

DASAR DIGITAL

Penyusun:

Herlambang Sigit Pramono

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR
PENGELOLAAN SMK**

2001

KATA PENGANTAR

Modul ini dimaksudkan sebagai pegangan kegiatan belajar mengajar di SMK, khususnya untuk kompetensi dasar teknik digital dan aplikasinya.

Pada modul ini diuraikan dasar – dasar teknik digital mulai dari sistem bilangan, gerbang logika, flip-flop dan aritmatika biner, dilengkapi dengan beberapa contoh di setiap bagian.

Penulis menyadari bahwa modul ini masih banyak kekurangannya untuk itu saran dan kritik dari pembaca khususnya dari kalangan guru atau siswa SMK sangat penulis harapkan.

Yogyakarta, November 2001

Penyusun

DESKRIPSI

Modul ini berisikan pengetahuan tentang dasar dasar teknik digital dimulai dengan pengetahuan tentang sistem bilangan yang ada pada dunia digital , gerbang – gerbang dasar dan pengembangannya serta kombinasi gerbang dasar dan dilengkapi dengan contoh penerapan rangkaian digital dalam beberapa aplikasi.

DAFTAR ISI

Judul	
Kata Pengantar	
Deskripsi	
Peta Kedudukan Modul	
Daftar Isi	
Petunjuk Penggunaan modul	
Tujuan	
Kegiatan Belajar I (Sistem Bilangan)	
I. Lembar Informasi	1
A. Sistem Desimal dan Biner	1
1. Konversi desimal ke biner	2
B. Bilangan Oktal	3
1. Bilangan oktal dan biner.....	3
C. Bilangan Hexadesimal	4
1. Bilangan hexadesimal dan biner.....	4
D. Bilangan Biner Pecahan.....	5
E. Sistem bilangan BCD	6
II. Lembar Latihan	7
Kegiatan Belajar II (Gerbang Logika)	
I. Lembar Informasi	8
A. Gerbang AND dan NAND.....	8
B. Gerbang OR dan NOR.....	9

C. Gerbang NOT	10
D. Gerbang XOR	10
E. Ungkapan Boole	10
II. Lembar Kerja	12
A. Alat	12
B. Langkah kerja	12
III. Lembar Latihan	13
Kegiatan Belajar III (Flip-Flop)	
I. Lembar Informasi	14
A. Flip-flop RS	14
1. Tabel masukan dan keluaran.....	14
2. Flip-flop RS terpadu	15
B. Flip-flop D	16
1. Rangkaian	16
C. Flip-flop JK	17
1. Rangkaian	17
D. Flip-flop JK Utama/pembantu.....	18
II. Lembar Kerja	19
A. Alat	19
B. Langkah kerja	19
III. Lembar Latihan	19
Kegiatan Belajar IV (Aritmatika biner)	
I. Lembar Informasi	20
A. Pengurangan biner.....	21

B. Bilangan biner bertanda.....	23
C. Perkalian	24
D. Pembagian	25
III. Lembar Latihan	26
Lembar Evaluasi	
Lembar Jawaban	
Daftar Pustaka.....	27

Petunjuk Penggunaan Modul

- Menggunakan modul secara berurutan dari KBI, KB II dst
- Perpindahan dari KB yang satu ke berikutnya jika pemakai modul mengerjakan lembar latihan mendapatkan nilai minimal 70
- Tujuan dari modul ini tercapai jika pemakai modul bisa mengerjakan soal pada lembar evaluasi dengan nilai minimal 70

Tujuan

Memberikan pengetahuan dan ketrampilan dasar di bidang elektronika digital untuk mendasari pemakai modul dalam mempelajari sistem digital.

