- $2^5 = 32 = \text{tiga-puluh-duaan}$
- $2^6 = 64 = \text{enam-puluh-empatan}$
- $2^7 = 128 = \text{seratus-dua-puluh-delapanan}$
- dan seterusnya berdasarkan nilai basis dan pangkat

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Biner

Contoh 2 :

- $1011_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
- $= 8 + 0 + 2 + 1$
- $= 11_{10}$
- jadi nilai bilangan  $1011_2 = 11_{10}$  atau nilai desimalnya adalah sebelas.

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Heksa Desimal

❖ Bilangan heksa-desimal adalah bilangan berbasis enambelas.

❖ Dalam heksa-desimal dikenal enambelas simbol bilangan yaitu ; 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. Dimana A = 10; B = 11; C = 12; D = 13; E = 14; dan F = 15. Nilai sebuah angka ditentukan oleh posisi angka tersebut. Dalam sistem Heksa-desimal dikenal nilai posisi :

- $16^0 = 1 = \text{satuan}$
- $16^1 = 16 = \text{enam-belasan}$
- $16^2 = 256 = \text{dua-ratus-lima-puluh-enaman}$
- $16^3 = 4096 = \text{empat-ribu-semilan-puluh-enaman}$
- dan seterusnya berdasarkan nilai basis dan pangkat

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Heksa Desimal

Contoh 3 :

- $1011_{16} = 1 \times 16^3 + 0 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 1 \times 16^0$
- $= 4096 + 0 + 16 + 1$
- $= 4113_{10}$
- Jadi nilai bilangan  $1011_{16} = 4113_{10}$

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Oktal

❖ Bilangan oktal adalah bilangan berbasis delapan. Dalam oktal dikenal delapan simbol bilangan yaitu ; 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Nilai sebuah angka ditentukan oleh posisi angka tersebut. Dalam sistem Oktal dikenal nilai posisi :

- $8^0 = 1 = \text{satuan}$
- $8^1 = 8 = \text{delapanan}$
- $8^2 = 64 = \text{enam-puluh-empatan}$
- $8^3 = 512 = \text{lima-ratus-dua-belasan}$
- dan seterusnya berdasarkan nilai basis dan pangkat.

Teknologi dan Rekayasa

## Sistem Bilangan

### Bilangan Oktal

Contoh 4 :

- $1011_8 = 1 \times 8^3 + 0 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 1 \times 8^0$
- $= 512 + 0 + 8 + 1$
- $= 521_{10}$
- Jadi nilai bilangan  $1011_8 = 521_{10}$

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

**Konversi Bilangan Desimal ke Biner**

$44_{10} = \dots\dots\dots_2$

- Dengan teknik bagi dua
- $44 : 2 = 22$  sisa: 0 **LSB**
- $22 : 2 = 11$  sisa: 0
- $11 : 2 = 5$  sisa: 1
- $5 : 2 = 2$  sisa: 1
- $2 : 2 = 1$  sisa: 0
- $1 : 2 = 0$  sisa: 1 **MSB**
- Jadi  $44_{10} = 00101100_2$

↑

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

**Konversi Bilangan Desimal ke Biner**

❖ Dengan teknik pengurangan :

- $44 - 128 =$  K bit: 0 **MSB**
- $44 - 64 =$  K bit: 0
- $44 - 32 = 12$  bit: 1
- $12 - 16 =$  K bit: 0
- $12 - 8 = 4$  bit: 1
- $4 - 4 = 0$  bit: 1
- $0 - 2 =$  K bit: 0
- $0 - 1 =$  K bit: 0 **LSB**
- Jadi  $44_{10} = 00101100_2$

↓

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

**Konversi Bilangan Desimal ke Heksa-Desimal**

❖ Contoh 6 :

- $44_{10} = \dots\dots\dots_{16}$
- Dengan teknik bagi 16
- $44 : 16 = 2$  sisa: 12
- 12 dalam sistem heksadesimal adalah C
- Jadi  $44_{10} = 2C_{16}$

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

**Konversi Bilangan Desimal ke Oktal**

- Contoh 7 :
- $44_{10} = \dots\dots\dots_8$
- Dengan teknik bagi 8
- $44 : 8 = 5$  sisa : 4
- Jadi  $44_{10} = 54_8$