KEGIATAN BELAJAR I
SISTEM BILANGAN

I. Lembar Informasi :

A. SISTEM DESIMAL DAN BINER

Dalam sistem bilangan desimal, nilai yang terdapat pada kolom ketiga pada Tabel 1., yaitu A, disebut satuan, kolom kedua yaitu B disebut puluhan, C disebut ratusan, dan seterusnya. Kolom A, B, C menunjukkan kenaikan pada eksponen dengan basis 10 yaitu $10^0 = 1$, $10^1 = 10$, $10^2 = 100$. Dengan cara yang sama, setiap kolom pada sistem bilangan biner, yaitu sistem bilangan dengan basis, menunjukkan eksponen dengan basis 2, yaitu $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, dan seterusnya.

Tabel 1. Nilai bilangan desimal dan biner

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

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

Tabel 2. Daftar bilangan desimal dan bilangan biner ekuivalensinya

Desimal	Biner		
	C (4)	B (2)	A (1)
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

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

Tabel 3 Contoh perubahan bilangan biner menjadi desimal

Biner	Kolom biner						Desimal
	32	16	8	4	2	1	
1110	-	-	1	1	1	0	$8 + 4 + 2 = 14$
1011	-	-	1	0	1	1	$8 + 2 + 1 = 11$
11001	-	1	1	0	0	1	$16 + 8 + 1 = 25$
10111	-	1	0	1	1	1	$16 + 4 + 2 + 1 = 23$
110010	1	1	0	0	1	0	$32 + 16 + 2 = 50$

1. Konversi Desimal ke Biner

Cara untuk mengubah bilangan desimal ke biner adalah dengan pembagian. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut-turut dibagi 2, dengan memperhatikan sisa pembagiannya. Sisa pembagian akan bernilai 0 atau 1, yang akan membentuk bilangan biner dengan sisa yang terakhir menunjukkan MSBnya. Sebagai contoh, untuk mengubah 52_{10} menjadi bilangan biner, diperlukan langkah-langkah berikut :

$$52/2 = 26 \text{ sisa } 0, \text{ LSB}$$

$$26/2 = 13 \text{ sisa } 0$$

$$13/2 = 6 \text{ sisa } 1$$

$$6/2 = 3 \text{ sisa } 0$$

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

$$1/2 = 0 \text{ sisa } 1, \text{ MSB}$$

Sehingga bilangan desimal 52_{10} akan diubah menjadi bilangan biner 110100.

Cara di atas juga bisa digunakan untuk mengubah sistem bilangan yang lain, yaitu oktal atau heksadesimal.

B. BILANGAN OKTAL

Bilangan oktal adalah sistem bilangan yang berbasis 8 dan mempunyai delapan simbol bilangan yang berbeda : 0,1,2,.....,7.

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 5819_{10} ke oktal, langkah-langkahnya adalah :

$$5819/8 = 727, \quad \text{sisa 3, LSB}$$

$$727/8 = 90, \quad \text{sisa 7}$$

$$90/8 = 11, \quad \text{sisa 2}$$

$$11/8 = 1, \quad \text{sisa 3}$$

$$1/8 = 0, \quad \text{sisa 1, MSB}$$

Sehingga $5819_{10} = 13273_8$

1. Bilangan Oktal dan Biner

Setiap digit pada bilangan oktal dapat disajikan dengan 3 digit bilangan biner, lihat Tabel 1.5. Untuk mengubah bilangan oktal ke bilangan biner, setiap digit oktal diubah secara terpisah. Sebagai contoh, 3527_8 akan diubah sebagai berikut:

$$3_8 = 011_2, \text{ MSB}$$

$$5_8 = 101_2$$

$$2_8 = 010_2$$

$$7_8 = 111_2, \text{ LSB}$$

Sehingga bilangan oktal 3527 sama dengan bilangan $011\ 101\ 010\ 111$.

Sebaliknya, pengubahan dari bilangan biner ke bilangan oktal dilakukan dengan mengelompokkan setiap tiga digit biner dimulai dari digit paling kanan, LSB. Kemudian, setiap kelompok diubah secara terpisah ke dalam bilangan oktal. Sebagai contoh, bilangan 11110011001_2 akan dikelompokkan menjadi $11\ 110\ 011\ 001$, sehingga.

$$11_2 = 3_8, \text{ MSB}$$

$$110_2 = 6_8$$

$$011_2 = 3_8$$

$$001_2 = 1_8, \text{ LSB}$$

Jadi, bilangan biner 11110011001 apabila diubah menjadi bilangan oktal akan diperoleh 3631₈.