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

- **Konversi Bilangan Biner ke Heksa-Desimal dan Oktal**
- ❖ Konversi bilangan biner ke Heksa-Desimal menggunakan satuan 4 bit sedangkan konversi bilangan biner ke oktal menggunakan satuan 3 bit.
- ❖ Tabel berikut menunjukkan tabel konversi biner ke Heksa-Desimal dan Oktal

Teknologi dan Rekayasa

### KONVERSI BILANGAN

DESIMAL	BINER	HEKSA-DESIMAL	OKTAL
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	8	10
9	1001	9	11
10	1010	A	12
11	1011	B	13
12	1100	C	14
13	1101	D	15
14	1110	E	16
15	1111	F	17

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

- Bilangan biner tak bertanda 8 bit dapat menyajikan bilangan sebanyak 256 nilai dari 0 sampai dengan 255.
- Berdasarkan satuan dan proses konversi maka dapat disusun tabel konversi desimal ke biner dan Hexsa-Desimal sebagai berikut:

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

Desimal	Biner	Hexsa-Desimal	Desimal	Biner	Hexsa-Desimal
0	0000 0000	00	32	0010 0000	20
1	0000 0001	01	33	0010 0001	21
2	0000 0010	02	....	....	....
3	0000 0011	03	....	....	....
4	0000 0100	04	63	0011 1111	3F
5	0000 0101	05	64	0100 0000	40
6	0000 0110	06	65	0100 0001	41
7	0000 0111	07	....	....	....
8	0000 1000	08	....	....	....
9	0000 1001	09	127	0111 1111	3F
10	0000 1010	0A	128	1000 0000	80
11	0000 1011	0B	129	1000 0001	81
....	....	....	....	....	....
....	....	....	254	1111 1110	FE
31	0001 1111	1F	255	1111 1111	FF

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

- Dari tabel dapat dibuat garis bilangan dengan bilangan terkecil  $00000000 = 0_{10} = 00_{16}$  dan bilangan terbesar  $11111111 = 255_{10} = FF_{16}$ .
- Format bilangan tak bertanda dapat digambarkan dalam bentuk garis bilangan seperti Gambar

00000000b	01111111b	11111111b
0d	127d	255d
00H	7FH	FFH

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

- Dari garis bilangan terlihat bahwa bekerja dengan bilangan 8 bit nilai biner terendah adalah 0000000 yang dalam desimal 0d dan dalam hexsa desimal 00H.
- Sedangkan nilai tertinggi dari bilangan 8 bit adalah 11111111b = 255d = FFH. Jadi dalam sistem bilangan tidak bertanda ada rentang nilai dari 0 hingga 255.
- Keseluruhan data untuk 8 bit adalah 256 yaitu  $2^8$ .

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Penjumlahan dan Pengurangan Biner

C In	B	A	ADD= A+B+Cin	Carry Out
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Penjumlahan dan Pengurangan Biner

Penjumlahan bilangan biner dimulai dari bit LSB menuju bit MSB

Contoh 8 :

Desimal	biner	hexsa-desimal
	Carry: 0110 0010	
A = 53	0011 0101	35
B = 25	0001 1001	19
	-----+-----	
	78      0100 1110	4D

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Penjumlahan dan Pengurangan Biner

Penjumlahan bilangan biner dimulai dari bit LSB menuju bit MSB

**Contoh 8 :**

Desimal	biner	heksa-desimal
Carry:	0000 0000	
A = 129	1000 0001	81
B = 138	1000 1010	8A
-----+		
267	1 0000 1011	1 0B

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Pengurangan Biner

B In	B	A	SUB = A - B - Bin	Borrow Out
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Pengurangan dengan Metoda Komplemen

- Pengurangan suatu bilangan dapat dilakukan dengan penjumlahan bilangan tersebut dengan komplemen bilangan penguranganya  $A-B = A+(-B)$ .
- Dalam desimal dikenal istilah komplemen 9 dan komplemen 10.
- dalam biner dikenal komplemen 1 dan komplemen 2.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Pengurangan dengan Metoda Komplemen

Desimal		Biner	
Bilangan	Komplemen	Bilangan	Komplemen
	9		1
0	9	0	1
1	8	1	0
2	7		
3	6		
4	5		
5	4		
6	3		
7	2		
8	1		
9	0		

Disamping komplemen 9 dalam desimal dikenal komplemen 10 yaitu komplemen 9 + 1.