C. BILANGAN HEXDADESIMAL

Bilangan heksadesimal, sering disingkat dengan *hex*, adalah bilangan dengan basis 16₁₀, dan mempunyai 16 simbol yang berbeda, yaitu 0 sampai dengan 15.

Bilangan yang lebih besar dari 15₁₀ memerlukan lebih dari satu digit hex. Kolom heksadesimal menunjukkan eksponen dengan basis 16, yaitu 16⁰ = 1, 16¹ = 16, 16² = 256, dan seterusnya. Sebagai contoh :

$$\begin{aligned} 152B_{16} &= (1 \times 16^3) + (5 \times 16^2) + (2 \times 16^1) + (11 \times 16^0) \\ &= 1 \times 4096 + 5 \times 256 + 2 \times 16 + 11 \times 1 \\ &= 4096 + 1280 + 32 + 11 \\ &= 5419_{10} \end{aligned}$$

Sebaliknya, untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan heksadesimal, dapat dilakukan dengan cara membagi bilangan desimal tersebut dengan 16. Sebagai contoh, untuk mengubah bilangan 3408₁₀ menjadi bilangan heksadesimal, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 3408/16 &= 213, \text{ sisa } 1_{10} = 1_{16}, \text{ LSB} \\ 213/16 &= 13, \text{ sisa } 5_{10} = 5_{16} \\ 13/16 &= 0, \text{ sisa } 13_{10} = D_{16}, \text{ MSB} \end{aligned}$$

Sehingga, 3408₁₀ = D51₁₆.

1. Bilangan Heksadesimal dan Biner

Setiap digit pada bilangan heksadesimal dapat disajikan dengan empat buah bit. Untuk mengubah bilangan heksadesimal menjadi bilangan biner, setiap digit dari bilangan heksadesimal diubah secara terpisah ke dalam empat bit bilangan biner. Sebagai contoh, 2A5C₁₆ dapat diubah ke bilangan biner sebagai berikut.

$$\begin{aligned} 2_{16} &= 0010, \text{ MSB} \\ A_{16} &= 1010 \\ 5_{16} &= 0101 \end{aligned}$$

$$C_{16} = 1100, \text{ LSB}$$

Sehingga, bilangan heksadesimal 2A5C akan diubah menjadi bilangan biner 0010 1010 0101 1100.

Sebaliknya, bilangan biner dapat diubah menjadi bilangan heksadesimal dengan cara mengelompokkan setiap empat digit dari bilangan biner tersebut dimulai dari digit paling kanan. Sebagai contoh, 0100111101011100_2 dapat dikelompokkan menjadi 0100 1111 0101 1110. Sehingga:

$$0100_2 = 4_{16}, \text{ MSB}$$

$$1111_2 = F_{16}$$

$$0101_2 = 5_{16}$$

$$1110_2 = E_{16}, \text{ LSB}$$

Dengan demikian, bilangan $0100111101011100_2 = 4F5E_{16}$.

D. BILANGAN BINER 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

$$0.1_{10} = 10^{-1} = 1/10$$

$$0.10_{10} = 10^{-2} = 1/100$$

$$0.2 = 2 \times 0.1 = 2 \times 10^{-1}, \text{ dan seterusnya.}$$

Cara yang sama juga bisa digunakan untuk menyajikan bilangan biner pecahan.