Sedangkan dalam biner dikenal komplemen 2 yaitu komplemen 1+1.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Pengurangan dengan Metoda Komplemen

Konvensional	Komplemen 9	Komplemen 10
67	67	67
24	75	76
-	+	+
43	1 42	1 43
	1	
	+	
	43	

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

#### Pengurangan dengan Metoda Komplemen

- ✓ bilangan 24 jika dirubah menjadi komplemen 9 maka nilainya adalah 75.
- ✓ Nilai 75 didapat dari nilai 2 komplemen sembilanannya adalah 7 dan nilai 4 komplemen sembilanannya adalah 5 .
- ✓ Jadi negatif dari 24 dalam komplemen 9 adalah 75.
- ✓ Selanjutnya pengurangan dapat dirubah menjadi penjumlahan dan hasilnya 142.
- ✓ Karena ada carry 1 maka nilai pengurangan itu positif dan dikoreksi kembali dengan menjumlahkan nilai carry 1 dengan hasil 42 sehingga menjadi 43.
- ✓ Penjumlahan dengan komplemen 9 diperbaiki dengan menggunakan komplemen 10
- ✓ pada komplemen 10, jika carry = 1 hasil positif dan jika carry = 0 hasil negatif.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Tak Bertanda 8 Bit

Pada biner penjumlahan bilangan dengan bilangan negatifnya dilakukan menggunakan komplemen 1 dan komplemen 2.

Konvensional	Komplemen 1	Komplemen 2
0100 0011	0100 0011	0100 0011
0001 1000	1110 0111	1110 1000
-----	+----- 1	+-----
0010 1011	0010 1010	0010 1011
	1	
	+-----	
	0010 1011	

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Bertanda 8 Bit

- ❑ Dalam operasi aritmetika sering diperlukan juga penyajian bilangan dengan tanda positif dan negatif.
- ❑ Bilangan semacam ini disebut bilangan bertanda.
- ❑ Untuk menyajikan tanda suatu bilangan biner apakah positif atau negatif digunakan satu bit data yaitu bit MSB atau b7 untuk data 8 bit.
- ❑ Jika b7 = 1 menandakan bilangan tersebut negatif (-) sedangkan
- ❑ jika b7 = 0 menunjukkan bilangan tersebut positif (+).

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Bertanda 8 Bit

Desimal Positif	Biner Bertanda	Desimal Negatif	Biner Bertanda
+1	0 000 0001	-1	1 000 0001
+2	0 000 0010	-2	1 000 0010
+3	0 000 0011	-3	1 000 0011
+4	0 000 0100	-4	1 000 0100
+5	0 000 0101	-5	1 000 0101
.....	.....	.....	.....
+10	0 000 1010	-10	1 000 1010
.....	.....	.....	.....
+126	0 111 1110	-126	1 111 1110
+127	0 111 1111	-127	1 111 1111

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Bertanda 8 Bit

Penyajian bilangan biner bertanda dengan menggunakan tanda bilangan pada bit B7 belum memenuhi kebutuhan pengolahan data dalam operasi aritmetika.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Bertanda 8 Bit

Desimal	Biner	SALAH
+3	0 000 0011	
-2	1 000 0010	
-----+	-----+	
+1	1 000 0101	
	= - 5	
Desimal	Biner	
+4	0 000 0100	
-5	1 000 0101	
-----+	-----+	
-1	1 000 1001	
	= - 9	

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Biner Bertanda 8 Bit

- ✓ contoh diatas terbukti hasil penjumlahan dua buah bilangan itu salah.
- ✓ Untuk itu perlu dicari jalan keluarnya.
- ✓ Karena komputer tidak hanya untuk menyajikan informasi tetapi juga untuk melakukan pengolahan data seperti operasi aritmetika.
- ✓ Jalan keluar yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan operasi bilangan bertanda komplemen dua.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