Sehingga,

$$0.1_2 = 2^{-1} = \frac{1}{2}, \text{ dan}$$

$$0.01_2 = 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

Sebagai contoh,

$$\begin{aligned} 0.111_2 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \\ &= 0.5 + 0.25 + 0.125 \\ &= 0.875_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 101.101_2 &= 4 + 0 + 1 + \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{8} \\ &= 5 + 0.625 \end{aligned}$$

$$= 5.625_{10}$$

Pengubahan bilangan pecahan dari desimal ke biner dapat dilakukan dengan cara mengalihkan bagian pecahan dari bilangan desimal tersebut dengan 2, bagian bulat dari hasil perkalian merupakan pecahan dalam bit biner. Proses perkalian diteruskan pada sisa sebelumnya sampai hasil perkalian sama dengan 1 atau sampai ketelitian yang diinginkan. Bit biner pertama yang diperoleh merupakan MSB dari bilangan biner pecahan. Sebagai contoh, untuk mengubah 0.625_{10} menjadi bilangan biner dapat dilaksanakan dengan

$$0.625 \times 2 = 1.25, \text{ bagian bulat} = 1 \text{ (MSB), sisa} = 0.25$$

$$0.25 \times 2 = 0.5, \text{ bagian bulat} = 0, \text{ sisa} = 0.5$$

$$0.5 \times 2 = 1.0, \text{ bagian bulat} = 1 \text{ (LSB), tanpa sisa}$$

Sehingga,

$$0.625_{10} = 0.101_2$$

E. SISTEM BILANGAN BCD

Sampai saat ini kita hanya melihat perubahan dari bilangan desimal ke bilangan biner murni. Pada beberapa aplikasi, misalnya sistem berdasar mikroprosesor, seringkali lebih sesuai apabila setiap digit bilangan desimal diubah menjadi 4 digit bilangan biner. Dengan cara ini, suatu bilangan desimal 2 digit akan diubah menjadi dua kelompok empat digit bilangan biner, sehingga keseluruhannya menjadi 8 bit, tidak bergantung pada nilai bilangan desimalnya sendiri. Hasilnya sering disebut sebagai *binary-coded decimal* (BCD). Penyandian yang sering digunakan dikenal sebagai sandi 8421BCD. Selain penyandian 8421BCD, juga dikenal sejumlah penyandian yang lain.

Contoh

Ubah 25.125_{10} menjadi bilangan biner

Penyelesaian

Pertama kali, lihat bagian bulat dari bilangan di atas, yaitu 25

$$25 / 2 = 12, \text{ sisa } 1, \text{ LSB}$$

$$12 / 2 = 6, \text{ sisa } 0$$

$$6 / 2 = 3, \text{ sisa } 0$$

$$3 / 2 = 1, \text{ sisa } 1$$

$$1 / 2 = 0, \text{ sisa } 1$$

Sehingga, $25_{10} = 11001_2$

Sekarang lihat bagian pecahannya, yaitu 0.125

$$0.125 \times 2 = 0.25, \text{ bagian bulat} = 0 \text{ (MSB), sisa } 0.25$$

$$0.25 \times 2 = 0.5, \text{ bagian bulat} = 0, \text{ sisa } 0.5$$

$$0.5 \times 2 = 1.0, \text{ bagian bulat} = 1, \text{ tanpa sisa}$$

Sehingga $0.125_{10} = 0.001_2$

Secara keseluruhan $25.125_{10} = 11001.001_2$

II. Lembar Latihan

- Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan desimal.
(a) 110 (b) 1110 (c) 10101 (d) 101101
- Ubah bilangan desimal berikut ini menjadi bilangan biner.
(a) 5 (b) 17 (c) 42 (d) 31
- Ubah bilangan oktal berikut ini menjadi bilangan biner
(a) 27_8 (b) 210_8 (c) 55_8
- Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan oktal
(a) 010 (b) 110011

DAFTAR PUSTAKA

Ibrahim, KF, *Teknik Digital*, Andi Offset, Yogyakarta, 1996

Malvino dkk., *Prinsip prinsip penerapan digital*, Penerbit Erlangga, Surabaya,
edisi ketiga

Mowle, J, Frederic, *A systematic Approach to Digital Logic Design*, Addison
Wesley, 1976

Uffenbeck, John, *Microcomputer and Microprosesor*, Second edition, Prentice Hall
International, Inc, 1985