- Dalam penyajian komplemen dua bilangan-bilangan positif disajikan tetap seperti biasa sebagaimana bilangan biner bertanda.
- Perbedaannya terletak pada penyajian bilangan negatif.
- Penyajian bilangan negatif dilakukan dengan merubahnya menjadi bilangan komplemen dua.
- Tentu saja harus didahului dengan merubahnya ke bilangan komplemen satu.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

- cara pengubahan bilangan biner bertanda komplemen dua sebagai bilangan negatif:
  - Dengan membuat komplemen dua dari satu bilangan biner di dapat nilai negatif dari bilangan tersebut.
  - Caranya adalah dengan menetapkan bit B7 bernilai 1 dan membuat nilai bit B0 sampai B6 menjadi komplemen dua.
  - Kembali ke konsep komplemen dua dalam biner adalah komplemen 1 ditambah 1

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

Des. Neg.	Biner Bertanda	Komplemen 1	Komplemen 2
-1	1 000 0001	1 111 1110	1 111 1111
-2	1 000 0010	1 111 11 01	1 111 1110
-3	1 000 0011	1 111 11 00	1 111 1101
-4	1 000 0100	1 111 1011	1 111 1100
-5	1 000 0101	1 111 1010	1 111 1011
-6	1 000 0 110	1 111 1001	1 111 1010
-7	1 000 0111	1 111 1000	1 111 1001
....	.....	.....	.....
-127	1 111 1111	1 000 0000	1 000 0001
-128			1 000 0000

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

Des. Positif	Biner Bertanda	Desimal Negatif	Biner Bertanda
+1	0 000 0001	-1	1 111 1111
+2	0 000 0010	-2	1 111 1110
+3	0 000 0011	-3	1 111 1101
+4	0 000 0100	-4	1 111 1100
+5	0 000 0101	-5	1 111 1011
.....	.....	-6	1 111 1010
+10	0 000 1010	-7	1 111 1001
....	.....	....	.....
+126	0 111 1110	-127	1 000 0001
+127	0 111 1111	-128	1 000 0000

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

10000000b	00000000b	01111111b
80H	00H	7FH
-128d	0	+127d

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

Dengan menggunakan penyajian bilangan biner komplemen 2 sebagai bilangan negatif dalam bilangan biner bertanda didapat hasil operasi aritmetika yang benar. Untuk kode 8 bit sebagaimana terlihat pada garis bilangan kemampuan operasinya dibatasi diantara -128 sampai dengan +127. Operasi aritmetika diatas atau lebih besar dari +127 dan di bawah atau lebih kecil dari -128 akan mengakibatkan kesalahan yang disebut dengan kesalahan **Overflow**.

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

<b>Desimal</b> +2 +3 -----+ +5	<b>Biner</b> 0 000 0010 0 000 0011 -----+ 0 000 0101 = + 5
<b>Desimal</b> +125 + 5 -----+ ++130	<b>Biner</b> 0 111 1101 0000 0101 -----+ 1 000 0010 = - 126

Salah Overflow

Teknologi dan Rekayasa

### Bilangan Bertanda Komplemen Dua

<b>Desimal</b> +5 -2 -----+ +3	<b>Biner</b> 0 000 0101 1 111 1110 -----+ 1 0 000 0011 = + 3
<b>Desimal</b> -5 -2 -----+ -7	<b>Biner</b> 1 111 1011 1 111 1110 -----+ 1 1 111 1001 = -7
<b>Desimal</b> -128 - 1 -----+ -129	<b>Biner</b> 1 000 0000 1 111 1111 -----+ 1 0 111 1111 = + 127

Salah Overflow

Teknologi dan Rekayasa

### Penyajian BCD

- ❑ Untuk mengkodekan bilangan desimal dari 0 sampai dengan 9 dalam format biner diperlukan empat angka biner (1 nibble).
- ❑ Empat angka biner membentuk  $2^4 = 16$  kemungkinan.
- ❑ Karena angka desimal hanya membutuhkan 10 kode angka maka ada 6 kode yang tidak digunakan dalam penyajian DTB.
- ❑ Hal ini akan memungkinkan timbulnya permasalahan dalam operasi aritmetika.

Teknologi dan Rekayasa

### Penyajian BCD

SELESAI  
 TERIMAKASIH

Teknologi dan Rekayasa